

**UN MODELE DE SIMULATION BIOECONOMIQUE  
AUTOREGENERANT APPLICATION A L'ETUDE DES SOURCES DE  
VARIABILITE DANS LES PECHEES.**

**Christian Chaboud<sup>a</sup>**

**I - PRINCIPE GENERAL DE LA MODELISATION**

Le modèle présenté ici s'inscrit dans la tradition de la modélisation bioéconomique (Anderson 1986, Clarck 1985 et 1990, Hannesson 1978) qui vise à représenter les interrelations entre un stock de capital naturel (la ressource) et l'activité économique dont elle est le support. L'activité est ici représentée de façon très schématique à travers une variable appelée effort de pêche, de façon similaire aux modèles employés par les biologistes halieutes.

Ce modèle autorégénérant fonctionne sur un pas de temps annuel (bien que des relations sur des périodes plus courtes soient prises en compte dans la dynamique de la ressource naturelle). Ce modèle présente un certain nombre de caractéristiques propres. Tout d'abord il ne s'agit pas d'un modèle d'optimisation, il ne vise pas à trouver la meilleur des solutions possibles en fonction de contraintes biologiques et/ou économiques. Il ne vise pas à représenter des situations d'équilibre, au sens biologique ou économique. Bien que la dynamique représentée puisse converger vers des attracteurs d'équilibre, elle est avant tout caractérisée par la possibilité de déséquilibres qui peuvent ou non se résorber, voire s'amplifier. Ce modèle suppose par ailleurs l'existence d'une dynamique endogène de l'activité, parallèle à celle de la ressource. Cette dynamique peut être modifiée par des décisions d'aménagement annuelles, simples ou complexes. La possibilité d'introduction d'éléments stochastiques autour des relations "moyennes" (Allen, 1994) biologiques ou économiques permet d'introduire des éléments d'incertitude dans la dynamique simulée. Enfin

---

a - Economiste. Laboratoire d'Halieutique et Ecosystèmes Aquatiques, Centre ORSTOM BP 5045 Montpellier Cedex 1

il s'agit d'un modèle mono-spécifique avec un seul métier qui reprend les hypothèses classiques d'analyse des pêcheries unitaires.

La figure 1 présente le schéma général des interrelations présentes, au cours d'un cycle de simulation.

Le modèle comprend ainsi deux composantes :

- Un module économique où sont présentes, sous forme schématique, les principales relations entre les quantités et les prix (fonctions de demande), la formation des coûts, du profit privé et de la rente économique, les instruments de la politique de gestion, la fonction d'entrée et sortie dans la pêcherie.

- Un modèle biologique analytique qui comprend les relations habituelles en la matière : fonction de croissance, relation entre le poids et la longueur, équation de mortalité totale et par pêche, relation entre le stock fécond et le recrutement.

Le modèle développé fonctionne sur un ordinateur de type PC. Une interface permet de préciser les paramètres de simulation au moyen de menu, et de suivre le déroulement de la simulation sur l'ensemble des périodes au moyen de graphes dynamiques qui représentent l'évolution des principales variables d'état de la pêcherie.

## **II - OBJECTIFS DE LA MODELISATION**

Ce modèle peut être utilisé pour différents objectifs :

- Il permet de représenter la dynamique d'une pêcherie (activité économique et ressource biologique) en fonction des paramètres initiaux de la simulation. On retrouve alors les courbes "classiques" de la bioéconomie et de la dynamique des populations. Il permet de tester quelles sont les valeurs des paramètres qui permettent à la pêcherie de converger vers un état d'équilibre stable ou au contraire de suivre une trajectoire cyclique divergente, voire chaotique.

- Il permet de tester l'impact de mesures d'aménagement annuelles. Il peut s'agir d'une politique faisant appel à un seul outil (taxes, subvention, licences, quotas, âge à la première capture, prix de retrait), ou bien à plusieurs de ces outils à la fois.

- Il permet enfin de mesurer l'impact de sources de variabilité environnementale ou économique sur la dynamique de la pêcherie. L'efficacité des différentes mesures d'aménagement dans un tel contexte peut ainsi être évaluée. La capacité des pêcheries à faire face à de fortes contraintes de

variabilité peut également être testée, en fonction des valeurs des différents paramètres des composantes économiques et biologiques.

