

# L'Économie des pêcheries : une revue de la littérature

## The literature on fishery economics: a survey

Marcel Monette

Volume 62, numéro 2, juin 1986

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/601372ar>  
DOI : <https://doi.org/10.7202/601372ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)  
1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Monette, M. (1986). L'Économie des pêcheries : une revue de la littérature. *L'Actualité économique*, 62(2), 289–305. <https://doi.org/10.7202/601372ar>

Résumé de l'article

La littérature sur l'économie des pêcheries est relativement récente. Deux articles publiés à quelques mois d'intervalle, au milieu des années 50, fixèrent les grandes lignes de l'analyse. Le premier, de H.S. Gordon (1954), est considéré comme l'étude de base sur les modèles statiques des pêcheries. Le deuxième, de A.D. Scott (1955), est présenté comme étant celui qui fixa les fondements de l'analyse dynamique des pêcheries, analyse qui ne prit toutefois son essor qu'au début des années 70 sur la base des développements réalisés dans la théorie moderne du capital.

Notre revue de la littérature ne se veut pas exhaustive. Elle tente plutôt de présenter l'origine du débat et les grands courants de pensée qui existent aujourd'hui. La réflexion tourne cependant toujours autour d'un nombre réduit de questions importantes.

Il ressort de cette revue que la littérature, s'intéressant particulièrement au côté micro-économique de la gestion et de l'exploitation d'une ressource renouvelable, s'est principalement attardée à l'aspect théorique négligeant tant l'aspect empirique que macroéconomique.

## *L'Économie des pêcheries : une revue de la littérature*

Marcel MONETTE\*

*Université de Montréal*

La littérature sur l'économie des pêcheries est relativement récente. Deux articles publiés à quelques mois d'intervalle, au milieu des années 50, fixèrent les grandes lignes de l'analyse. Le premier, de H.S. Gordon (1954), est considéré comme l'étude de base sur les modèles statiques des pêcheries. Le deuxième, de A.D. Scott (1955), est présenté comme étant celui qui fixa les fondements de l'analyse dynamique des pêcheries, analyse qui ne prit toutefois son essor qu'au début des années 70 sur la base des développements réalisés dans la théorie moderne du capital.

Notre revue de la littérature ne se veut pas exhaustive. Elle tente plutôt de présenter l'origine du débat et les grands courants de pensée qui existent aujourd'hui. La réflexion tourne cependant toujours autour d'un nombre réduit de questions importantes.

Il ressort de cette revue que la littérature, s'intéressant particulièrement au côté micro-économique de la gestion et de l'exploitation d'une ressource renouvelable, s'est principalement attardée à l'aspect théorique négligeant tant l'aspect empirique que macroéconomique.

*The literature on fishery economics : a survey.* — The literature on fishery economics is relatively new. Two papers published in an interval of a few months in the mid-fifties have drawn the lines of this analysis. The first, written by H.S. Gordon (1954), is considered as being the seminal work in static fishery economics while the second, by A.D. Scott (1955), is presented as the study which had defined the basis of the dynamic analysis of fishery economics; an analysis which grew in importance in the early seventies due to the developments made in the modern theory of capital.

Our survey is not an exhaustive one. It only presents the origin of the debate and the orientation it is following today. These analyses, however, are always centered around the same few important questions.

It emerges from this survey that the literature has been focusing primarily on the micro-economic aspects of the management and exploitation of a renewable

---

\*Agent de recherche au C.R.D.E.

L'auteur remercie le professeur André Martens pour ses commentaires.

resource while neglecting the empirical as well as the macroeconomic aspects of the problem.

---

## 1 – INTRODUCTION

La littérature sur l'économie des pêcheries est relativement récente. Deux articles publiés à quelques mois d'intervalle, au milieu des années 50, fixèrent les grandes lignes de la réflexion. Le premier, de H. Scott Gordon (1954), est considéré comme l'étude de base sur les modèles statiques des pêcheries. Le deuxième, de Anthony D. Scott (1955), est présenté comme étant celui qui fixa les fondements de l'analyse dynamique des pêcheries, analyse qui ne prit toutefois son essor qu'au début des années 70 sur la base des développements réalisés dans la théorie moderne du capital.

Notre revue de la littérature ne se veut pas exhaustive. Elle tente plutôt de présenter l'origine du débat et les grands courants de pensée qui existent aujourd'hui. La réflexion tourne cependant toujours autour d'un nombre réduit de questions importantes : qui peut pêcher ? quelles technologies peuvent être employées ? quand la période de pêche peut-elle commencer et doit-elle s'arrêter ? quelle quantité peut être pêchée ?

Dans notre effort, nous avons bénéficié des revues de la littérature dues, en particulier, à Butlin (1975), Peterson et Fisher (1977), Légaré (1983, non publiée) et Munro (1982), cette dernière étant, à notre avis, la plus complète et la plus intéressante.

Notre revue se compose de quatre sections. La première décrit le modèle des ressources renouvelables. La deuxième s'attarde à la forme de la fonction de production associée à ce modèle. Viennent ensuite deux sections qui traitent de l'analyse de l'économie des pêcheries dans un cadre statique puis dans un cadre dynamique. Nous concluons par un aperçu des extensions de recherche possibles.

