

# Étude du rythme de dépôt des microstries sur les otolithes d'un Serranidé tropical, *Epinephelus microdon* (Bleeker), à l'aide d'un marqueur fluorescent : l'oxytétracycline

Benoît Caillart et Eric Morize

Centre ORSTOM de Brest, BP n° 70, 29263 Plouzané, France.

Received May 12, 1989; accepted July 21, 1989.

---

*Study of the frequency of increment formation on the otoliths of a tropical Serranidae, Epinephelus microdon (Bleeker), using a fluorescent marker: oxytetracycline.*

Caillart B., E. Morize, *Aquat. Living Resour.*, 1989, 2, 255-261.

## Abstract

The rate of microstriae deposition on otoliths of *Epinephelus microdon* was studied using injections of a fluorescent marker, tetracycline; 14 adult fish, divided into five batches, were reared for more than 1 year and their otoliths tagged following different experimental protocols. By comparing the number of increments counted between two fluorescent marks, or between a fluorescent mark and the outer edge of the otolith, with the number of days elapsed between two injections or between one injection and the death of the fish, it was possible to state that, on average, only one microstria is formed every 2 days. This frequency varies among fish and it was shown that microstria deposition rate is positively correlated with growth, but is independent of the length of the fish. Among the hypotheses envisaged to explain the departure from the daily frequency, the only satisfactory one was that increment formation stops when skeletal growth is interrupted. This study therefore demonstrates that a validation of the periodicity of the incremental pattern is absolutely necessary prior to aging adult fish using otolith microstructure.

**Keywords :** French Polynesia, tropical fish, growth, otolith, tetracycline.

## Résumé

Le rythme de dépôt des microstries sur les otolithes de *Epinephelus microdon* a été mesuré grâce à l'injection d'un marqueur fluorescent, la tétracycline; 14 poissons adultes répartis en cinq lots ont été maintenus en élevage pendant plus de 1 année et leurs otolithes marqués suivant des plans d'expérience différents. En comparant le nombre de microstries comptées entre deux marques fluorescentes ou entre une marque fluorescente et le bord externe de l'otolithe au nombre de jours écoulés entre deux injections ou entre une injection et le sacrifice du poisson, il a été possible d'établir qu'une microstrie est formée en moyenne tous les 2 jours. Cette fréquence varie d'un individu à l'autre et il est montré que le rythme de dépôt des stries est corrélé positivement avec la croissance du poisson mais est indépendant de sa longueur. Parmi les hypothèses envisagées pour expliquer l'écart avec la fréquence journalière, l'arrêt du dépôt des microstries, lors d'interruptions de la croissance squelettique, a été jugée comme la seule explication satisfaisante. Cette étude met donc en évidence la nécessité de valider la période de ces stries avant toute utilisation pour estimer l'âge de poissons adultes par la technique de lecture des otolithes.

**Mots-clés :** Polynésie française, poissons tropicaux, croissance, otolithe, tétracycline.

En étudiant les otolithes de plusieurs espèces de poissons d'eaux tempérées, Pannella (1971) a observé qu'entre deux marques annuelles, il existait environ 360 stries fines et il supposa que celles-ci étaient déposées suivant un rythme journalier. Cette technique a été développée et son champ d'application s'est élargi aux espèces issues de milieux sans conditions hydroclimatiques tranchées et donc sans marques saisonnières évidentes sur leurs pièces dures. Il est donc apparu un nouveau moyen de détermination de l'âge d'espèces tropicales notamment, utilisable aussi bien dans les milieux marins que dans les eaux douces.

Le bien fondé de l'hypothèse de Pannella (1971) a été confirmé pour une trentaine d'espèces mais pour les stades immatures uniquement. En élevant des poissons d'âge connu, Taubert et Coble (1977), Méthot et Kramer (1979), Wilson et Larkin (1980), Marshall et Parker (1982), Neilson et Geen (1982), Campana (1984) et Jones (1986) ont montré que le nombre de jours écoulés entre l'éclosion ou la mise en captivité du poisson et le sacrifice de l'animal correspond bien au nombre de stries déposées sur l'otolithe. Une autre technique largement employée pour valider l'hypothèse de Pannella (1971) consiste à incorporer une marque fluorescente sur l'otolithe, à compter le nombre d'accroissements entre la marque et le bord de l'otolithe et à le comparer au nombre de jours écoulés entre l'administration du marqueur et le prélèvement de l'otolithe. Grâce à cette technique, Wild et Foreman (1980), Campana et Neilson (1982), Ralston et Miyamoto (1983), Neilson et Geen (1985), Schmitt (1984) et Laurs *et al.* (1985) ont conclu à une fréquence journalière des microstries des otolithes pour les larves et juvéniles d'espèces diverses qu'ils ont étudiées. Par la même méthode, Odense et Logan (1974) et Beamish et Chilton (1982) ont montré que les annuli de croissance visibles sur les otolithes d'espèces d'eaux tempérées sont bien des marques annuelles.

