

## ESSAI DE SEMI-AUTOMATISATION DU COMPTAGE DES MICROSTRIES EN OTOLITHOMETRIE

Pascal BACH<sup>1</sup>, Philippe CHAUVELON<sup>1</sup>

---

### RESUME

Un dispositif semi-automatique de comptage des microstries de l'otolithe est présenté. Un système d'analyse d'image permet l'acquisition de l'information sous forme numérique. La modélisation de celle-ci au moyen d'une méthode d'analyse des séries chronologiques contribue à l'estimation du nombre de périodes (microstries) contenues dans le signal.

### TRYING SEMI-AUTOMATIZATION FOR COUNTING OTOLITHS MICRO-INCREMENTS

### ABSTRACT

*Otolith micro-increments (known as daily growth increments) counting has been widely used for the last ten years to estimate the individual age of tropical fish. This operation, done most of the time by an operator using an ocular micrometer coupled to a microscope, can be partly automatized. An image analysis system first transforms the image in a matrix of numbers (digitization). The vector corresponding to the axis of lecture defined by the operator is extracted from this matrix. A modelling is conducted on this vector which is assimilated to a time series. The calculated periodogram, is used to estimate the frequency of the signal and thus the number of periods (micro-increments) contained in the signal.*

<sup>1</sup> ORSTOM, BP 5045, 34080 MONTPELLIER Cedex

La détermination de l'âge des stades larvaires et des espèces tropicales des poissons

La détermination de l'âge des stades larvaires et des espèces tropicales des poissons osseux à partir du comptage des microstries des otolithes a fait l'objet de nombreux travaux durant ces dix dernières années. Cette approche comporte trois étapes : (1) la préparation de l'objet à analyser (lame mince pour les otolithes d'individus adultes, d'épaisseur variant entre 100 et 300  $\mu\text{m}$ ), (2) le comptage des microstries, (3) la validation de l'âge.

La réalisation des première et troisième étapes nécessite une intervention prépondérante de l'opérateur. En revanche, la seconde peut faire l'objet d'une automatisation de l'acquisition de l'information et de son traitement (sous l'hypothèse d'un dépôt journalier des microstries, les étapes 2 et 3 sont confondues).

Les techniques d'analyse d'image récemment mises en oeuvre en squelettochronologie permettent une collecte rapide de l'information sous forme numérique. L'information de base est le profil qui correspond à un vecteur composé des valeurs en niveau de gris associées aux pixels situés sur une zone de lecture sélectionnée par l'opérateur. Les variations de densité optique traduites par une réponse numérique différente des couches minéralisées et non minéralisées de l'otolithe contribue à la discrimination des microstries observées sur le segment retenu (figure 1).

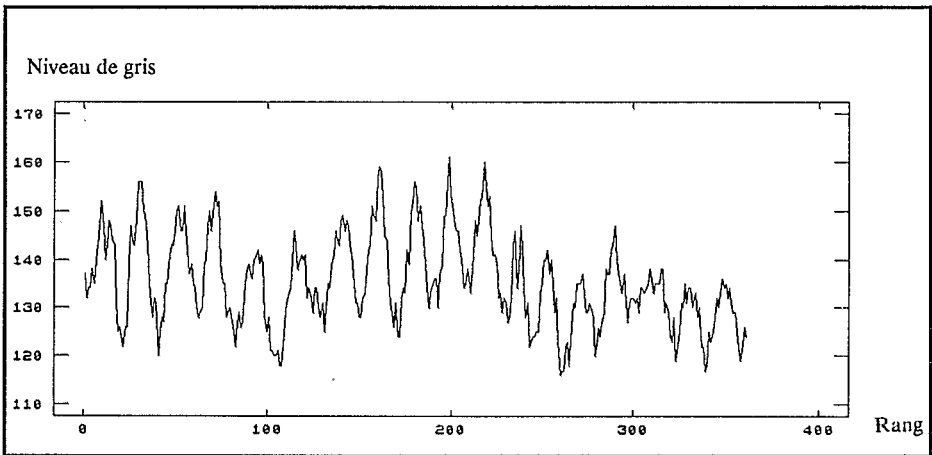


Figure 1. Série des valeurs en niveau de gris associées aux pixels situés sur la zone de lecture retenue par l'opérateur (segment de lecture sélectionnée sur une coupe transversale d'un otolithe sagitta d'un poisson adulte).

Plusieurs méthodes peuvent être proposées dans le cadre de la semi-automatisation du comptage des microstries. La méthode présentée concerne une approche modélisatrice. La série des valeurs en niveau de gris est assimilée à une série chronologique dont la modélisation permet de tester l'existence d'une composante systématique (oscillation) et d'en estimer la période afin d'évaluer le nombre de microstries. La méthode du périodogramme est utilisée à cette fin.

