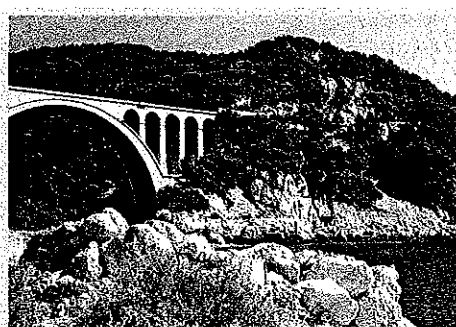
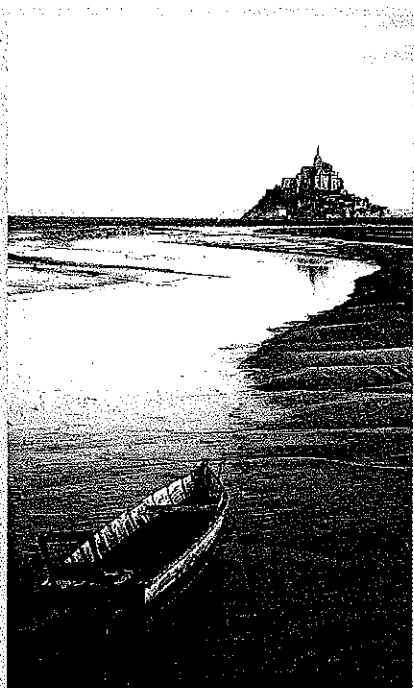


# Systemes écologiques et actions de l'homme

*Séminaire de Carry-Le-Rouet*

15, 16, 17 septembre 1997



CENTRE NATIONAL  
DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Programme Environnement, Vie et Sociétés

PROGRAMME THÉMATIQUE  
"SYSTÈMES ÉCOLOGIQUES ET ACTIONS DE L'HOMME"

COVIABILITÉ DES SYSTÈMES ÉCOLOGIQUES ET ÉCONOMIQUES  
HALIEUTIQUES. APPROCHES MODÉLISATRICES EN MILIEU MARIN

RESPONSABLE

Jean LE FUR (remplace P. Cury et C. Chaboud)  
ORSTOM - HEA  
BP 5045, 34032 Montpellier  
Tél.: 04 67 63 69 82. Fax : 04 67 63 87 78  
E-mail: lefur@orstom.fr

PARTICIPANTS

• *Marie-Hélène Durand, Jean Le Fur, Philippe Cury,  
Christian Chaboud, Francis Laloë, Nicolas Pech*

ORSTOM-HEA  
BP 5045  
34032 Montpellier cedex

• *Christophe Lepage*  
CIRAD-GREEN  
Campus de Baillarguet, Montferrier,  
BP 5035  
34032 Montpellier cedex  
Tél. : 04.67.59.38.28

• *Yunne-jai Shin*  
ORSTOM-LIA  
32, avenue Henri Varagnat  
93143 Bondy cedex.  
Tél. : 01 48 02 55 25 (secr. Sandrine Vallat), 01 48 02 55 24

MOTS-CLÉS

Inertie, diversité, modèles, pêche, écosystèmes marins.

# Co-viabilité des systèmes écologiques et économiques halieutiques : approches modélisatrices en milieu marin.

## Introduction

Aujourd'hui l'avenir des pêches mondiales inquiète la plupart des intervenants de ce secteur. Entre 1950 et 1995, la production des ressources mondiales halieutiques est passée de 19 à 100 millions de tonnes; cette dernière valeur, atteinte depuis maintenant cinq années, est aujourd'hui considérée comme un seuil<sup>1</sup> (FAO, 1996).

L'halieutique ou "science des pêches" est un domaine de recherche appliquée où se combinent divers champs disciplinaires (biologie, économie, sociologie, géographie, histoire, droit, statistiques, ...). Les études qui ont été développées dans ces grandes branches disciplinaires considèrent le plus souvent une composante conditionnellement aux autres. Par exemple :

- L'approche des biologistes des pêches est de considérer avant tout les espèces marines exploitées conditionnellement aux activités de pêche
- L'approche des économistes des pêches est de considérer avant tout l'activité de pêche conditionnellement à la dynamique des espèces exploitées.

