

## Modélisation biophysique pour la prévision du recrutement



Exploited fish populations are dependent on recruitment (i.e. size of the new year class) to sustain their abundance. Recruitment variations are related to hydroclimatic variations and may accentuate the detrimental effects of fishing. Recruitment prediction requires accurate fisheries oceanographic tools, which are expected to be more reliable than large-scale correlation analyses between fish abundance and climate variables. Recruitment is the result of the integration over a season and large oceanic areas of processes affecting larval survival, which are dependent on small-scale mechanisms. Hydrodynamic models are a tool to perform this integration. This thesis aims at exploring and modelling physical-biological interaction mechanisms in order to provide recruitment predictions usable for fisheries management. This thesis integrates into general scientific problematics in ecology, variability analysis and spacetime scale integration. It is applied to the case of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay, an important social and economic resource for Spain and France. Due to the short life of the species, the fishery mainly relies on the success of annual recruitment. The methodology developed proceeds in three stages : 1. Exploration of biophysical interactions and modelling of growth and survival at the individual scale. To tackle larval survival mechanisms, the main data available are past growth (otolith) records of individuals sampled at sea. The drift history of these individuals is reconstructed by a back-tracking procedure using hydrodynamic simulations. Along the individual trajectories obtained, the relationships between real growth variation and variations in physical parameters (estimated by hydrodynamic simulations) are explored. These relationships are then used to build and adjust individual-based growth and survival models. 2. Simulation and integration from individual to population scale, leading to recruitment prediction. Thousands of virtual buoys are released in the hydrodynamic model in order to reproduce the space-time spawning dynamics. Along the buoy trajectories (representative of micro-cohorts), the biophysical model is run to simulate growth and survival as a function of environment encountered. The survival rate after three months of drift is estimated for each micro-cohort. The sum of all these survival rates over the season constitutes an annual recruitment index. This index is successfully validated over a series of recruitment estimations. 3. Biophysical simulation analyses. Space-time survival windows are first localised and analysed, which highlights the main mechanisms responsible for recruitment variability at the different scales: retention of larvae and juveniles in favourable habitats over the shelf margins and turbulence effects. These mechanisms are related to the variations of wind direction and intensity during spring and summer. The biophysical simulator is then used to study the properties of the interaction between the population (influence on spawning) and its environment (influence on survival). The differences between the real spawning distribution (according to field surveys) and the spawning distribution that would maximise survival (according to the biophysical model) reveal the effects of the abundance and spawning behaviour of the different age classes. The simulator shows the influence of spawning strategies (i.e. of the stock demography) on recruitment on a multiannual scale and its theoretical implications on the mid-term dynamics of the population interacting with a variable environment.