### **III - EXEMPLES DE SIMULATION**

Deux exemples de simulation sont proposés.

Le premier montre, dans le cas d'une pêcherie de petits pélagiques côtiers, l'impact de diverses politiques d'aménagement dans un contexte déterministe.

La figure 2 présente la réaction de trois variables d'état (prise, flottille et biomasse féconde) aux mesures suivantes :

- passage de l'âge à la première capture (variable de contrôle  $t_c$ ) de 1.5 à 2 à l'année 34.
- intervention sur le marché du poisson avec l'instauration d'un prix de retrait égal à 150 à l'année 61.
- retour à un âge à la première capture égal à 1.5 à l'année 77.

La figure 3 présente quelques relations entre variables d'état : relation stock-recrutement, offre et demande, relation entre biomasse féconde et flottille. Elle met également en évidence les déplacements des points d'équilibre suite aux décisions de gestion et les cheminements entre ces positions.

Le second présente l'évolution d'une pêcherie thonière industrielle dans un contexte d'incertitude. Elle-ci est présente dans le comportement de la ressource (dans la relation stock-recrutement) et dans les relations économiques (formation des prix et fonction de coût).

La figure 4 montre l'évolution et l'histogramme des captures. Sur la figure 5 sont présentés la relation entre le stock et le recrutement et les histogrammes de ces deux variables. Enfin, l'évolution des effectifs des cohortes et des classes d'âge du stock exploité est mise en évidence à la figure 6.

### **IV - CONCLUSION**

Cette rapide présentation du modèle bioéconomique avait pour objectif principal d'en présenter les principes généraux et quelques résultats caractéristiques. En dépit des critiques souvent adressés à ces modèles il nous semble cependant qu'ils constituent encore une voie intéressante pour la représentation de la dynamique des pêcheries (et non pas seulement pour leur optimisation). Le développement d'outils informatiques puissants et néanmoins

conviviaux permet désormais de mettre au point des modèles de façon plus aisée et de simuler la dynamique des systèmes halieutiques en fonction de nombreuses hypothèses. A terme ce genre de modélisation devra s'orienter vers des simulations répétées (Méthode de Monte Carlo) et, pourquoi pas, vers de nouvelles méthodes d'aide à la décision moins mécanistes et déterministes que celles retenus jusqu'ici dans le domaine des pêches.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- ALLEN (P.M.), 1994.-Evolutionary complex systems: models of technology change. In : *Evolutionary economics and chaos theory* L. Leydesdoorf et P. Van Den Besselaar eds ,Pinter Publisher, London : 1-17
- ANDERSON (L.G.), 1986.- *The economics of fishery management*, The Johns Hopkins University Press, 296 p.
- HANNESON (R.), 1978.- *Economics of fisheries*. Universitetsforlaget , 155 p.
- CLARCK (C.W.), 1985.- *Bioeconomic modeling and fisheries management*. WILEY interscience, 291 p.
- CLARCK (C.W.), 1990.- *Mathematical bioeconomics the optimal management of renewable resources*. WILEY interscience, 386 p.