## 2. LA LITTÉRATURE SUR L'ÉCONOMIQUE DES PÊCHERIES

### 2.1 *Un modèle de ressource renouvelable*

Le modèle qui est présenté ici fut conçu à l'origine par Schaefer (1957). Au cours des années 70, la théorie de la croissance récupéra en quelque sorte le modèle. Clark et Munro (1975), avec l'aide de la théorie du contrôle optimal, intégrèrent ces deux courants et présentèrent des résultats généraux et facilement compréhensibles. Leung et Wang (1976), V.L. Smith (1977), Clark *et al.* (1978), Wang et Cheng (1978)

firent également de même tout en tenant compte de la nature particulière du processus d'investissement. Pour citer Peterson et Fisher (1977, p. 682): « ces modèles ressemblent fortement à ceux de la théorie de la croissance, à l'exception du processus naturel de régénération, vu que (dans les modèles traditionnels de croissance) le capital ne croît qu'avec l'investissement ».

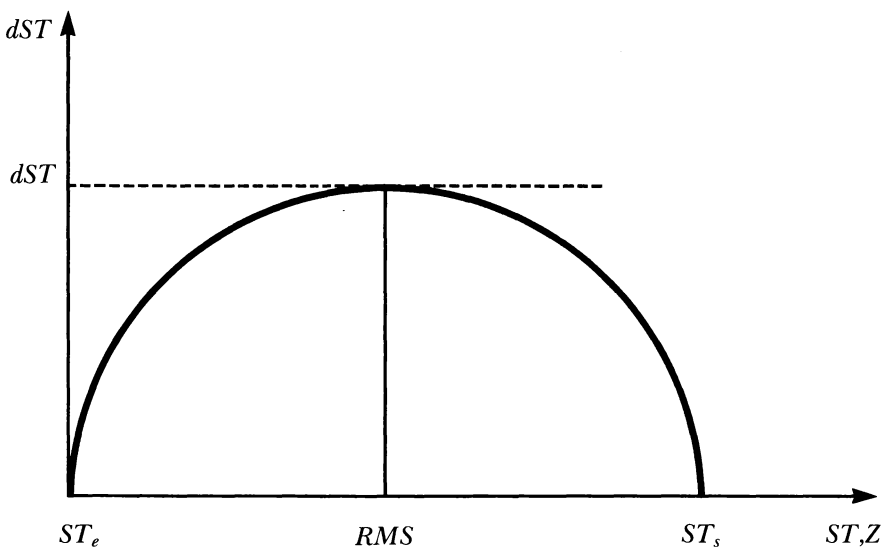
Pour simplifier, le modèle qui suit ne retient qu'une seule espèce de poissons. La variation du stock de poissons à chaque période,  $dST$ , est une fonction du taux naturel (intrinsèque) de croissance,  $\Theta$ , de l'espèce, du stock lui-même  $ST$  (la biomasse en poids) et de  $Z$ , la capacité environnementale du milieu.

$$dST = \Theta \cdot ST (1 - ST/Z) \quad (1)$$

où  $\Theta = r - m$ , soit le taux des naissances moins celui des décès. Il est à noter que plus  $Z$  est grand, plus la croissance du stock,  $dST$ , sera élevée.  $Z$  représente donc le stock maximal que peut supporter le milieu. Si  $ST$  est à son maximum,  $ST = Z$ , et  $dST$  est égal à 0. En d'autres termes, l'équilibre naturel de la population est atteint, la croissance nette étant nulle.

La fonction (1) peut être représentée dans un graphique à deux dimensions (graphique 1). En ordonnée, nous retrouvons  $dST$  et, en abscisse,

GRAPHIQUE 1



$ST$ . La fonction (1) possède donc deux racines: en effet,  $dST = 0$  pour deux valeurs de  $ST$ . Dans un premier cas, le stock est en équilibre lorsque  $ST = ST_e$ , où  $ST_e$  est la population minimale biologiquement viable. Dans un deuxième cas, on est au point d'extinction,  $ST_s = Z$ , où  $ST_s$  est la population maximale que peut soutenir l'environnement. Entre ces deux valeurs limites, nous avons la loi type de la croissance du stock.

À *RMS* ou rendement maximal soutenu, nous sommes au taux maximal auquel l'espèce peut croître et être exploitée de façon indéfinie sans qu'elle ne soit mise en péril, point sur lequel nous reviendrons d'ailleurs plus loin.

Le but de la gestion *biologique* de la ressource étant de déterminer à quel taux sera pêchée l'espèce pour éviter la surexploitation, nous devons compléter le modèle en y introduisant l'action de l'homme. Ce dernier est vu comme un prédateur dans la mesure où il retire de la croissance naturelle  $dST$  une quantité  $X$ . Réécrivons (1) pour tenir compte de cette extension du modèle. Nous redéfinissons ainsi  $dST$  comme étant :

$$dST' = \Theta ST (1 - ST/Z) - X \quad (2)$$

$dST'$  est donc la croissance de la biomasse *nette* de l'exploitation humaine à chaque période. Le stock sera en équilibre lorsque les prises égaleront la croissance naturelle, c'est-à-dire

$$dST = X \quad (3)$$

soit le *rendement maximal soutenu*.

Nous pouvons *dynamiser* ce modèle en introduisant un indice de temps. Nous obtenons alors :

$$ST_{t+1} = ST_t + dST_t \quad (4)$$

soit

$$ST_{t+1} = ST_t + \Theta ST_t (1 - ST_t/Z) - X_t \quad (5)$$

Nous serons au *RMS* lorsque

$$ST_{t+1} = ST_t \quad (6)$$

(6) correspond à la condition (3) affligée d'un indice de temps :

$$dST'_t = X_t \quad (7)$$

Évidemment, cette loi de la croissance a été et est encore sujette à certaines attaques. En général, les opposants la trouvent trop simple. Southey (1972) a démontré que différents processus de croissance peuvent affecter les conclusions tirées des modèles des pêcheries ; Hannesson (1975) ainsi que Conrad (1982) et Wilson (1982) ont fait intervenir d'autres éléments d'explication tels que : la structure âge-sexe de la population, l'environnement ( $Z$ ) . . .