Curieusement, très peu de tentatives de validation du rythme de dépôt des microstries sur les otolithes des poissons adultes ont été faites, alors que Pannella (1971) suggère que le nombre de microstries déposées par an diminue de façon nette avec l'apparition de la première maturité. Le Guen (1976) a montré que le nombre de stries journalières sur les otolithes est compatible avec l'interprétation des marques saisonnières pour les stades immatures de *Pseudotolithus elongatus*, mais que, pour les adultes, le comptage des microstries conduit à sous-estimer l'âge réel de plus de 30% en raison de fréquents arrêts de croissance. Brothers *et al.* (1976) ont montré que l'âge réel de *Merluccius angustimanus*, vieux de 7 à 13 ans, pouvait être sous-estimé de 2 à 3 ans par la lecture des marques journalières.

Il semble donc que la méthode de détermination de l'âge des poissons tropicaux par le comptage des stries supposées journalières ait été bien vite admise et utilisée sans que l'on trouve nécessaire de la valider.

Par une revue de près de 500 publications portant sur l'estimation de l'âge de poissons, Beamish et McFarlane (1983) indiquent que seules moins de 3% d'entre elles valident la technique utilisée pour toutes les classes d'âge. Or, la plupart des modèles classiques de la dynamique des populations requièrent des courbes de croissance aussi précises que possible. L'utilisation de paramètres de croissance incorrects peut conduire à des erreurs importantes dans l'estimation de la production d'un stock donné.

Le but de l'expérience décrite ici est de mesurer la fréquence de dépôt des microstries sur les otolithes d'un poisson tropical : *Epinephelus microdon* au stade adulte. Cette espèce a été choisie parce qu'elle fait l'objet d'une exploitation commerciale. Pour mesurer le rythme de dépôt des microstries, les poissons ont été placés en captivité et nous avons employé la technique qui consiste à incorporer à l'otolithe une ou plusieurs marques fluorescentes persistantes et à compter le nombre de stries visibles entre deux marques espacées par une période de temps connue ou entre une marque et le bord de l'otolithe. En comparant le nombre de microstries au nombre de jours écoulés entre deux marquages, on obtient une approximation du rythme de dépôt des stries.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'espèce étudiée est *Epinephelus microdon* (Bleeker). Elle appartient à la famille des Serranidae. C'est une espèce robuste qui résiste bien aux manipulations telles que le transport et le marquage. De plus, c'est une espèce sédentaire la majeure partie de l'année qui s'adapte à l'élevage en bassin de façon satisfaisante. Des espèces proches font d'ailleurs l'objet d'une production aquacole non négligeable dans le Sud-Est asiatique. Les otolithes de cette espèce sont larges (environ 5 mm), durs, et donc facilement utilisables pour différents travaux.

Les 14 poissons étudiés proviennent de l'atoll de Tikehau (15°S, 148°10'W). Ils ont tous été pêchés à la ligne sur des fonds inférieurs à 15 m de façon à éviter les problèmes de dilatation de la vessie natatoire dus à une décompression trop rapide. D'abord stockés en mer dans de petits viviers à parois de grillage qui permettaient un renouvellement permanent de l'eau, les animaux ont été ensuite transférés du bateau vers leur lieu d'élevage définitif (IFREMER, Centre océanologique du Pacifique, Tahiti), après un voyage d'une vingtaine d'heures par bateau. Les poissons ont été placés dans des bassins d'élevage de forme circulaire, contenant environ 1,5 m<sup>3</sup> d'eau de mer. L'eau du bassin était renouvelée en permanence. Les poissons étaient nourris une fois par jour avec un mélange de poissons et de farine de poisson suivant une dose d'environ 10% du poids frais du poisson. L'expérience a duré plus de 1 année, du 28 novembre 1985 au 27 janvier 1987.

Au départ, tous les poissons ont été marqués avec une marque « Floy Tag » dans le but de les différencier. Ils ont ensuite été répartis en cinq lots et les injections d'oxytétracycline faites suivant le plan d'expérience décrit dans le tableau 1.

entre les parties organiques et minérales et rend même plus confus l'interprétation des coupes.