Le périodogramme est le graphe d'une variable intensité  $I(k)$  en fonction de la fréquence  $k/m$  du signal ( $m =$  longueur de la série).

Si  $k/m$  est une fréquence naturelle du phénomène, la valeur de  $I(k)$  est élevée, le périodogramme présente un pic.

Le périodogramme de la série analysée (figure 1) présente 2 groupes de valeurs élevées de  $I(k)$ , (figure 2).

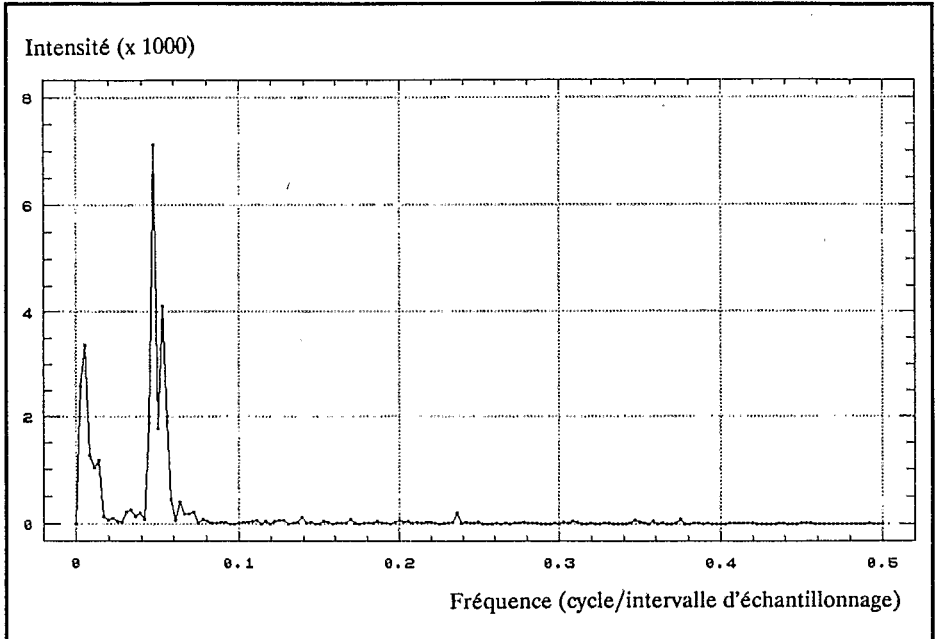


Figure 2. Périodogramme de la série des valeurs en niveau de gris.

Le premier correspond à un signal de fréquence plus faible que celle du phénomène étudié (cette tendance de basse fréquence résulterait d'un éclairage non homogène de l'objet). Pour le second, plusieurs fréquences fondamentales conduisent à des valeurs élevées de  $I(k)$ , la longueur du signal n'étant pas un multiple de la fréquence du phénomène. Ces fréquences encadrent la fréquence réelle  $f_r$  de la composante périodique caractérisant le phénomène de dépôt des microstries ( $f_1 = 0,044 < f_r < f_2 = 0,055$ ). Le nombre réel de microstries sur la zone de lecture étudiée ( $N_r = 18$ ) est effectivement compris entre :

$$m.f_1 (N_1 = 16) < N_r < m.f_2 (N_2 = 20).$$

En retenant la fréquence moyenne caractérisant les deux pics du périodogramme,  $f_{moy} = 0,0495$ , on obtient  $N_r = m.f_{moy} = 18$ .

La démarche proposée présente une contrainte inhérente à l'approche modélisatrice des séries chronologiques périodiques. La série doit être principalement caractérisée par une oscillation stable qui correspond au dépôt d'une microstrie ; ce qui se rencontre sur des segments de longueur variant entre 200 et 20  $\mu\text{m}$  (selon la distance au nucléus) sur une coupe transversale d'otolithe d'individu adulte.

En revanche, on peut relever au moins deux avantages qui concernent :

- la rapidité d'obtention du résultat (pour une série caractérisée par une oscillation stable, le temps entre la sélection de la zone de lecture et l'affichage du résultat ne dépend que de la puissance du moyen de calcul),
- l'objectivité de la méthode (le résultat est indépendant de l'opérateur, or l'on note souvent des différences importantes entre les comptages manuels effectués par plusieurs opérateurs).

Si l'intérêt de l'acquisition semi-automatique de l'information âge au moyen d'un système d'analyse d'image a déjà été prouvée, l'approche modélisatrice de cette information numérisée, encore peu développée, constitue une nouvelle voie de recherche pour le développement intégré de systèmes automatisés d'acquisition et de traitement de l'information relative à l'âge.