

## C. Validation indirecte

B. Morales-Nin, J. Panfili

Les méthodes de validation indirecte sont basées sur des comparaisons d'informations qui appuient l'interprétation de l'âge mais qui ne valident pas *sensu stricto* la périodicité des dépôts sur les PC. Les méthodes les plus couramment employées sont basées sur l'information issue de l'analyse des distributions de fréquence de taille qui sont également utilisées en routine dans les études de pêcheries. Ces méthodes ont été mises au point à l'origine au cours du XIX<sup>e</sup> siècle et ont eu un deuxième pic de popularité avec l'avènement des ordinateurs bon marché et le développement de logiciels spécifiques. Les autres méthodes sont basées sur les informations en âge issues de l'analyse des PC au niveau saisonnier ou journalier.

### 1. Comparaison avec les distributions de tailles

Les méthodes basées sur l'analyse des compositions en taille des captures conduisent à identifier les différents groupes d'âge présents, en se basant sur l'hypothèse que chaque groupe d'âge possède une distribution gaussienne des tailles individuelles et une taille modale qui lui est propre. Petersen (1891) a été le premier à identifier les modes correspondant aux groupes d'âge dans les distributions de longueurs. La classe d'âge 0 correspond au mode de la plus petite taille présente dans les échantillons collectés après la période de reproduction, alors que le mode suivant correspond à la classe d'âge I, etc. (fig. IV.C).

Depuis lors, de nombreuses méthodes ont été développées pour identifier les classes d'âge dans une distribution de longueurs donnée. Celles-ci incluent :

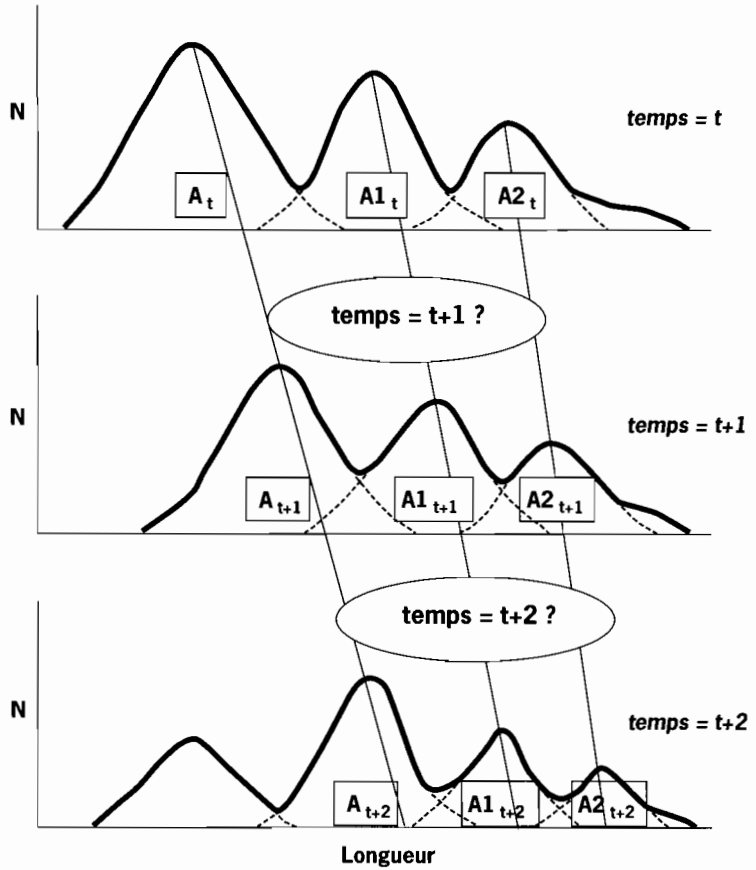
- des méthodes graphiques qui identifient des groupes de points obtenus par transformation mathématique des fréquences en longueurs correspondant aux classes d'âge (Cassie, 1954; Bhattacharya, 1967);
- des méthodes statistiques qui utilisent les rapports de maximum de vraisemblance (Hasselblad, 1966), combinées avec des informations antérieures concernant le nombre de classes d'âge présentes et leur longueur moyenne (McDonald & Pitcher, 1979) ou incorporant d'autres informations biologiques (Schnute & Fournier, 1980, *inter alia*).

Si les clés âge-longueur issues de la lecture des PC sont disponibles pour les mêmes échantillons que ceux utilisés pour l'analyse des fréquences de taille, les distributions de longueurs pour chaque classe d'âge, estimées à partir des PC, peuvent être comparées avec les distributions observées, au moyen d'un test  $\chi^2$ .