Pour repérer la trace laissée par la tétracycline, sa propriété fluorescente a été utilisée. La lame mince a

Tableau 1. — Plan de l'expérience sur les *Epinephelus microdon* (dates : dates de traitement des différents lots; + injection d'oxytétracycline; O pas d'injection).

Experimental design on *Epinephelus microdon* (dates: dates of batch processing; + oxytetracycline injections; O no injection).

	28 novembre 1985	24 janvier 1986	10 avril 1986	31 octobre 1986	27 janvier 1987
Lot n° 1 (3 poissons)	O	+	O	O	mort
Lot n° 2 (3 poissons)	O	+	+	O	mort
Lot n° 3 (3 poissons)	O	+	O	+	mort
Lot n° 4 (4 poissons)	O	+	+	+	mort
Lot n° 5 (1 poisson)	+	O	O	+	mort

Les marquages chimiques ont été effectués par injection dans les muscles dorsaux d'une solution d'oxytétracycline à raison d'une dose de 50 mg de produit actif par kilogramme de poids frais.

Milch *et al.* (1958) ont montré que la fluorescence apparaissait très rapidement dans les zones de calcification après l'injection de la tétracycline. Ces marquages peuvent donc servir de « dateurs » (Van Coillie, 1967). A chaque marquage les longueurs à la fourche des poissons sont notées.

Des trois paires d'otolithes existantes, les sagitta ont été étudiés car ils sont plus larges et plus faciles à extraire que les lapillus et les asteriscus. Une fois récupérés, les otolithes ont été conservés pendant 6 mois à l'abri de la lumière dans des conditions de températures normales avant d'être analysés. Ils ont alors été inclus dans de la résine puis préparés pour le comptage. Caillart *et al.* (1986), donnent les détails de la méthode de comptage des microstries que nous rappellerons.

Chaque inclusion est découpée selon l'axe transversal de l'otolithe en passant impérativement par le nucleus. La face de l'un des deux blocs de résine ainsi obtenus, où se trouve la coupe de l'otolithe, est collée avec une colle au cyanocrylate sur une lame de verre. Ensuite une deuxième coupe d'environ 100 µm d'épaisseur est effectuée. Pour augmenter les contrastes entre les parties calcifiées et les parties organiques du sagitta, la lame mince ainsi obtenue est attaquée une dizaine de secondes à l'acide chlorydrique à 10% sous la loupe binoculaire à l'aide d'un pinceau fin. La coupe est ensuite rincée à grande eau et séchée. Elle est alors prête pour la lecture sous immersion au grossissement  $G \times 1\,000$  au microscope optique. Cette technique de préparation des otolithes est maintenant utilisée avec succès dans différents laboratoires de l'ORSTOM notamment. Pour les poissons adultes, Campana et Neilson (1985) recommandent de procéder à un polissage de l'otolithe. La méthode décrite ici est basée sur l'étude de coupes fines des sagitta. Un polissage de ces coupes n'améliore pas le contraste

été éclairée avec une lampe à mercure d'une puissance de 50 W. La longueur d'onde d'excitation était limitée entre 450 et 490 nm par un filtre bande-passante et un deuxième filtre supprimait les longueurs d'onde supérieures à 515 nm afin d'atténuer les phénomènes d'autofluorescence. La trace épifluorescente laissée par la tétracycline apparaissait ainsi nettement sur fond noir. En repassant en lumière normale, il était possible de repérer très exactement sur la lame mince la ou les stries fluorescentes. La forme régulière de l'anneau fluorescent et son parallélisme avec les stries d'accroissement permettaient de distinguer aisément ces marques provoquées des marques autofluorescentes causées principalement par des ruptures dans la macrostructure du sagitta.

Il restait à compter le nombre de stries entre les deux stries extrêmes repérées sous ultraviolet. Une microstrie est composée d'une maille calcifiée claire de matière organique et d'une bande opaque plus fine composée de fibres organiques denses non calcifiées (Tanaka *et al.*, 1981). Les lignes épifluorescentes n'étant pas toujours nettes, l'espace entre deux lignes n'était pas matérialisable sur la totalité du pourtour de l'otolithe. Nous n'avons compté les microstries que sur les bandes bien délimitées par deux stries fluorescentes et aux endroits où ces bandes étaient les plus larges ou sur les bandes délimitées par une strie fluorescente et le bord de l'otolithe pour le dernier marquage à la tétracycline.