Ainsi les disciplines coexistent et chacune conserve sa propre représentation du monde. Pourtant, si on considère qu'une limite est atteinte ou sur le point de l'être, cela oblige à un certain nombre de questions qui devraient être abordées conjointement par ces diverses disciplines. Une de ces questions est la compatibilité des évolutions de chacun des composants qui constituent une exploitation (voir Encart)

### La viabilité en halieutique

La viabilité des exploitations halieutiques peut être définie comme la capacité de **reproduction**, à diverses échelles de temps, des principaux éléments qui les constituent et des fonctionnalités qui les structurent. Ces éléments sont les ressources exploitées, les écosystèmes qui les accueillent, les éléments économiques (unités de production, structures de commercialisation et marchés), techniques (technologie, savoir-faire), et de nature sociale (communautés de pêcheurs, familles, organisations communautaires et professionnelles). Traiter de la viabilité implique donc l'**articulation**, au sein d'une problématique commune, des questions concernant la reproduction des éléments naturels, économiques et sociaux qui interagissent au sein des exploitations.

Les conditions de viabilité relèvent de caractéristiques endogènes et de facteurs exogènes. Les caractéristiques **endogènes** reflètent la capacité de l'exploitation à faire face à des modifications de l'environnement ainsi qu'à produire des changements susceptibles d'assurer sa pérennité. La viabilité, qui ne suppose pas nécessairement une reproduction à l'identique, prend en compte la possibilité de transformation qualitative de la structure et du fonctionnement des pêcheries. L'**innovation** économique, technique ou organisationnelle dans les pêcheries, l'**adaptabilité** des pêcheurs à la variabilité de facteurs économiques ou environnementaux peuvent être ainsi envisagés comme des facteurs de viabilité. Les facteurs **exogènes** se réfèrent aux innovations institutionnelles économiques ou techniques ainsi qu'aux modifications de la nature et de la composition des peuplements naturels qui constituent la ressource. Ces changements peuvent modifier les degrés de liberté dans l'**évolution** possible des pêcheries ou bien encore changer leur capacité de résilience.

Cette étude propose une réflexion sur la viabilité des systèmes halieutiques et sur les échelles devant être prises en compte, en particulier pour représenter l'articulation entre systèmes éco-

<sup>1</sup> Pour certains la limite n'est pas encore atteinte (certaines pêcheries en Méditerranée ou tropicales n'ont pas encore atteint leur limites), pour d'autres (Pauly 1996), la limite est déjà irréversiblement dépassée.

logiques et systèmes économiques. Nous avons ainsi réuni un certain nombre de réflexions et d'approches de modélisation qui tentent de considérer les dynamiques des environnements physiques, écologiques, économiques, d'exploitation ainsi que la nature et le fonctionnement des interfaces entre ces composants. La viabilité des systèmes exploités est abordée à travers l'étude et la représentation de différents concepts.

## Diversité et adaptation

La viabilité de nombreuses pêcheries repose sur l'articulation entre diversité technique et diversité biologique. Ces diversités et leurs articulations s'observent à diverses échelles de temps ; quelques jours en fonction de l'état de la mer et du vent, quelques mois en fonction des saisons, quelques années ou décennies en fonction des modifications des compositions spécifiques, des innovations technologiques, de l'émergence ou de la disparition de marchés... C'est le cas de la pêche artisanale au Sénégal qui se caractérise par une grande diversité de la ressource (de très nombreuses espèces sont exploitées), combinée à une grande diversité des tactiques mises en oeuvre par les pêcheurs.

Pour rendre compte de cette capacité d'adaptation, ainsi que des changements apportés par l'adoption des nouvelles techniques, on peut décrire, pour chaque unité de pêche, la gamme de ses choix possibles et la règle de décision qui la conduit à adopter une technique donnée à un moment donné (Laloë *et al.*, 1997).