## 2.2 *La fonction de production associée au modèle de ressource renouvelable*

Maintenant que nous avons expliqué le processus de croissance du stock, il s'agit d'en décrire le processus d'extraction. Ce dernier peut être représenté sous la forme d'une fonction de coûts ou de production. La deuxième option est préférable car elle permet les entrées et les sorties des agents (les pêcheurs) dans le secteur de production, ce qui est particulièrement utile lorsque nous faisons face à une ressource de propriété commune. De plus, une forme bionomique qui retient à la fois des arguments biologiques et économiques, et qui permet d'explicitier les liaisons stock-flux, est particulièrement utile pour ce type d'analyse.

La forme générale de la fonction peut s'écrire :

$$X = f [EF, ST, t] \quad (8)$$

où  $X$  est la quantité pêchée,  $EF$  est l'indice de l'effort de pêche, c'est-à-dire les quantités d'intrants utilisés dans l'extraction et  $ST$  est le stock de poissons.  $ST$  est introduit dans la fonction pour permettre au rendement de la période passée d'affecter celui de la période présente. Le symbole  $t$  représente le progrès technique. Finalement,  $f$  est une fonction qui peut prendre des formes alternatives : CES, Cobb-Douglas, Leontief . . .

Les signes attendus sont :

$$f_{St} > 0;$$

$f_{ST, ST} > 0$ , il y a avantage à avoir un gros stock, ce qui permet d'augmenter l'extrait avec un effort de pêche donné ;

$f_{EF} > 0$  et  $f_{EF, EF} < 0$ , il y a donc des rendements décroissants provoqués par l'affluence des pêcheurs dans le voisinage de la ressource.

L'équation (8) doit donc être vue comme une formulation générale qui permet de déterminer les prises d'équilibre de long terme. Nous reviendrons sur le signe des dérivées, mais, avant toute chose, nous aimerions nous attarder à la notion d'effort.

L'*effort de pêche* est défini vaguement comme une mesure des intrants nécessaires au processus de pêche. Il s'agit d'une combinaison de capital (tonnage et largeur de bateau, puissance de moteur, nombre de filets . . .) et de main-d'oeuvre (équipage, nombre d'heures-année) [Légaré (1983)]. C'est donc un bien composite dont il est difficile de quantifier le contenu exact.

Par exemple, pour Griffin *et al.* (1976), l'effort est défini comme le nombre de jours de pêche pour un bateau donné, multiplié par un indice d'effort par bateau (ce qui nous donne un indice de la puissance relative de pêche). McGaw (1981) utilise le nombre de jours-bateau pour déterminer une fonction d'offre d'effort.

Une remise en cause plus fondamentale est due à Huang et Lee (1976) qui reprochent à la notion d'effort d'être plus un instrument de mesure des biologistes que des économistes.

*“Fishing effort is originally a fishery biologist's tool to measure the impact of fishing on a fish stock or fishing mortality. A fishery production function is formulated to measure catch ratio by adopting varying levels of inputs. But if fishing effort itself is measured by catch, it makes no sense to regard fishing effort as a determining variable. Also, it is very difficult to determine the cost or price of the single variable 'fishing effort'”. (p. 848)*

Il serait donc préférable, selon eux, de construire un vecteur d'intrants qui permettrait de séparer l'indice d'effort en ses diverses composantes, le travail et le capital entre autres. Cette remise en question fait l'objet d'un commentaire de Anderson (1978) ainsi que d'une réplique de Huang et Lee (1978).

Un autre point qui reste à éclaircir est celui des *externalités*. Il y en a trois types principaux [Butlin (1975)]. Nous avons d'abord l'externalité de stock qui survient lorsque le coût de capture du poisson augmente au moment même où le stock de poissons diminue. On la rencontre souvent lorsqu'il y a pêche excessive en début de période et que le stock n'a pas le temps nécessaire pour se reconstituer.

Une autre externalité est celle de la saturation des engins [gear saturation, Clark (1976)]. Elle se définit ainsi: « pour un effort de pêche donné (trait de chalut . . .), les captures augmenteront d'une façon décroissante jusqu'à un maximum déterminé par la capacité de l'agrès de pêche utilisé [Légaré (p. 44, 1983)].

Il existe également l'externalité de congestion. Plus il y a de bateaux ou de pêcheurs qui exploitent un fond marin donné où le stock est concentré, moins il y aura de captures par pêcheur pour un effort de pêche donné.

Si nous réécrivons (8) sous la forme suivante [Clark (1976)]:

$$X = q \cdot \phi(ST) \cdot \psi(EF) \quad (9)$$

où  $q$  est un coefficient de « capturabilité » propre à chaque espèce. Nous avons  $\phi' > 0$ ,  $\phi'' < 0$  par effet de saturation des engins et  $\psi' > 0$  et  $\psi'' < 0$  par effet de congestion.

### 2.3 L'analyse statique

Comme nous l'avons dit plus haut, l'initiateur de cette approche a été Gordon (1954). Le problème rencontré à l'époque était le suivant: alors que la plupart croyaient les ressources naturelles tant renouvelables que non renouvelables, inépuisables, la réalité se voulait tout autre. Certains

signes d'épuisement se faisaient sentir. Pour ce qui est des pêcheries, l'explication de ce phénomène était essentiellement du domaine des biologistes. Gordon tenta de la formuler dans un cadre économique mais tout en retenant certains concepts biologiques.