## RÉSULTATS

La marque fluorescente sur les otolithes provoquée par l'injection d'oxytétracycline était visible chez tous les *Epinephelus microdon* traités sans exception. Elle était de la largeur d'une microstrie dans la majorité des otolithes étudiés mais pouvait déborder sur la microstrie formée après. Dans ce cas, les comptages ont été faits à partir de la première marque fluorescente. Les résultats de l'expérience sont présentés dans

Tableau 2. — Résultats des comptages des microstries sur les otolithes et gain de croissance des *Epinephelus microdon* pendant l'expérience (Tps : temps écoulé entre deux marquages en jours; Stries : nombre de stries compté entre deux marques;  $L_i$  : longueur initiale du poisson;  $L_f$  : longueur finale;  $L_f - L_i$  : accroissement de taille).

Results of counts of microstriae on otoliths and growth of *Epinephelus microdon* during the experiment. Tps: time in days elapsed between two marks; Stries: number of striae counted between two marks;  $L_i$ : initial length of fish;  $L_f$ : final length;  $L_f - L_i$ : growth.

Poisson n°	Lot n°	Tps (j)	Nombre de stries	$L_i$ (mm)	$L_f$ (mm)	$L_f - L_i$ (mm)
1	1	368	178	230	280	50
2	1	368	175	235	250	15
3	1	368	203	235	280	45
4	2	76	40	230	240	10
4	2	292	166	240	260	20
5	2	76	65	275	285	10
5	2	292	188	285	340	55
6	2	76	41	330	345	15
6	2	292	142	345	370	25
7	3	280	155	275	330	55
7	3	88	44	330	330	0
8	3	280	147	335	380	45
8	3	88	22	380	380	0
9	3	280	153	320	360	40
9	3	88	50	360	360	0
10	4	76	30	255	255	0
10	4	204	80	255	270	15
10	4	88	44	270	280	10
11	4	76	44	320	330	10
11	4	204	78	330	350	20
11	4	88	33	350	355	5
12	4	76	32	295	305	10
12	4	204	115	305	345	40
12	4	88	36	345	345	0
13	4	76	58	240	255	15
13	4	204	156	255	310	55
13	4	88	51	310	320	10
14	5	337	192	305	345	40
14	5	88	35	345	345	0

le tableau 2. Pour chaque otolithe de poisson étudié, nous avons fait la moyenne des comptages de microstries effectués par au moins deux opérateurs différents, après avoir constaté qu'ils ne divergeaient pas plus de 10%. Pour les poissons du lot n° 1 qui n'ont reçu qu'une injection de tétracycline, le comptage des microstries s'est fait de la marque fluorescente laissée par le marquage, au bord externe de l'otolithe. Les poissons des autres lots ont reçu plusieurs injections, deux pour les poissons des lots n°s 2, 3 et 5, trois pour les poissons du lot n° 4. Les premiers comptages de microstries ont donc été faits entre deux anneaux fluorescents et le dernier, entre la marque fluorescente et le bord externe de l'otolithe. La comparaison du nombre moyen de microstries entre deux repères temporels avec le nombre de jours écoulés montre qu'il est compté beaucoup moins de stries que de jours. Le minimum de stries a été compté sur le *E. microdon* n° 8 : lors de son deuxième traitement, il

n'a été déposé que 22 microstries en 88 jours, soit un rythme d'environ une strie tous les 4 jours. Le nombre maximal de stries a été compté sur le poisson n° 5 : lors de son premier marquage, il a été déposé 65 microstries de croissance en 76 jours, soit une moyenne de 1,17 jour pour déposer une strie. Il existe donc une grande variation dans le temps moyen de formation des microstries en fonction des animaux étudiés.

A côté des résultats de comptage des microstries, entre deux marquages et jusqu'au prélèvement de l'otolithe les croissances en longueur des *Epinephelus microdon* dans les bassins sont indiquées.

### Mesure de la fréquence de dépôt des microstries

La régression linéaire entre le nombre de stries ( $N_s$ , variable dépendante) et le nombre de jours ( $N_j$ , variable indépendante) a permis d'estimer le nombre de stries déposées par jour. Les deux variables sont fortement corrélées ( $r=0,96$ ). L'équation de la droite de régression ainsi obtenue est :

$$N_s = 0,54 \cdot N_j - 2,09. \quad (1)$$

Les résultats graphiques sont présentés sur la figure 1. L'intervalle de confiance de la pente de la droite de régression est de 0,06 ( $p > 0,95$ ; 27 d. d. l.). La pente de la droite de régression est donc de 0,54 ce qui est très différent de 1. Il permet de conclure que pour *Epinephelus microdon*, au stade adulte, il est déposé en moyenne moins d'une microstrie par jour sur les otolithes. Il faut environ 2 jours pour constituer une strie d'accroissement, dans les conditions de l'expérience. Il ne s'agit là bien sûr que d'une valeur mathématique moyenne qui ne correspond a priori à aucune réalité physiologique.

