

Suzanne TOUZEAU et Jean-Luc GOUZE
INRIA. BP 93. 06902 Sophia-Antipolis Cedex, France

Lorsqu'en pêche, on souhaite modéliser l'ensemble du cycle vital des poissons, il est nécessaire d'exprimer le recrutement (i.e. l'entrée dans la phase exploitable). Certains modèles font appel à un recrutement constant ou purement stochastique. Une autre manière de faire est d'introduire une relation stock-recrutement, qui détermine le recrutement à partir de l'effectif ou la biomasse du stock fécond. Les deux relations classiques les plus utilisées sont celles de Ricker, et de Beverton et Holt (CLARK, 1976). Cependant, les comparaisons entre ces relations et les données expérimentales sont souvent décevantes (HILBORN et WALTERS, 1992). Pour clarifier ces modèles, nous avons modélisé la dynamique de la phase pré-recrutée. En première approche, nous considérons que l'effort de pêche est maintenu constant et intégré dans le terme de mortalité. Nous avons choisi un modèle en temps continu, structuré en (n+1) stades représentés par leur effectif x_i , le premier stade x_0 étant la phase pré-recrutée (œufs, larves, juvéniles).

$$x_0' = -a x_0 - m_0 x_0 + \sum_{i=1}^n f_i l_i x_i - \sum_{i=1}^n p_i x_i x_0 - p_0 (x_0)^2$$

$$x_i' = a x_{i-1} - a x_i - m_i x_i \quad (i = 1, \dots, n)$$

Chaque stade i (1 à n) du stock est soumis à mortalité (mort naturelle et pêche: m_i) et passage (a). Le premier stade d'effectif x_0 est aussi soumis à mortalité (m_0) et passage dans la classe supérieure; le nombre d'œufs (par unité de temps) introduits dans le stade 0 est donné par la somme des ($f_i l_i x_i$), où f_i est la proportion d'individus féconds, et l_i le nombre moyen d'œufs émis par un tel individu. Les juvéniles sont aussi éventuellement soumis à de la prédation parentale du stade i ($p_i x_i x_0$) et de la compétition ($p_0 x_0^2$).

Relation stock-recrutement ? A partir de simulations, nous avons représenté le recrutement instantané: $r(t) = a x_0(t)$ en fonction du stock fécond à cet instant: $x_f(t) = \sum_{i=1}^n x_i(t)$ (figure ci-dessous).

- On remarque que pour un jeu de paramètres donné :
- cette "relation stock-recrutement" n'est pas une fonction : à un stock fécond donné correspondent plusieurs recrutements possibles,
- elle dépend fortement des conditions initiales; il existe plusieurs répartitions dans les stades du stock donnant un même point initial sur le graphique : (x_f, r).

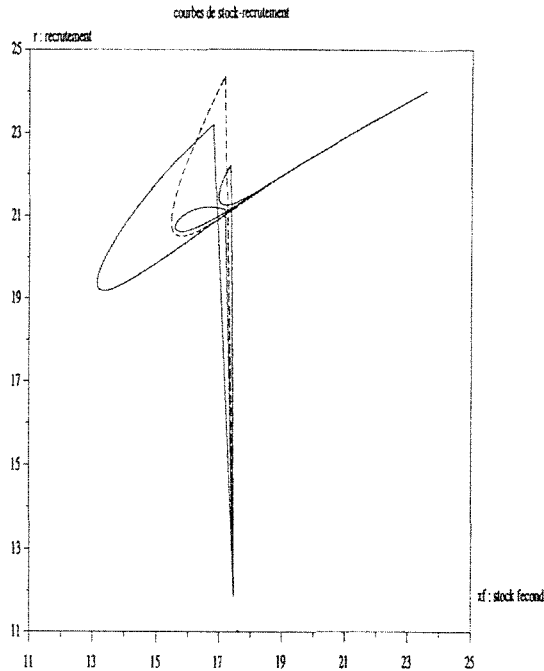
La seule manière de retrouver une relation biunivoque stock-recrutement est de faire les hypothèses très restrictives suivantes:

- dynamique sur les juvéniles très rapide;
- pour tout i : $f_i = f$, $p_i = p$, $l_i = 1$, sauf pour certains indices où tous ces coefficients sont nuls.

On obtient alors une courbe d'allure semblable à celle de Beverton et Holt.

Extensions. Pour mieux intégrer la pêche dans notre modèle, on peut introduire au niveau des termes de mortalité, un terme de contrôle dépendant du temps: l'effort de pêche $E(t)$, tel que: $m_i = m_i' + q_i E(t)$ où: m_i' représente le taux de mortalité naturelle et q_i la capturabilité du stade i . Par ailleurs, la pêche étant un phénomène saisonnier, on peut introduire au niveau des termes ($l_i f_i x_i$) une variable forcée périodique $s(t)$, de période une année. On obtient ainsi une saison de ponte de durée τ dans l'année, en dehors de laquelle aucun œuf n'arrive en phase pré-recrutée.

On peut alors définir une notion de recrutement intégré sur une année et de stock fécond moyen, qu'il est plus facile de comparer avec les données expérimentales.