L'utilité de ces méthodes statistiques pour la décomposition des groupes d'âge à partir des distributions de fréquence est limitée lorsque (a) l'espèce présente une période de reproduction très longue et/ou (b) il existe

Figure IV.C

Principe de la méthode d'analyse des fréquences de taille avec un jeu de données hypothétique présentant les distributions de fréquence pour trois échantillons capturés à trois périodes différentes ( $t$ ,  $t+1$ ,  $t+2$ ). Au temps  $t$ , il existe trois classes d'âge ( $A_t$ ,  $A1_t$ ,  $A2_t$ ) ayant chacune des distributions normales de fréquence de taille. L'hypothèse de base de l'analyse suppose qu'au temps  $t+1$ , les âges deviennent égaux à  $A_{t+1}$ ,  $A1_{t+1}$  et  $A2_{t+1}$  et qu'au temps  $t+2$ , les âges deviennent égaux à  $A_{t+2}$ ,  $A1_{t+2}$  et  $A2_{t+2}$ . Il faut noter qu'au temps  $t+2$ , une nouvelle classe d'âge apparaît dans la population. Les lignes traversant les graphiques suivent les progressions modales hypothétiques des longueurs pour chaque classe d'âge.



une très forte variabilité dans les taux de croissance, qui augmente en général avec l'âge. Les deux conditions précédentes entraînent un chevauchement des longueurs observées entre les différents groupes d'âge et nuisent à l'identification de ces groupes. Les méthodes basées sur les distributions de longueurs ne peuvent donc être fiables que pour les premiers groupes d'âge ou pour les espèces à faible longévité.

Une autre approche vise à calculer directement les paramètres de l'équation de croissance de von Bertalanffy à partir des fréquences de taille (Pauly & David, 1981 ; Casselman, 1987) et à les comparer avec les paramètres de croissance obtenus avec les clés taille-âge issues de la lecture des PC.

## 2. Méthodes utilisant d'autres informations sur l'âge

Lorsqu'une classe d'âge exceptionnelle (e.g. faible ou abondante en nombre d'individus) peut être suivie pendant une longue période de temps, elle peut servir de base de référence pour indiquer que la méthode de lecture de l'âge est exacte. La force ou la faiblesse d'une classe d'âge donnée sera très rapidement perdue si la méthode d'estima-

tion de l'âge est incorrecte car les âges seront attribués aux mauvaises classes (Eltink & Kuitert, 1989). Cependant, un biais propre à un lecteur, qui est défini comme l'attribution subjective d'un âge en fonction de l'existence d'une classe d'âge particulièrement identifiable, aura vraisemblablement un effet sur les résultats en termes d'âge. Ce biais peut être évité en utilisant l'ensemble des PC d'une cohorte exceptionnelle échantillonnée avec un nombre d'individus constant et au cours de plusieurs années consécutives. L'analyse de ce genre de donnée pourra déterminer si une PC provenant d'une cohorte exceptionnelle peut être utilisée dans les ateliers de lecture pour estimer la précision, l'exactitude et les différents biais de lecture (relatifs ou absolus) d'une méthode donnée de lecture d'âge : un exemple a été présenté par l'ICES (1999) pour le chinchard commun. Cela peut permettre également de tester les effets d'erreurs d'estimation de l'âge sur la gestion des stocks.

Il est maintenant établi de façon claire que l'observation des marques de croissance journalières peut assister et aider l'interprétation des macrostructures des otolithes (voir synthèse dans Arneri *et al.*, 1998). Le comptage au microscope des micro-accroissements a déjà été utilisé pour vérifier directement qu'une zone opaque et une zone hyaline représentaient bien un *annulus* (Victor & Brothers, 1982). Cette approche de vérification est cependant limitée par :

- le problème pour détecter au microscope ces microstructures pour les poissons de plus de une année ;
- la nécessité de valider au préalable la périodicité quotidienne des micro-accroissements considérés ;
- la difficulté pour identifier les macrostructures (*annuli*) avec les forts grossissements nécessaires pour l'observation des microstructures. À cause de ces différents problèmes, les accroissements journaliers sont normalement utilisés pour valider seulement la formation du premier *annulus*.

Une méthode alternative intéressante consiste à suivre une cohorte unique de juvéniles, recrutée pendant une même année, à partir d'échantillons collectés pendant une période donnée à des intervalles de temps précis, à compter les micro-accroissements sur les otolithes et à comparer les résultats avec le nombre de jours séparant les différents échantillons. La régression linéaire entre les dates de capture et la moyenne des estimations d'âge en nombre de jours pour les échantillons doit avoir une pente égale à 1 s'il existe un dépôt journalier des microstructures (Hoedt, 1992). Cette méthode suppose qu'il n'existe pas de phénomène de migration dans ou hors de la zone d'échantillonnage.

Lorsque l'âge de poissons juvéniles est estimé grâce aux micro-accroissements quotidiens de leurs otolithes, leur date de naissance peut être déterminée rétrospectivement à partir de leur date de capture et de leur âge en nombre de jours. S'il existe une bonne correspondance entre la période de reproduction et la date de naissance rétrocalculée, la nature d'un dépôt quotidien des accroissements est ainsi confortée (Morales-Nin & Aldebert, 1997).