### Influence de la longueur du poisson sur la fréquence de dépôt des microstries

Dans le but de vérifier si la longueur du poisson avait une influence sur le rythme de dépôt des microstries sur les otolithes, nous avons calculé la régression linéaire entre le nombre de jours nécessaires pour déposer une strie ( $N_j/s$ ) et la longueur moyenne du poisson ( $L_{moy}$ ) calculée comme la moyenne arithmétique des longueurs à la fourche aux bornes de l'intervalle de temps considéré. Les variables ont un faible coefficient de corrélation, soit 0,36. Le calcul donne l'équation suivante :

$$L_{moy} = 4,60 \cdot 10^{-3} \cdot N_j/s + 0,61. \quad (2)$$

L'écart-type du coefficient de régression ainsi calculé est  $\sigma = 2,29 \cdot 10^{-3}$ . Un test  $t$  montre que la pente de la droite n'est pas significativement différente de 0 ( $p > 0,95$ ;  $t = 2,01$ ; 27 d. d. l.). Il est donc possible de conclure que le nombre de jours nécessaires pour

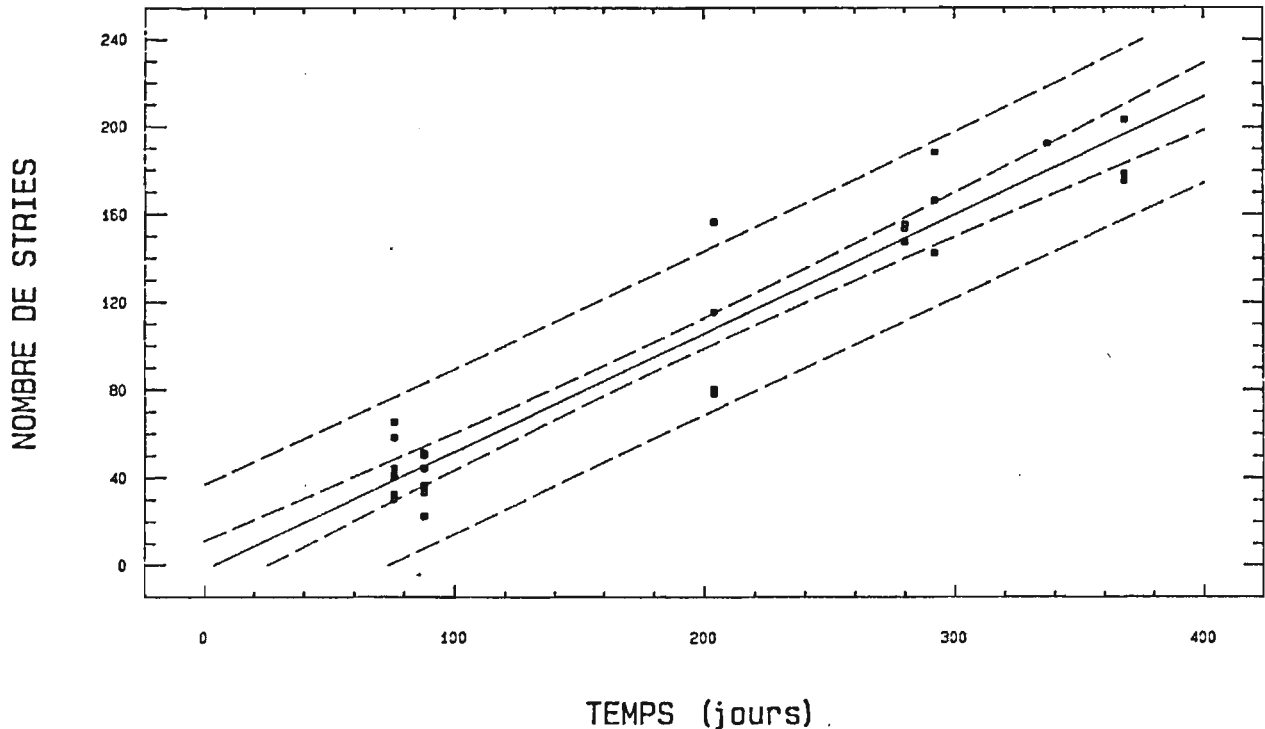


Figure 1. — Régression linéaire du nombre de stries ( $N_s$ ) comptées sur l'otolithe de *Epinephelus microdon* contre le nombre de jours écoulés entre deux injections de tétracycline ou entre une injection et le bord de l'otolithe (Temps).