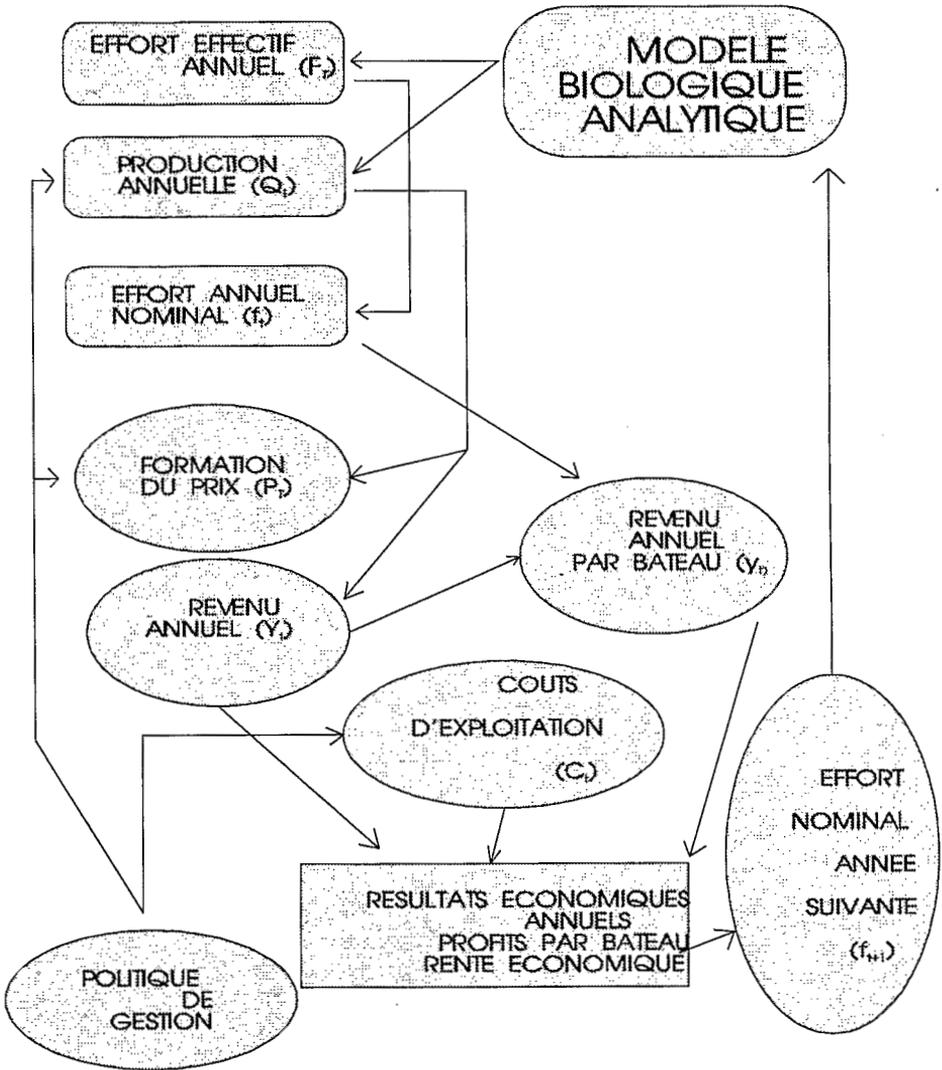


Figure n°1 : schéma des principales relations sur une période de simulation

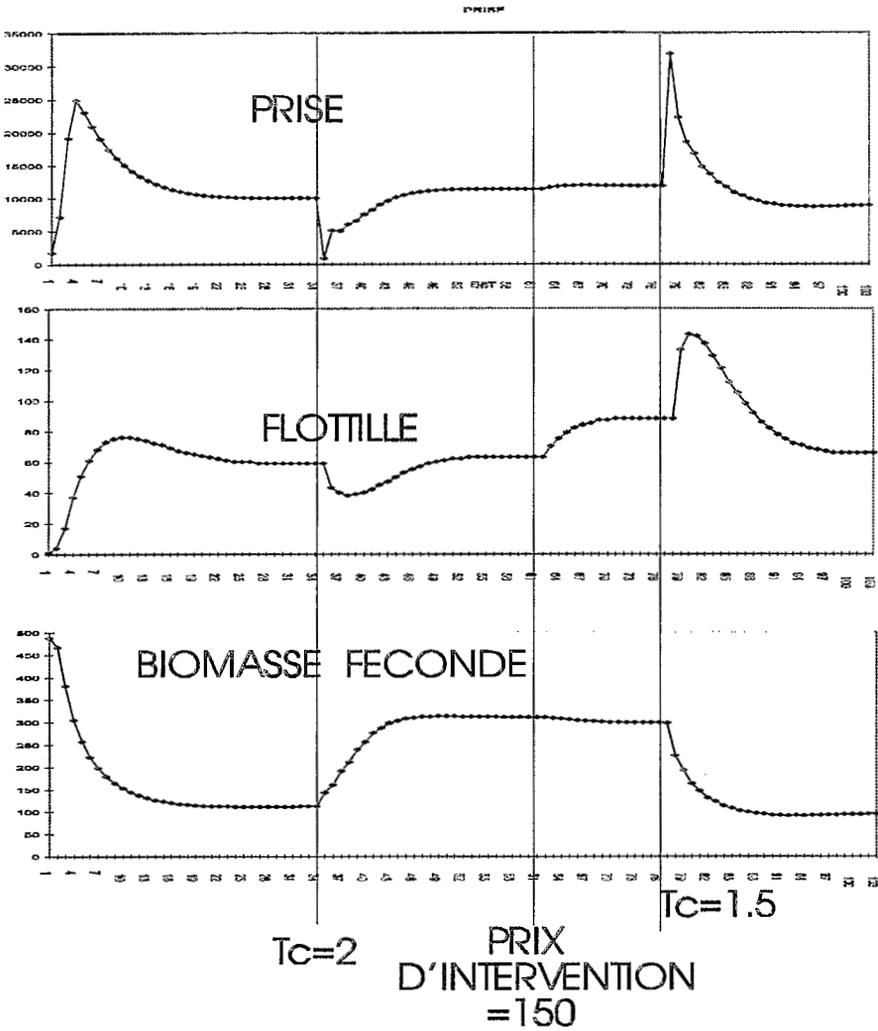