Certaines situations, viables dans certaines conditions d'environnement de la ressource et des pêcheurs, cessent de l'être dans d'autres. Une des conditions de la viabilité de l'exploitation réside dans la redistribution efficiente et au bon moment, des différents types d'activité. La capacité d'adaptation d'une exploitation serait donc conditionnée par un niveau de diversité des activités compatibles avec la diversité et les fluctuations de la ressource qu'elle exploite. La détermination de cette "diversité requise" reste à faire, dans le domaine halieutique tout au moins.

## Dynamiques globales et changements locaux

Les interactions entre dynamiques de différentes échelles sont nombreuses et concernent toutes les disciplines. Par exemple :

- les modifications globales du climat perturbent les conditions environnementales locales. Il a été fait l'hypothèse que ces changements climatiques pourraient altérer la dynamique des espèces pélagiques dans les grands upwellings côtiers et à terme introduire des changements radicaux dans la dynamique et la répartition mondiale des stocks pélagiques côtiers (Bakun, 1990).
- que cela soit pour des espèces de faible ou de haute valeur commerciale, les produits de la mer entrent pour une grande part dans le commerce international. Le marché, unifié, largement internationalisé, est soumis à une forte concurrence où les conditions de production locales et le caractère particulier propre aux dynamiques différentes des diverses espèces concernées ne peuvent plus se faire valoir (Durand, 1997).
- Enfin, il apparaît que les stocks considérés globalement pour leur gestion, sont en fait constitués d'un grand nombre de populations locales dont l'existence semble déterminer la résilience des systèmes exploités.

## Inertie et viabilité des systèmes

L'érosion de la diversité marine intra-spécifique semble conduire à un déclin progressif de la productivité des ressources marines sur le moyen terme. Le modèle évolutionniste peut être riche d'enseignements dans le cadre de ce problème en ce qu'il constitue finalement le rare modèle naturel qui soit réellement éprouvé. Utilisant des arguments écologiques et évolutionnistes Cury (1994) propose une interprétation du phénomène de "natal homing"<sup>2</sup> en termes de stratégie d'adaptation.

La viabilité de ces systèmes dynamiques impose un compromis entre une dynamique faite d'inertie et d'innovation. Selon Lepage et Cury (1997), une population composée d'« obstinés » et d'« opportunistes » permettrait le maintien des environnements favorables tout en assurant l'exploration de nouveaux environnements et constituerait une stratégie viable. La stratégie de reproduction perçue de cette façon serait alors un processus fondamentalement conservatif éloigné d'une recherche de l'optimalité.

La co-viabilité des pêcheries et des ressources implique alors une adéquation entre les évolutions simultanées de deux systèmes aux vitesses d'évolution différentes. Il semblerait, à long terme, exister une inadéquation entre les modalités d'exploitation et de renouvellement des populations qui aboutit à une diminution progressive de leur résilience. Concilier ces vitesses d'évolution différentes reste un enjeu décisif et constituerait un progrès pour la gestion des ressources renouvelables.

## Les nouvelles approches de la gestion des pêches

Dans un contexte où la soutenabilité des écosystèmes exploités est de plus en plus mise en avant, la théorie traditionnelle des pêches, principalement fondée sur une maximisation des captures à l'équilibre est remise en cause (Catanzano et Rey, 1997). Elle a longtemps été dominée par deux paradigmes, qui peuvent tous deux être considérés comme une tentative de rationalisation des activités halieutiques : celui de la rationalisation biologique de l'exploitation de la ressource, celui de la rationalisation économique de l'exploitation. Ainsi, une stricte logique économique peut, par exemple, conduire à l'extinction, rationnelle, d'une ressource naturelle renouvelable (Clarck, 1990).

Dans le secteur des pêches il existe un certain nombre de caractéristiques qui font que les interactions entre composantes biologiques et économiques peuvent compromettre la viabilité de l'exploitation alors même que la dynamique endogène de la ressource est assurée et/ou que les conditions économiques de rentabilité sont respectées.