Les populations exploitées par la pêche sont dépendantes du recrutement (nombre de jeunes poissons constituant la nouvelle classe d'âge annuelle) pour assurer leur renouvellement. Le recrutement varie en relation avec l'hydroclimat, phénomène à l'origine de fluctuations importantes des stocks, qui peuvent amplifier les effets de l'exploitation. La prévision du recrutement requiert des outils d'océanographie halieutique plus fiables que les analyses de corrélation à grande échelle entre abondance des stocks et paramètres climatiques. Le recrutement dans la population est le résultat de l'intégration, sur une saison et sur de vastes zones océaniques, des survies aux stades larvaires sous la dépendance de mécanismes à petite échelle. Les modèles hydrodynamiques constituent un outil pour réaliser cette intégration. L'approche définie consiste à explorer puis modéliser les mécanismes d'interaction physique-biologie pour fournir une prévision du recrutement utilisable de manière opérationnelle en gestion des pêches. Cette thèse s'inscrit dans une problématique scientifique générale en écologie, l'analyse de la variabilité et l'intégration des échelles spatio-temporelles. Son application concerne l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) dans le golfe de Gascogne, ressource importante pour l'Espagne et la France sur le plan économique et social. Le recrutement annuel constitue, en raison de la courte durée de vie de l'espèce, l'essentiel de la population exploitée par la pêche. La méthodologie mise en oeuvre procède en trois grandes étapes : 1. Une phase d'exploration des interactions biophysiques et de modélisation de la croissance et de la survie à l'échelle individuelle. Pour approcher les mécanismes de la survie larvaire, on dispose essentiellement de données descriptives de la croissance passée (otolithes) d'individus prélevés en mer. La méthode utilisée consiste à se servir d'un modèle hydrodynamique pour reconstituer l'histoire de dérive de ces individus depuis leur naissance. Le long de ces trajectoires individuelles, on explore les relations entre l'évolution de leur croissance (réelle) et l'évolution des paramètres physiques calculés par le modèle hydrodynamique. Cette approche exploratoire permet de construire un modèle biophysique individu-centré de croissance et de survie. 2. Une phase de simulation et d'intégration de l'échelle individuelle à celle de la population, aboutissant à la prévision du recrutement. Des milliers de bouées virtuelles sont relâchées dans le modèle hydrodynamique de manière à reproduire la dynamique spatio-temporelle de la ponte. Le long de leurs trajectoires, on simule à l'aide du modèle biophysique les processus de croissance et de survie en fonction de l'environnement rencontré. Au bout de trois mois de dérive, on obtient une estimation du taux de survie pour chaque trajectoire. La somme de ces taux de survie sur l'ensemble de la saison constitue un indice de recrutement annuel. Cet indice est validé avec succès sur une série d'estimations annuelles du recrutement. 3. Une phase d'analyse des simulations réalisées à l'aide du modèle biophysique. La localisation des fenêtres spatio-temporelles de survie permet de mettre en lumière les mécanismes essentiels de la variabilité du recrutement aux différentes échelles : rétention des larves et des juvéniles dans les habitats favorables du plateau continental (accores) et effets de la turbulence. Ces mécanismes apparaissent directement liés aux variations de la direction et de l'intensité des vents au cours du printemps et de l'été. Le simulateur biophysique permet aussi d'étudier les propriétés de

l'interaction entre la population (influent sur la ponte) et l'environnement (influent sur la survie). Les écarts entre la distribution des pontes maximisant la survie (selon le modèle) et leur distribution réelle (selon des observations) font apparaître les effets de l'abondance et du comportement des différentes classes d'âge. Le simulateur permet de montrer une influence des stratégies de ponte (donc de la démographie du stock) sur le recrutement à une échelle pluriannuelle et ses implications théoriques sur la dynamique à moyen terme de la population en interaction avec un environnement variable.

**Auteurs du document** : Allain, Gwenhael

**Obtenir le document** : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes

**Mots clés** : Anchovy, Upwelling, Turbulence, Retention, Fisheries management, Population dynamics, Stock environment interaction, Stock recruitment relation, Scale integration, Individual based models, Survival, Growth, Otolith, Physical biological interactions, Prediction, Recruitment, Turbulence, Rétention, Méso échelle, Intégration des échelles, Modèle de survie, Modèle de ponte, Modèles individu centrés, Modèles de corrélation, Modèles stochastiques, Juvéniles, Larves, Otolithe, Modèle de croissance, Interactions physique biologie, Préviation, Recrutement

**Thème (issu du Text Mining)** : MILIEU NATUREL, SCIENCES EXACTES SCIENCES HUMAINES

**Date** : 2004-05-10

**Format** : text/xml

**Langue** : Inconnu

**Droits d'utilisation** : info:eu-repo/semantics/openAccess, restricted use

**Télécharger les documents** : <https://archimer.ifremer.fr/doc/2004/these-5.pdf>

<https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/5/>

**Permalien** : <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/modelisation-biophysique-pour-la-prevision-du-recrutement0>



Ce portail, créé et géré par l'Office International de l'Eau (OIEau), est géré avec l'appui de l'Office français de la biodiversité (OFB)