Figure n°2 : simulation n°1. Evolution de quelques variables d'état en fonction de mesures de gestion.

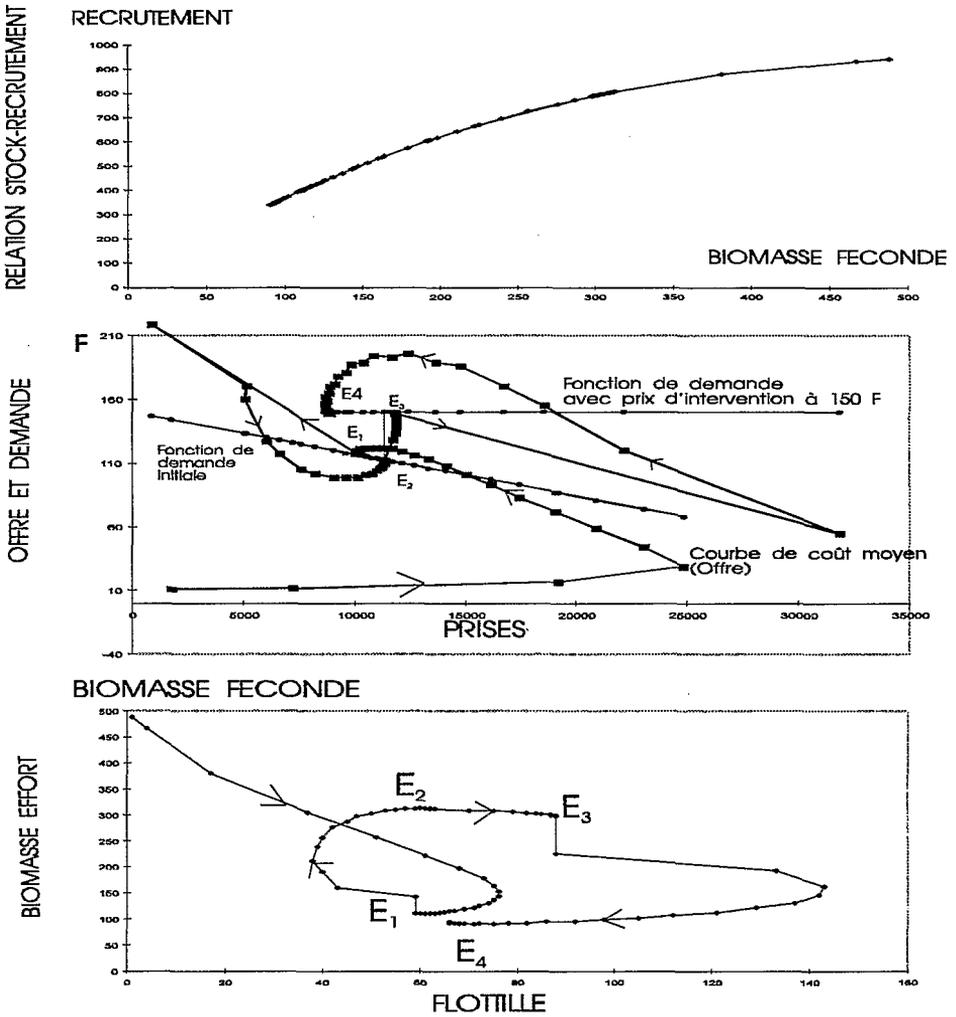


Figure n°3 : simulation n°1. Quelques relations entre variables d'état.