*Linear regression of the number of striae ( $N_s$ ) on the otolith of *Epinephelus microdon* versus the number of days elapsed between two injections or between injection and the outer edge of the otolith (Temps).*

déposer une strie est en fait indépendant de la longueur du poisson, dans la gamme de longueurs considérées (entre 230 et 380 mm) et dans les conditions d'élevage définies plus haut.

#### Relation entre croissance journalière et nombre de microstries

Le Guen (1976) a considéré qu'en périodes d'arrêt de croissance, il n'était plus forcément déposé d'annuli sur les otolithes. Pour le vérifier, nous avons calculé la régression linéaire entre le nombre de jours nécessaires pour déposer une strie ( $N_j/s$ ) et l'accroissement journalier en longueur ( $T_c$ ). Le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de  $-0,62$ . L'équation de la droite de régression s'écrit :

$$T_c = -4,56 \cdot N_j/s + 2,51. \quad (3)$$

L'écart-type de la pente étant de 1,11, cette valeur est significativement différente de 0 (test  $t : p > 0,95$ ;  $t = 4,09$ ; 27 d. d. l.). Il apparaît donc qu'il existe une relation entre la croissance journalière et le nombre de jours pour déposer une strie: plus la vitesse de

croissance est faible, plus le rythme de dépôt des microstries est lent.

#### DISCUSSION

Les résultats de notre expérience vont à l'encontre de l'hypothèse de Pannella (1971). Les microstries ne sont pas déposées sur les otolithes de *Epinephelus microdon* adulte suivant un rythme journalier. La périodicité moyenne des stries calculée (environ une strie tous les 2 jours) est singulièrement différente de celle généralement admise (une strie par jour) et aurait conduit à sous-estimer l'âge réel d'un facteur voisin de 2 si aucune tentative de validation de la période des stries n'avait été faite.

La validité des résultats présentés est liée aux conditions de l'expérience. L'influence que pourrait avoir la captivité sur le rythme métabolique des *Epinephelus microdon* étudiés est difficile à évaluer. Plusieurs études ont montré qu'une variation des paramètres environnementaux d'élevage peut induire une perturbation du rythme de dépôt des microstries. Ainsi, des variations sensibles de la photopériode (Taubert et

Coble, 1977; Campana et Neilson, 1982; Geffen, 1982), de la température (Taubert et Coble, 1977; Marshall et Parker, 1982) et de la fréquence de distribution des repas (Pannella, 1980; Neilson et Geen, 1982, 1985) ont dans certains cas provoqué des fréquences de dépôt des microstries sur les otolithes différentes de la fréquence journalière. L'expérience décrite ici a été conduite dans des bassins à terre, situés en plein air — donc soumis à une photopériode naturelle — et alimentés en continu par de l'eau pompée dans l'océan dont la température est à peu près identique à celle à laquelle vit *E. microdon*. De plus, la distribution quotidienne des repas devrait entraîner un rythme de dépôt des microstries journalier, plutôt que de le perturber. Ainsi, la probabilité pour que ces paramètres d'élevage soient responsables de la périodicité des stries mesurée est donc très faible.

L'écart entre la période de dépôt des stries observée chez *Epinephelus microdon* adulte et la période journalière généralement postulée peut s'expliquer de deux façons. La première hypothèse est que les stries journalières existent bien mais elles sont invisibles à l'observateur. La méthode employée pour préparer les otolithes permet une lecture claire des microstries mais Campana *et al.* (1987) et Jones et Brothers (1987) indiquent que si celles-ci deviennent trop serrées, leur largeur peut être inférieure au pouvoir de résolution d'un microscope optique (0,20  $\mu\text{m}$  — Eastman Kodak Co, 1980 in Campana et Neilson, 1985) et deviennent ainsi invisibles à l'observateur. Sur un sous-échantillon de l'otolithe, nous avons pu constater que la largeur des microstries est comprise entre 2 et 5  $\mu\text{m}$ , jamais moins. Le seuil du pouvoir de résolution du microscope est bien en deçà de ces valeurs. Il est donc peu probable que cette hypothèse puisse expliquer de façon satisfaisante les résultats obtenus. Récemment, Davies *et al.* (1988) ont montré l'existence d'une solution alternative : par une étude approfondie des otolithes de *Pseudocystus maculatus* et de *Alloctytus* sp. au microscope électronique, ces auteurs ont mis en évidence le fait que chez des individus adultes des espèces étudiées, la structure cristalline de l'otolithe est par endroits si complexe et si confuse qu'elle masque la séquence des microstries quand elles existent. L'otolithe est alors jugé inadéquat pour toute tentative de détermination de l'âge. Un tel phénomène pourrait exister chez *E. microdon* et expliquerait ainsi que certaines stries soient invisibles.