Le point central de l'argumentation de Gordon est le suivant: les difficultés de gestion des ressources marines, à l'exception de quelques-unes, reposent principalement sur le fait que les gestionnaires (État et ses agences, entreprises privées) font face à des ressources de propriété commune, c'est-à-dire que personne ne détient de droit de propriété sur celles-ci. Le problème se résume alors à ceci:

si une ressource marine, de propriété commune, avec un potentiel commercial quelconque, n'est sujette à aucune réglementation gouvernementale et si l'industrie qui l'exploite est compétitive, la pêche augmentera jusqu'au point où il peut y avoir surpêche au sens économique et même biologique.

Reprenons la formulation simple du modèle de Schaefer [(1) à (7)] et posons la croissance de la biomasse comme étant une fonction uniquement d'elle-même.

$$F(ST) = \Theta ST [1 - ST/Z] \text{ avec} \quad (10)$$

$$dST = F(ST). \quad (11)$$

Si nous tenons compte de ce qui est récolté par les pêcheurs,

$$dST' = F(ST) - X_t = dST - X_t. \quad (12)$$

La fonction de production est donnée par

$$X_t = q \cdot EF_t \cdot ST_t. \quad (13)$$

Si pour tout  $ST$ ,  $X_t = dST$ , alors  $dST' = 0$ , nous pouvons dire que la ressource est exploitée de façon soutenue.

Si nous poursuivons notre argumentation dans la même voie que Munro (1982), nous pouvons alors interpréter  $F(ST)$  comme étant le rendement soutenu que nous symboliserons par  $Y$ . Ce dernier est la récolte associée à un niveau donné de biomasse. De (13), nous pouvons établir la relation entre le rendement soutenu et l'effort de pêche. De (10) et (13), nous pouvons écrire:

$$ST_t = Z \left(1 - \frac{q}{\Theta} EF_t\right). \quad (14)$$

Introduisant (14) dans (13), nous pouvons exprimer le rendement soutenu comme fonction de l'effort. Nous obtenons

$$Y_t = qEF_t Z \left(1 - \frac{q}{\Theta} EF_t\right). \quad (15)$$



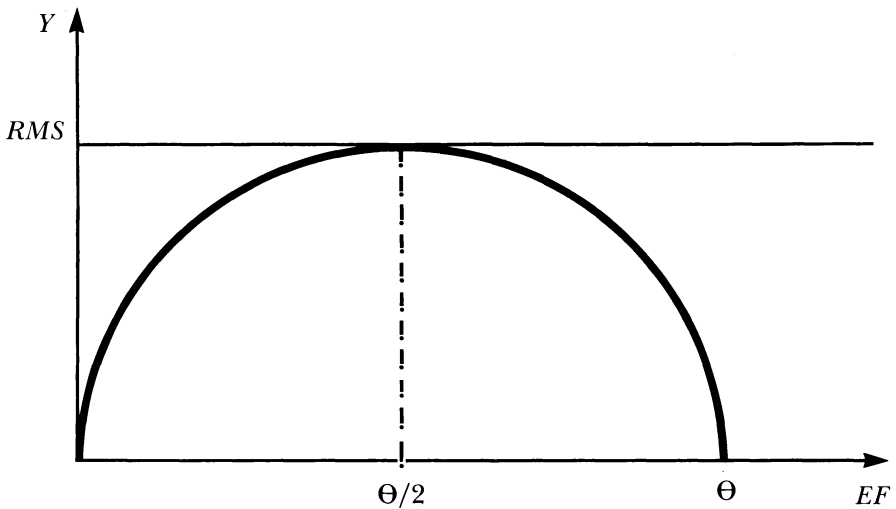
Pour simplifier, réécrivons (15):

$$Y_t = \alpha EF_t - \beta EF_t^2 \quad (16)$$

où  $\alpha = qZ$  et  $\beta = q^2 Z/\Theta$  et  $EF_t > 0$ ,

ce qui nous donne le graphique 2. Avec un accroissement de l'effort, le rendement soutenu augmente graduellement jusqu'à un niveau maximum, soit  $EF_t = \Theta/2$  ( $ST_t = Z/2$  dans le graphique 1) et puis diminue jusqu'à 0, soit  $EF_t = \Theta$  ( $ST_t = 0$  dans le graphique 1).

GRAPHIQUE 2



Nous pouvons maintenant introduire les prix et les coûts. Toutefois, deux hypothèses simplificatrices sont nécessaires, le prix  $P$  du produit et le prix  $W$  de l'effort (ou coût marginal) sont fixes. Nous posons donc la demande de poisson et l'offre d'effort parfaitement élastiques. De plus, le prix du poisson reflète le bénéfice marginal du poisson pêché pour la société et le coût marginal, le coût marginal social de l'effort.

Donc, le rendement soutenu multiplié par le prix nous donne le revenu en régime soutenu et la fonction de coût, linéaire en l'effort de pêche, peut s'exprimer de la façon suivante:

$$C(EF) = W \cdot EF_t \quad (17)$$

Si la pêche est gérée de façon optimale, celle-ci sera maintenue où la rente (revenus — coûts) est maximale au sens économique, soit  $EF_{ros}$  au graphique 3 [tiré de Munro (p. 409, 1982)].