Le débat actuel est motivé par différentes perceptions qui sous-tendent des visions différentes de la stabilité et du changement. De ces différentes visions découlent naturellement des modes de gestion différents dans leur essence et leur principe comme par exemple la gestion « adaptative » (Holling, 1978), « holiste » (Botsford, 1997), « précautionneuse » (FAO, 1996), « intégrée » (Stephenson et Lane, 1995).

---

<sup>2</sup> natal homing: Chez la tortue de mer, le saumon, le hareng et nombre d'autres espèces animales marines, on observe des stratégies similaires en matière de reproduction, où les adultes reviennent à l'endroit de leur naissance. Les adultes retournent de façon extrêmement précise sur le lieu de leur naissance afin de placer leur progéniture, la plupart du temps au prix d'une dépense énergétique considérable. Pour ces espèces, l'empreinte (mécanisme éthologique mis en évidence par le prix Nobel Konrad Lorenz) est le mécanisme fondamental qui permet aux individus de placer leur progéniture dans un environnement géographiquement similaire à celui qu'ils ont connu au début de leur vie.

## Approches modélisatrices

Les nouvelles approches en modélisation telles que les simulations individus centrées ou multi-agents permettent d'aborder de nouvelles propriétés des systèmes. Un modèle individu centré formalise l'ensemble des acteurs d'une exploitation, l'environnement dans lequel ils évoluent. Les processus de décision, d'action, de transaction et d'interaction entre ces acteurs sont modélisés à l'aide d'un formalisme multi-agents (Le Fur, 1997).

Par simulation d'un complexe d'acteurs, on étudie le résultat de l'ensemble des processus sur l'exploitation globale dans les domaines économique (richesse de l'exploitation), productif (apport de poisson aux consommateurs) et sociaux (emploi).

Le suivi simultané d'indicateurs dans ces trois grands domaines pose des problèmes lorsqu'ils n'évoluent pas tous dans le même sens. Si l'on considère l'exploitation en termes cybernétiques, il apparaît de nouveaux indicateurs qui permettraient peut-être d'envisager la viabilité des exploitations en s'affranchissant de ces évaluations multi-critères.

## Conclusion

Pour chacune des situations étudiées, nous nous sommes attachés à répondre à la question suivante: quels types de gestion peuvent contribuer à la viabilité des pêcheries dans un ensemble défini de contraintes écologiques, économiques et sociales ?

Cette réflexion construite à partir des concepts précédemment évoqués conduit à l'organisation d'une démarche scientifique pour l'étude et la gestion des ressources renouvelables. Cette démarche est supportée par un ensemble de méthodes d'observation et d'analyse (approches prospective, rétrospective, comparative, modélisatrice). Ces méthodes sont indissociables et des allers-retours permanents sont nécessaires entre les divers points de vue liés aux disciplines impliquées dans la gestion des ressources renouvelables.

Dans l'attente d'une définition canonique, si elle existe, la viabilité pourrait jouer le rôle d'un concept fédérateur permettant de mettre en oeuvre l'interdisciplinarité pour comprendre les tenants et les aboutissants d'une exploitation.

## Références

- Bakun, A. (1990) Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science*, 247:198-201
- Botsford L.W., Castilla J.C. and C.H. Peterson (1997) The management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, 277,509-515.
- Catanzano, J. et H.Rey (1997) La recherche halieutique entre science et action: réflexions sur fonds de crise. *Natures Sciences et Sociétés*, vol.5, n°2: 19-30.
- Clarck, C.W. (1990) *Mathematical bioeconomics, the optimal management of renewable resources*. Wiley Interscience, 386 pages.
- Durand, M.H. (1997) Fishmeal price behavior: global dynamics and short term changes. In: *Global vs local changes in upwelling systems.*, Durand, M.H., Cury, P, Mendelshon, R. Roy, C. and D.Pauly Eds., 465-480 (*in press*).
- Cury P. (1994) Obstinate Nature: an ecology of individuals: Thoughts on reproductive behavior and biodiversity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci (Perspectives)*. Vol. 51 (7): 1664-1673.