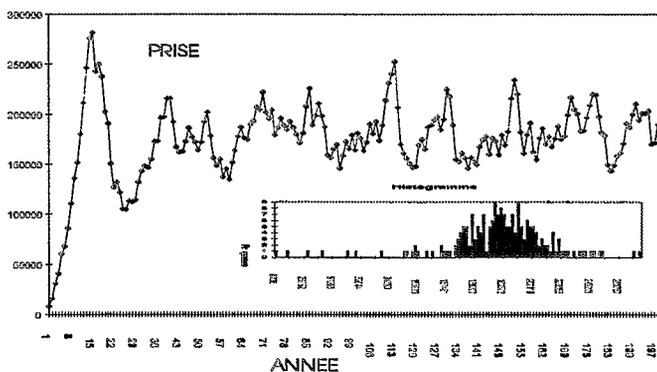


Figure n°4 : simulation n°2. Evolution temporelle et histogramme des captures.

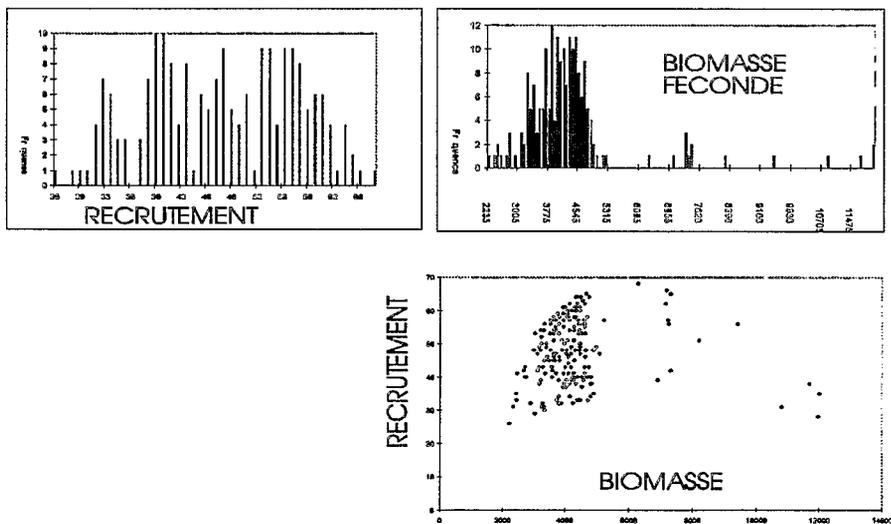


Figure n°5 : simulation n°2. Relation entre biomasse féconde et recrutement.  
Histogramme des variables

SUIVI DE L'EFFECTIF DES COHORTES : 20 PREMIERES ANNEES DE SIMULATION

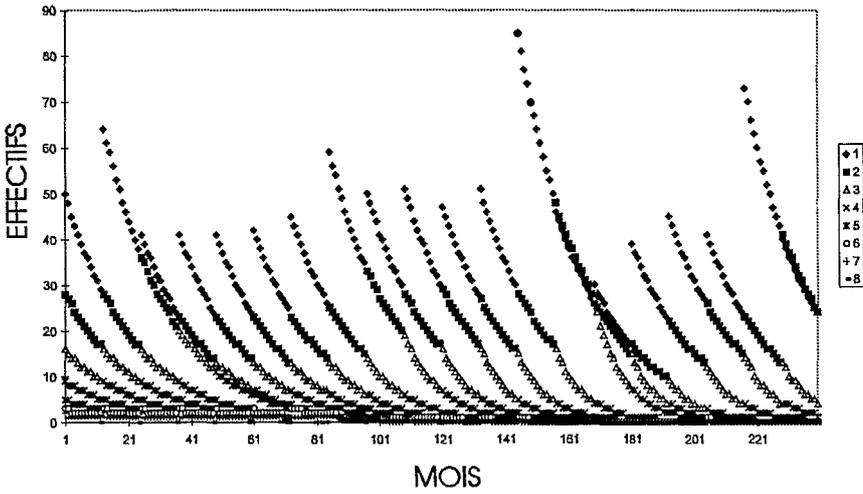


Figure n°6 : simulation n°2. Suivi de l'effectif des cohortes durant les 20 premières années de simulation.