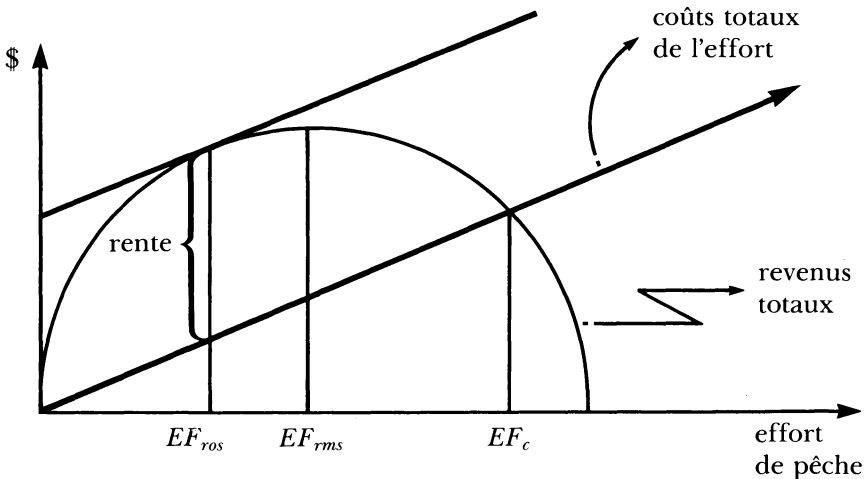
On doit alors fournir  $EF_{ros}$  d'effort pour produire à l'optimum. À ce point, le coût marginal et la valeur du produit marginal de l'effort de pêche sont égaux. À la droite de ce point, il peut y avoir sur-pêche, au sens économique<sup>1</sup>.

Si aucune réglementation ne prévaut, l'équilibre ne se situera pas à  $EF_{ros}$  mais à  $EF_c$ . Les profits économiques positifs attireront les pêcheurs et l'effort augmentera jusqu'à ce que la rente soit totalement dissipée. Nous sommes donc à l'équilibre concurrentiel mais le renouvellement du stock n'est pas optimal. Pour les biologistes, le critère est la pleine utilisation de la ressource, soit  $EF_{rms}$  et  $ST_{rms}$  au graphique 3. La récolte totale d'une ressource ne doit pas dépasser un niveau acceptable de période en période fixé par  $F(ST_{rms})$ .

Le graphique 4 nous permet d'illustrer les conséquences de l'extinction d'une ressource de propriété commune non réglementée.

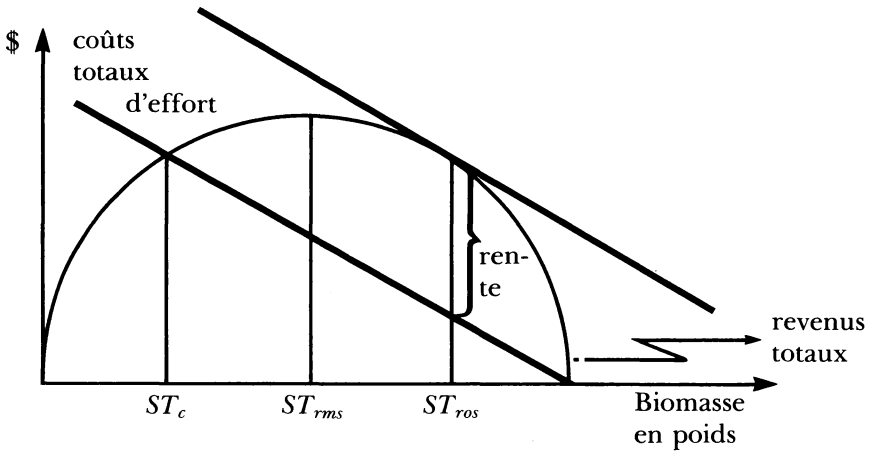
La biomasse associée à l'équilibre bionomique est  $ST_c$ , ce qui est beaucoup plus bas que celle associée à une rente maximale, soit  $ST_{ros}$ . Il y a donc une surallocation de l'effort (travail et capital) dans la pêche et une

GRAPHIQUE 3



1. Les deux points  $EF_{ros}$  et  $EF_c$ , seront d'autant plus distants l'un de l'autre que les prix au débarquement sont élevés ou que les coûts d'exploitation sont importants, les deux phénomènes pouvant être liés (ou pouvant se produire simultanément) [Boude (p. 21, 1983)].

GRAPHIQUE 4



exploitation excessive de la ressource elle-même. Il est à noter que s'il n'y avait qu'un détenteur unique de la ressource et qui serait simultanément le gestionnaire de la ressource, celle-ci serait gérée de façon socialement optimale : en effet, il chercherait un équilibre où toutes les grandeurs des mesures sociales seraient les plus grandes (revenus sociaux marginaux égalent coûts sociaux marginaux) [Légaré (p. 42, 1983)].

Pour résumer, si on ne s'en tient qu'au critère biologique, il peut y avoir dissipation de la rente ; de plus, le principe du rendement maximal soutenu conduit inévitablement à la sur-pêche ( $EF_{ros} < EF_{rms}$  et  $ST_{ros} > ST_{rms}$ ), à moins que le coût de l'effort soit nul [Munro (p. 412, 1982)].

#### 2.4 Les efforts de dynamisation

Nous décrivons ici le comportement des pêcheries en analyse dynamique. Essentiellement, il s'agit de maximiser une fonction d'objectif sous différentes contraintes. Cette fonction peut être la valeur présente des profits tirés de l'activité de pêche, la maximisation de l'utilité sociale [Plourde (1971)] . . .

Nous avons vu dans la section précédente que, pour passer d'un équilibre bionomique à un équilibre qui maximise la rente, les autorités doivent d'abord reconstituer le stock de l'espèce. Pour ce faire, ils devront réduire l'activité de pêche jusqu'à ce que le stock se soit reconstitué au niveau désiré, ce qui peut prendre quelques années.

La première étude publiée qui contient des éléments de dynamique est celle de Scott (1955). Le grand coup fut cependant donné au début des années 70, lorsque l'utilisation de la théorie du contrôle optimal se géné-

ralisa [Plourde (1970-1971), Quirk et Smith (1970) et particulièrement Clark (1976)].