La deuxième hypothèse présentée pour expliquer la période de dépôt des stries mesurée est que les microstries d'accroissement cessent d'être déposées en certaines périodes. L'étude des croissances des poissons dans les bassins a montré que le rythme de dépôt des microstries est indépendant de la longueur du poisson mais est corrélé positivement à la croissance en longueur. En étudiant les otolithes de *Scophthalmus maximus* et de *Clupea harengus harengus*, Geffen (1982) a conclu que le nombre de stries déposées par jour était

une fonction de la croissance journalière moyenne du poisson. McGurck (1984) aboutit aux mêmes conclusions en étudiant les otolithes des larves de *Clupea harengus pallasii*. Antérieurement, Taubert et Coble (1977) et Méthot et Kramer (1979) avait également remarqué que les stries d'accroissement semblaient cesser d'être formées sur les otolithes quand la croissance était ralentie par des conditions expérimentales défavorables. Les résultats obtenus sur *Epinephelus microdon* permettent d'aboutir aux mêmes conclusions. La croissance des otolithes et celle du poisson sont fortement corrélées (Strusaker et Uchiyama, 1976; Taubert et Coble, 1977). On pourrait donc facilement admettre que pour une croissance en longueur nulle, l'otolithe ne s'accroît plus et qu'il n'y a pas de stries en formation. Les moments où la croissance s'arrête correspondraient aux zones de discontinuités observées lors des comptages et fréquemment chez d'autres poissons téléostéens adultes (Brouard *et al.*, 1983). Les microstries seraient alors formées de façon intermittente suivant une fréquence journalière et le dépôt cesserait dès que la croissance tend vers zéro. Dans le milieu naturel, la reproduction, un stress important ou un jeûne prolongé sont reconnus comme étant des facteurs capables de provoquer des interruptions de la croissance squelettique. Dans les conditions d'élevage, le stress est probablement la principale cause de perturbation de la croissance. Les poissons étudiés présentaient des gonades développées mais ils n'ont pas émis de produits sexuels pendant l'expérience car, dans le lagon, les *Epinephelus microdon* se reproduisent au mois d'avril sous l'influence conjuguée de facteurs environnementaux et de facteurs sociaux (Caillart, 1988) et l'isolement d'un lot d'une taille réduite dans un bassin a très probablement empêché le déclenchement d'un processus de ponte.

Cette étude est, à notre connaissance, la première qui montre clairement que les microstries ne se déposent pas en moyenne quotidiennement sur les otolithes. Elle montre qu'il est indispensable d'étudier la périodicité de ces marques particulières, en préalable à toute utilisation pour estimer l'âge d'un poisson adulte. Au vu des résultats obtenus sur *Epinephelus microdon*, la méthode de lecture des marques « journalières » est très peu fiable et doit être largement repensée.

## RÉFÉRENCES

- Beamish R. J., D. E. Chilton, 1982. Preliminary evaluation of a method to determine the age of sablefish (*Anoplopoma fimbria*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 277-287.
- Beamish R. J., G. A. McFarlane, 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **112**, 735-743.