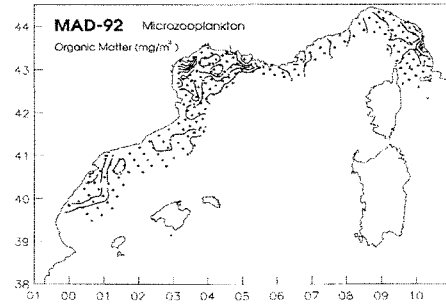
RÉFÉRENCES

CLARK C.W., 1976. Mathematical bioeconomics: the optimal management of renewable resources. Pure and Applied Mathematics. Wiley.
HILBORN R. et WALTERS C. J., 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics & uncertainty. Chapman and Hall, pp 243-268
LAUREC A. et LE GUEN J.-C., 1981. Dynamique des populations marines exploitées - Tome 1: Concepts et modèles. Rapports scientifiques et techniques 45. CNEXO. (cf éditions de l'IFREMER)

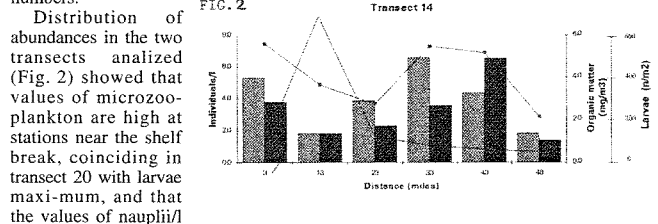
S. TUDELA and I. PALOMERA

Institut de Ciències del Mar, P. Joan de Borbó, s/n. 08039, Barcelona, España

In 1992, spawning season of anchovy (*Engraulis encrasicolus*), samples of microzooplankton were taken simultaneously with ichthyoplankton samples in order to detect favorable areas for the anchovy larval survival, in the area covering Catalan sea, Gulf of Lions and Ligurian sea. Samples of microzooplankton were taken with a 15 cm diameter Bongo fitted with conical nets of 53 μ m, attached at the same wire that the 40 cm diameter bongo used for sampling ichthyoplankton. We analyzed dry weight, organic matter and ashes of 193 samples of microzooplankton. Samples were defrosted and filtered with a mesh of 53 μ m. Organisms bigger than 1 cm were eliminated of the analysis. Later the samples were dried in a stove at constant temperature of 70°C during 24 hours in order to secure total dry. After 4 hours in a dessicator, samples were weighed, with a precision of 1 mg. Afterwards this samples were introduced in a oven at a temperature of 500°C during 1 hour. Ashes were weighed with a precision of 1 mg. Contents of organic matter was then obtained by the difference between dry weight and ashes weight. Composition of different groups of microzooplankton was analysed in samples of 39 stations including two complete transects perpendicular to the coast south (transect 14) and middle Gulf of Lions (transect 20). The gut content of 228 anchovy larvae obtained by the 40 cm bongo net in selected stations along the catalan coast and gulf of Lions was studied. Anchovy larvae were measured with an eyepiece micrometer and afterwards the guts were removed and opened. The contents were identified, counted and copepod developmental stages measured (mm). Maximum concentrations of organic matter were found at Gulf of Lions, with a maximum around 20 mg/m³ at a coastal area near Cap d'Agde. Generally

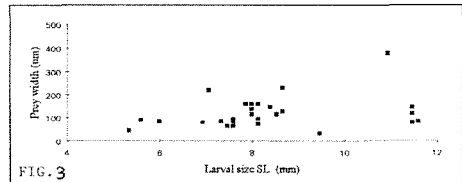


the values over the Gulf were high and we can see two more high values in the central area (11 mg/m³) and near the mouth of the Rhone river. Going to the south the values were lower until the delta of the Ebro river with a maximum of 12 mg/m³. At the Ligurian sea, the values were generally lower, only a maximum of 11 mg/m³ in front of Livorno. (Fig. 1). In fact, maximum values coincide with areas of lower salinities in the zones of outflow of rivers. Anchovy larvae were found near the shelf break (GARCIA, 1994) in areas where the values of microzooplankton were relatively high. Nauplii and copepodites were the dominant components of microzooplankton, and were also important cladocers. Other potential preys for anchovy larvae were present but in less important numbers.



The size range of larvae studied for feeding aspects was 3.59 to 13.33 mm SL. Only the 10.52% of the larvae examined had food in their gut. The size range of larvae with food in the gut was 5.33 to 11.59 mm SL. The mean number of particles per feeding larvae was 1.83. The main dietary components were eggs, naupliar and copepodite stages of copepods. Copepod eggs were the 29.5% of the preys, nauplius the 27.2% and copepodites de 31.8%. Other items in the diet were cladocers, pollen of gymnosperms and other organic particles not identified. Cladocers were the bigger preys detected. Measures of the maximum width of preys showed that maximum prey size increases with larvae size. Nevertheless the range of prey size also increases (Fig. 3) meaning that larger larvae feed on larger prey but continues feeding small preys.

The size range of larvae with food in the gut was 5.33 to 11.59 mm SL. The mean number of particles per feeding larvae was 1.83. The main dietary components were eggs, naupliar and copepodite stages of copepods. Copepod eggs were the 29.5% of the preys, nauplius the 27.2% and copepodites de 31.8%. Other items in the diet were cladocers, pollen of gymnosperms and other organic particles not identified. Cladocers were the bigger preys detected. Measures of the maximum width of preys showed that maximum prey size increases with larvae size. Nevertheless the range of prey size also increases (Fig. 3) meaning that larger larvae feed on larger prey but continues feeding small preys.



REFERENCES

GARCIA, A. et al., 1993.-Northwestern Mediterranean anchovy. Distribution, biology, fisheries and biomass estimation by different methods. Final Report Study Contract FAR Project MA 3.370. U.E. DG XIV.