Le problème peut se résumer ainsi: il s'agit de déterminer ce qui sera variable d'état ou variable de contrôle. Pour ce qui est de la première, dans le cas de gestion d'une ressource, la biomasse  $ST_t$  semble être un choix naturel, tandis que  $X_t$  semble l'être pour la deuxième. Dès lors, il s'agit de contrôler  $ST_t$  dans le temps avec l'aide de  $X_t$  dans le but de maximiser la valeur présente d'un flux de bénéfices économiques nets tirés de l'activité de pêche (ou de toute autre fonction d'objectif).

Il y a différentes façons de formaliser le modèle [Brown (1974), Clark et Munro (1975), Peterson et Fisher (1977), Smith (1977), Levhari *et alii* (1981) et Légaré (1983)]. La présentation la plus synthétique, celle de Munro (1982), est retenue ici.

Les hypothèses du modèle statique tiennent toujours; de plus, nous supposons que le taux d'escompte social, le prix du poisson débarqué et les coûts unitaires de l'effort ne varient pas dans le temps.

La fonction d'objectif est de maximiser la valeur présente (VP):

$$VP = \int_0^T e^{-\delta t} \Pi(ST_t, X_t) \delta t \tag{18}$$

où

$$\Pi(ST_t, X_t) = P \cdot X_t - W \cdot EF_t \tag{19}$$

$$= [P - W(ST_t)] X_t^2 \tag{19'}$$

où  $P$  est le prix à terre du poisson,  $X_t$  est la récolte,  $W(ST)$  est le coût unitaire de l'effort et  $\delta$  le taux d'escompte social.  $T$  représente l'horizon temporel de notre problème.

Il s'agit alors de déterminer le contrôle optimal pour  $X_t = X_t^*$ , avec  $t \geq 0$  et la biomasse correspondante  $ST_t = ST_t^*$ , contrainte par l'équation d'état (11) et les contraintes suivantes:

$$ST_t \geq 0 \tag{20}$$

$$0 \leq X_t \leq X_{MAX} \tag{21}$$

où  $X_{MAX}$  peut être une fonction donnée de la forme

$$X_{MAX} = X_{MAX}(t, ST_t) \text{ [Clark et Munro (p. 75, 1975)]} \tag{22}$$

---

2.  $W(ST_t) = W \cdot EF_t$ , nous savons également que  $EF_t = X_t/qST_t$  [équation (13)]. Le coût de la pêche peut alors s'exprimer  $W(ST_t, X_t) = X_t/qST_t$ . De plus  $X_t = F(ST_t)$  en régime soutenu. Donc, le coût total de l'effort en régime soutenu peut s'exprimer  $W[F(ST_t), ST_t] = WF(ST_t)/qST_t = W\theta/q(1 - ST_t/Z)$ , alors  $W(ST_t) = W/qST_t$ .

Cette contrainte peut être déterminée par la capacité de capture de l'industrie, par exemple, à un point dans le temps. C'est donc une borne relativement arbitraire.

Il nous reste deux étapes à compléter pour résoudre le problème.

En premier lieu, il s'agit d'établir une règle pour déterminer  $ST_t^*$ . Elle sera la suivante : "One should invest (desinvest) in the resource up to the point that the yield or return in the marginal investment in the resource is equal to the social rate of discount" [Munro (p. 415, 1982)]. C'est-à-dire :

$$\frac{[(d/dST_t^*) \{ \Pi(ST_t^*, F(ST_t^*)) \}]}{[\partial \Pi(ST_t^*, X_t) / \partial X_t] \Big|_{X_t = F(ST_t^*)}} = \partial \quad (23)$$

où le côté gauche de l'équation (23) est la rente marginale soutenue de la ressource résultant d'une augmentation de l'investissement dans la ressource divisée par le coût d'entreprendre un tel investissement. Ce qui représente la part de la rente qui aurait pu être obtenue de l'exploitation d'un stock mais qui n'a pas été réalisée à cause de l'investissement. Le symbole  $\partial$  peut représenter le taux d'intérêt lié à la ressource [Clark et Munro (p. 96, 1979)].

Nous pouvons pousser l'analyse plus loin en différenciant le côté gauche de l'équation (23) :

$$F'(ST_t^*) + \frac{\partial \Pi / \partial ST_t^*}{\partial \Pi / \partial X_t} \Big|_{X_t = F(ST_t^*)} = \partial \quad (24)$$

où  $F'(ST_t^*)$  représente le produit marginal physique de la ressource, soit le rendement marginal soutenu et

$$\frac{\partial \Pi / \partial ST_t^*}{\partial \Pi / \partial X_t} \Big|_{X_t = F(ST_t^*)}$$

est l'effet stock marginal<sup>3</sup> qui mesure l'impact d'une hausse de l'investissement dans la ressource sur les coûts de pêche. En effet,  $W'(ST_t) < 0$ , c'est-à-dire que plus le stock est dense, moins il en coûte pour pêcher. Cependant, si  $ST > ST_{rms}$ , une augmentation de l'investissement dans la ressource entraînera un arbitrage entre le rendement soutenu et des coûts de récolte moindres, c'est-à-dire  $F'(ST_t) < 0$  [Munro (p. 415, 1982)].

3. L'effet stock marginal se compare à l'effet de richesse de la théorie moderne du capital. Dans cette dernière, l'effet de richesse fait en sorte que la fonction d'objectif est sensible, non pas seulement à la consommation mais également au stock de capital existant. Dans les modèles qui nous intéressent, la dimension du stock ayant un effet sur les coûts de la récolte, la fonction d'objectif est sensible au niveau du stock. C'est pourquoi, nous parlons d'un effet stock [pour plus de détails, voir Clark et Munro (1975)].

Il est à noter que, dans l'équation (23),  $ST_t^*$  n'est pas dépendant du passage du temps, la solution est donc un état stationnaire. La règle de gestion pour la ressource sera alors donnée par

$$X_t^* = F(ST_t^*). \quad (25)$$

Tout ce qu'il reste à établir est le sentier optimal, soit comment la cible optimale pour la biomasse sera approchée, rapidement ou graduellement. Il reste donc à déterminer le taux d'investissement dans la ressource. Par exemple, ce problème peut se poser lorsque les autorités viennent de prendre possession d'une nouvelle zone de pêche et qu'elles veulent en reconstituer les stocks<sup>4</sup>. Une seule autre hypothèse est nécessaire, nous devons poser que le capital (au sens large, c'est-à-dire hommes, bateaux . . .) est parfaitement mobile entre les secteurs.

Si nous retenons ces hypothèses, il sera optimal d'investir au taux maximal jusqu'à ce que le niveau optimal de biomasse soit atteint. Ce taux est obtenu en posant  $X_t = 0$ , donc il n'y a plus aucune pêche.

Si, d'autre part, il y a mobilité imparfaite du capital, ce qui est plus réaliste, un sentier graduel est préférable pour permettre tout de même une pêche durant la période d'investissement.

### 3. QUELQUES COMMENTAIRES SUR L'ÉTAT DE L'ART

Plusieurs points n'ont pas été abordés car ils débordent du cadre d'analyse que nous nous sommes fixés. Cependant, nous nous en voudrions de ne pas les mentionner car, sans remettre en cause l'analyse, ils représentent les voies d'avenir.

Premièrement, l'importance des facteurs stochastiques semble maintenant reconnue. Ce qui reste à établir est la façon de les introduire. Deux possibilités s'offrent aux chercheurs. La première est d'introduire l'incertitude au niveau des variables biologiques pour tenter de prendre en compte l'état actuel du stock de poissons, sa localisation, l'évolution de sa composition . . . L'incertitude peut donc retenir des éléments statiques (exemple : localisation) et dynamiques (exemple : évolution de la composition) [Smith (1980) et Mirman et Spulber (pp. 8 à 11, 1982)]. La deuxième possibilité est l'introduction de la notion d'incertitude au niveau des variables économiques. Par exemple, au niveau des externalités, Huang et Lee (1976), Dudley et Wough (1980) retiennent l'incertitude sur le stock de poissons et sur sa « capturabilité » ; Tracy (1981) introduit l'incertitude quant à la dimension de la ressource et quant à sa valeur marchande courante ; Anderson (1982) tient compte de l'incertitude sur les

4. Voir, par exemple, sur les limites territoriales étendues à 200 milles [Copes (1978), Mitchell (1978), Chan (1978) ainsi que Anderson (1977) et Markusen (1976)].

prix et de l'aversion au risque des propriétaires des unités de pêche [voir également Gomes et Thomas (1984)].

Deuxièmement, les modèles multi-espèces retenant la structure d'âge et de sexe des stocks de poissons représentent également une voie d'avenir tout comme les modèles qui traitent de la pêche saisonnière (qui peut s'avérer préférable à une pêche continue) [Hannesson (1975), Lewis et Schmalensee (1979), Conrad (1982) et Wilson (1982)].

La dernière voie qui reste à explorer est celle des études empiriques. Essentiellement, à ce niveau, ce qui reste à faire se situe au niveau de l'amélioration des paramètres rattachés au modèle de croissance ( $\Theta, Z$ ) et à la fonction de production ( $q, EF$ ). Mais cette amélioration est fondamentale car, si nous pouvons reprocher une chose à l'économie des pêcheries, c'est sa faiblesse empirique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSEN, P., « Commercial Fisheries under Price Uncertainty », *Journal of Environmental Economics and Management*, 9, 1982, pp. 11-28.
- ANDERSON, L.G., *The Economics of Fisheries Management*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1977.
- ANDERSON, L.G., « Constraints to Welfare Gains under Extended Jurisdiction Fisheries Management: Discussion », *American Journal of Agricultural Economics*, 59, 1977, pp. 883-892.
- ANDERSON, L.G., « Production Functions for Fisheries: Comment », *Southern Economic Journal*, 44, 1978, pp. 661-665.
- BOUDE, J.P., « La gestion des ressources halieutiques », *Économie et Humanisme*, n° 273, 1983, pp. 18-29.
- BROWN, C., « An Optimal Program for Managing Common Property Resource with Congestion Externalities », *Journal of Political Economy*, 82, 1974, pp. 163-173.
- BUTLIN, J., « Optimal Depletion of a Replenishable Resource: An Evaluation of Recent Contribution to Fisheries Economics », dans D.W. Pearce et J. Rose (éd.), *The Economics of Natural Resource Depletion*, John Wiley, New York, 1975, pp. 140-176.
- CHAN, K.S.Y., « The Economic Consequence of the 200-Mile Seabed Zone: the Replenishable Case », *Revue canadienne d'économique*, 11, 1978, pp. 314-318.
- CLARK, C.W. *Mathematical Bioeconomics: the Optimal Management of Renewable Resources*, John Wiley, New York, 1976.

- CLARK, C.W., F.H. CLARKE et G.R. MUNRO, « The Optimal Exploitation of Renewable Resource Stocks: Problems of Irreversible Investment », *Econometrica*, 47, 1979, pp. 25-47.
- CLARK, C.W. et G.R. MUNRO, « The Economics of Fishing and Modern Capital Theory: A Simplified Approach », *Journal of Environmental Economics and Management*, 2, 1983, pp. 92-106.
- CLARK, C.W. et G.R. MUNRO, « Fisheries and the Processing Sector: Some Implications for Management Policy », *Bell Journal of Economics*, 11, 1980, pp. 603-616.
- CONRAD, J.M., « Management of a Multiple Cohort Fishery: the Hard Clam in Great South Bay », *American Journal of Agricultural Economics*, 64, 1982, pp. 463-474.
- COPEs, P., « Canada Atlantic Coast Fisheries: Policy Development and the Impact of Extended Jurisdiction », *Analyse de politiques*, 4, 1978, pp. 155-171.
- DUDLEY, N. et G. WAUGH, « Exploitation of a Single-Cohort Fishery under Risk », *Journal of Environmental Economics and Management*, 7, 1980, pp. 234-255.
- GOMES, F.J.N. et A.C.F. THOMAZ, « Industrial Northeast Brazil Fishing Season Optimization by Stochastic Programming Model », note technique n° 43-84, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, Université Fédérale de Rio de Janeiro.
- GORDON, H.S., « The Economic Theory of Common Property Resource », *Journal of Political Economy*, 62, 1954, pp. 124-142.
- GRIFFIN, W.L., R.D. LACEWELL et J.P. NICHOLS, « Optimum Effort and Rent Distribution in the Gulf of Mexico Shrimp Fishery », *American Journal of Agricultural Economics*, 58, 1976, pp. 644-652.
- HANNESSON, R. « Fishery Dynamics: a North Atlantic Cod Fishery », *Revue canadienne d'économie*, 9, 1975, pp. 151-173.
- HUANG, D.S. et C.H. LEE, « Toward a General Model of Fishery Production », *Southern Economic Journal*, 44, 1978, pp. 667-668.
- HUANG, D.S. et C.H. LEE, « Production Functions for Fisheries: Reply », *Southern Economic Journal*, 43, 1976, pp. 846-854.
- LEGARÉ, O. *La pêche côtière à la morue: optimisation, réglementation et simulation*, mémoire de maîtrise ès sciences, Université de Montréal, août 1983.
- LEUNG, A. et A.Y. WANG, « Analysis of Models for Commercial Fishing: Mathematical and Economical Aspects », *Econometrica*, 44, 1976, pp. 295-304.
- LEVHARI, D., R. MICHENER et L.J. MIRMAN, « Dynamic Programming Models of Fishing: Competition », *American Economic Review*, 71, 1981, pp. 649-661.



- LEWIS, T.R., «Exploitation of a Renewable Resource under Uncertainty», *Revue canadienne d'économie*, 14, 1981, pp. 422-439.
- LEWIS, T.R. et R. SCHOMOLENSEE, «Non-Convexity and Optimal Strategies for Renewable Resources», *Revue canadienne d'économie*, 12, 1979, pp. 675-691.
- MARKUSEN, J.M., «Dividing Ocean Resources: A Development and Application of the Theory of Factor Transfer», *The Economic Record*, 52, 1976, pp. 213-227.
- MCGAW, R.L., «The Supply of Effort in Fishery», *Applied Economics*, 13, 1981, pp. 245-253.
- MIRMAN, L.J. et D.F. SPULBER, éd., *Essays in the Economics of Renewable Resources*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1982.
- MITCHELL, L.L., «The 200-Mile limit: New Issues, Old Problems for Canada's East Coast Fisheries», *Analyse de politiques*, 4, 1978, pp. 172-183.
- MUNRO, G.R., «Fisheries, Extended Jurisdiction and the Economics of Common Property Resources», *Revue canadienne d'économie*, 15, 1982, pp. 405-425.
- PETERSON, F.M. et A.C. FISHER, «The Exploitation of Extractive Resources: A Survey», *The Economic Journal*, 87, 1977, pp. 681-721.
- PLOURDE, C.G., «A Simple Model of Replenishable Natural Resource Exploitation», *American Economic Review*, 60, 1970, pp. 518-521.
- PLOURDE, C.G., «Exploitation of Common-Property Replenishable Natural Resources», *Western Economic Journal*, 9, 1971, pp. 256-266.
- QUIRK, J.P. et V.L. SMITH, «Dynamic Models of Fishing», dans A.D. Scott, éd., *Economics of Fisheries Management: A Symposium*, 3-32, Vancouver: Institute of Animal Resource Ecology, University of British Columbia, 1970.
- SCHAEFER, M.B., «Some Consideration of Population Dynamics and Economic in Relations to the Commercial Marine Fisheries», *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 14, 1957, pp. 669-681.
- SCOTT, A.D., «The Fishery: the Objectives of Sole Ownership», *Journal of Political Economy*, 63, pp. 116-124.
- SCOTT, A.D., éd., *Economics of Fisheries Management: A Symposium*, University of British Columbia, Institute of Animal Resource Ecology, Vancouver, 1970.
- SMITH, J.B., «Replenishable Resource Management under Uncertainty: A Reexamination of the U.S. Northern Fishery», *Journal of Environmental Economics and Management*, 7, 1980, pp. 209-219.
- SMITH, V.L., «Control Theory Applied to natural and Environmental Resources: An Exposition», *Journal of Environmental Economics and Management*, 4, 1977, pp. 1-24.

- SOUTHEY, C., « Policy Prescription in Bionomic Models: the Case of the Fishery », *Journal of Political Economy*, 80, 1972, pp. 769-775.
- WANG, A.Y. et K.S. CHENG, « Dynamic Analysis of Commercial Fishing Model », *Journal of Environmental Economics and Management*, 5, 1978, pp. 113-127.
- WILSON, J.A., « The Economical Management of Multispecies Fisheries », *Land Economics*, 58, 1982, pp. 417-434.