- Brothers E. B., C. P. Mathews, R. Lasker, 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. *Fish. Bull.*, **74**, 1-8.
- Brouard F., R. Grandperrin, M. Kulbicki, J. Rivaton, 1983. Notes sur les lectures de stries journalières observées sur les otolithes des poissons démersaux profonds à Vanuatu. Mission ORSTOM de Port-Vila, *Notes et Doc. Océanogr.*, **8**, 9 p.
- Caillart B., 1988. Étude d'une pêcherie artisanale de l'archipel des Tuamotu (Polynésie Française). Biologie, ethologie et dynamique des populations d'une espèce caractéristique: *Naso brevirostris* (Poisson-Acanthuridae). ORSTOM-Tahiti, *Notes et Doc. Océanogr.*, **38**, 235 p.
- Caillart B., M. Franc de Ferrière, E. Morize, 1986. Croissance de deux espèces de poissons du lagon, *Lethrinus miniatus* (Schneider) et *Lutjanus fulvus* (Schneider), évaluée par la lecture des otolithes in Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau, III, ORSTOM-Tahiti, *Notes et doc. Océanogr.*, **30**, 1-44.
- Campana S., 1984. Interactive effects of age and environmental modifiers on the production of daily growth increments in otoliths of *Porichthys notatus*. *Fish. Bull.*, **82**, 165-177.
- Campana S. E., J. A. Gagne, J. Munro, 1987. Otolith microstructure of larval herring (*Clupea harengus*): image or reality? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**, 1922-1929.
- Campana S. E., J. D. Neilson, 1982. Daily growth increments in otoliths of starry flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variables in their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 937-942.
- Campana S. E., J. D. Neilson, 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**, 1014-1032.
- Davies N. M., R. W. Gauldie, S. A. Crane, R. K. Thompson, 1988. Otolith ultrastructure of smooth oreo, *Pseudocyttus maculatus*, and black oreo, *Alloctytus* sp., species. *Fish. Bull.*, **86**, 499-515.
- Geffen A. J., 1982. Otolith ring deposition in relation to growth rate in herring (*Clupea harengus*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae. *Mar. Biol.*, **71**, 317-326.
- Jones C., 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. *Fish. Bull.*, **84**, 91-103.
- Jones C., E. B. Brothers, 1987. Validation of the otolith increment aging technique for striped bass, *Morone saxatilis*, larvae reared under suboptimal feeding conditions. *Fish. Bull.*, **85**, 171-178.
- Laurs R. M., R. Nishimoto, J. A. Wetherall, 1985. Frequency of increment formation on sagittae of North Pacific albacore (*Thunnus alalunga*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**, 1552-1555.
- Le Guen J. C., 1976. Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge des Scianidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, **14**, 331-338.
- Marshall S. L., S. S. Parker, 1982. Pattern identification in microstructure of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 542-547.
- McGurk M. D., 1984. Ring deposition in the otoliths of larval Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Fish. Bull.*, **82**, 113-120.
- Methot R. D. Jr, D. Kramer, 1979. Growth of Northern Anchovy, *Engraulis mordax*, larvae in the sea. *Fish. Bull.*, **77**, 413-423.
- Milch A. R., D. P. Rall, J. E. Tobie, 1958. Fluorescence of tetracycline antibiotics in bone. *J. Bone Jt Surg.*, **40A**, 897-170.
- Neilson J. D., G. H. Geen, 1982. Otoliths of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*): daily growth increments and factors influencing their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 1340-1347.
- Neilson J. D., G. H. Geen, 1985. Effects of feeding regimes and diel temperature cycles on otolith increment formation in juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Fish. Bull.*, **83**, 91-101.
- Odense P. H., V. H. Logan, 1974. Marking Atlantic salmon (*Salmo salar*) with oxytetracycline. *J. Fish. Res. Board Can.*, **31**, 348-350.
- Pannella G., 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science*, **173**, 1124-1127.
- , 1980. Growth patterns in fish sagittae. In: Skeletal growth of aquatic organisms: biological records of environmental change, D.C. Rhoads, R. A. Lutz éd., Plenum Press, New York, 519-560.
- Ralston S., G. T. Miyamoto, 1983. Analysing the width of daily otolith increments to age the Hawaiian snapper, *Pristipomoides filamentosus*. *Fish. Bull.*, **81**, 523-536.
- Schmitt P. D., 1984. Marking growth increments in otoliths of larval and juvenile fish by immersion in tetracycline to examine the rate of increment formation. *Fish. Bull.*, **82**, 237-241.
- Struhsaker P., J. H. Uchiyama, 1976. Age and growth of the nehu, *Stolephorus purpureus* (Engraulidae), from the Hawaiian islands as indicated by daily growth increments of sagittae. *Fish. Bull.*, **74**, 9-17.
- Tanaka K., Y. Mugiya, Y. Yamada, 1981. Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juveniles *Tilapia nilotica*. *Fish. Bull.*, **79**, 459-466.
- Taubert B. D., D. W. Coble, 1977. Daily rings in otoliths of three species of *Lepomis* and *Tilapia mossambica*. *J. Fish. Res. Board Can.*, **34**, 332-340.
- Van Coillie R., 1967. Étude à l'aide de tétracyclines de la croissance périodique des écailles de téléostéens. *Naturaliste Can.*, **94**, 29-58.
- Wild A., T. J. Foreman, 1980. The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. *Interam. Trop. Tuna. Comm. Bull.*, **17**, 509-560.
- Wilson K. H., P. A. Larkin, 1980. Daily growth rings in the otoliths of juvenile Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37**, 1495-1498.