- FAO (1996) Precautionary approach to capture fisheries and species introductions. Elaborated by the Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries (Including Species Introductions). Lysekil, Sweden, 6-13 June 1995. 54p. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 2. 54p. ISBN 92-5-103915-1 (NOTE: Previously issued as FAO Fisheries Technical Paper 350.1)
- Holling C.S (ed). (1978) Adaptive environmental assessment and management. Wiley Interscience, Chichester. 377p.
- Le Fur, J. (1997) Modeling fishery activity facing change: Application to the Senegalese artisanal exploitation system. In: Global vs local changes in upwelling systems., Durand, M.H., Cury, P, Mendelhusson, R. Roy, C. and D.Pauly Eds., 481-502 (*in press*).
- Le Page, C. and P. Cury (1997) Population viability and spatial fish reproductive strategies in constant and changing environments: an individual-based modelling approach. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 51 (9): .
- Laloë, F., Pech, N., Sabatier, R. and A.Samba (1997) Model identification and parameter estimation for flexible multi-fleet, multi-species fisheries. FMU Symp., Bergen, 3-5 june 1997 (submitted to Fisheries Res.).
- Stephenson R.L. and D.E. Lane (1995) Fisheries management science : a plea for conceptual change. Can. J. Aquat. Sci. 52 :2051-2056.

Durée du programme: le financement CNRS a été obtenu de façon effective à partir de janvier 1996.

Financement obtenu: par le PIR EVS: 100KF,

par l'Orstom (CS7): 7KF

par l'Union européenne, intégré dans le programme « Diversité et exploitation des ressources démersales dans le golfe de Guinée » (200KF).

Publications effectuées dans le cadre du programme:

- 13 publications à comité de lecture
- 19 contributions écrites (résumés) dans le cadre d'un séminaire organisé sur le thème de la viabilité à Mèze en 1996.
- 3 thèses sont ou ont été effectuées,
- 4 rapports de DEA ont été réalisés: 4 à Paris VI, 1 à Lyon I.

Nombre de chercheurs: 11

Nombre d'équivalents temps plein: 4

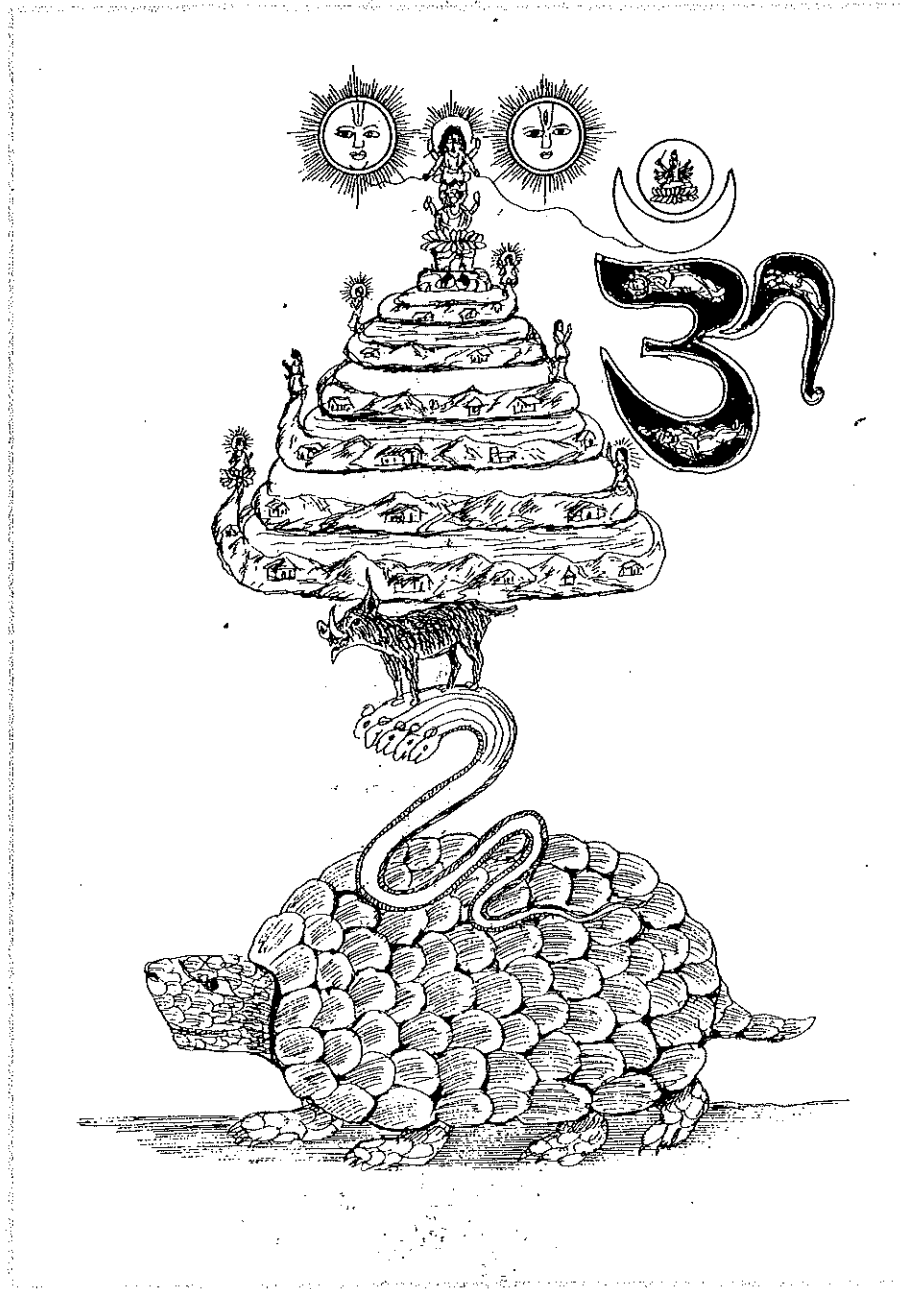
#### **4 à 5 publications importantes effectuées dans le cadre du programme**

- Durand, M.H. (1997) Fishmeal price behavior: global dynamics and short term changes. In: **Global vs local changes in upwelling systems.**, Durand, M.H., Cury, P, Mendelsson, R. Roy, C. and D.Pauly Eds., 465-480 (*in press*).
- Laloë, F., Pech, N., Sabatier, R. and A.Samba (1997) Model identification and parameter estimation for flexible multi-fleet, multi-species fisheries. **FMU Symp., Bergen, 3-5 june 1997 (submitted to Fisheries Res.)**.
- Le Fur, J. (1997) Modeling fishery activity facing change: Application to the Senegalese artisanal exploitation system. In: **Global vs local changes in upwelling systems.**, Durand, M.H., Cury, P, Mendelsson, R. Roy, C. and D.Pauly Eds., 481-502 (*in press*).
- Le Page C. et Cury P. (1996). How spatial heterogeneity influences population Dynamics: simulations in SeaLab. **J. Adaptive Behavior**. Vol. 4 (3) : 255-281.
- Le Page, C. and P. Cury (1997) Population viability and spatial fish reproductive strategies in constant and changing environments: an individual-based modelling approach. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** Vol. 51 (9).



# Systemes écologiques et actions de l'homme

Séminaire de Carry-Le-Rouet - 15, 16, 17 septembre 1997



## *Une des représentations du monde par les Népalais*

Elle montre la fragilité de l'édifice himalayen : la tortue supporte le poisson qui supporte le sanglier qui supporte lui-même la terre, soit l'homme et son environnement. Que la tortue remue doucement ou que le poisson se gratte la tête et se produisent de petits séismes, qu'ils bougent brutalement ou que le sanglier fasse passer la terre de

l'une de ses défenses à l'autre et se produisent de grands tremblements de terre. Cette représentation montre à quel point les sociétés népalaises ont conscience d'évoluer dans un environnement à l'équilibre précaire.

Joëlle Smadja  
UPR 299



CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE