AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

L'approche évolutionniste et l'industrie des pêches maritimes : une application à la flottille chalutière bretonne

Pascal LE FLOC'H,
Jean-Pierre BOUDE

Cahiers d'économie et sociologie rurales, n° 46-47, 1998

Pascal LE FLOC'H*, Jean-Pierre BOUDE*

Evolutionary theory and fishing industry: the case of trawlers in Brittany

Summary — Bioeconomic models within mainstream economics deal with technology as an exogeneous variable of the harvest function. In that respect, technology is perceived as a free-access factor. More generally speaking, the mainstream approach envisages technical progress from the single aspect of harvest techniques. However, the processing of species is more and more commonplace onboard. Consequently, the evolutionary paradigm helps in designing an analysis of innovations. Wherever technology can take place onboard, the idea is to determine whether a R&D capacity can be developed internally within the fishing industry or if it has been a technical transfer from other industry. Finally, three main technological trajectories can be observed in fishing industry. It deals with direct and indirect fishing equipment, electronic equipment, handling and conditioning equipment. Minor improvements concern one of these three trajectories. Decision-making in investments depends on the one side with needs of firm and financing capabilities, and on the other side with technological opportunities on the market. These implications rely on the debate between the technology-push and the market-pull theories (Schmookler, 1966). In last, diffusion process is presented according to the technological taxonomy. This research is applied in the case of trawling fleet in Brittany. It shows that innovations are derived increasingly from the second and the third technological trajectory, electronic equipment and conditioning equipment. This situation is a result of the exhaustion of commercial stocks.

Key-words:
fishery, natural resources, technological change, R&D, innovation and invention : processes and incentives

L'approche évolutionniste et l'industrie des pêches maritimes : une application à la flottille chalutière bretonne

Résumé – Les modèles bio-économiques issus du courant néoclassique traitent la technologie comme une donnée exogène à la fonction d'exploitation. La technologie s'assimile donc à un stock de ressources génériques. Plus généralement, l'approche orthodoxe envisage le progrès technique sous le seul angle de la technique d'exploitation. Or, de plus en plus fréquemment des techniques de valorisation des espèces se diffusent à bord des navires de pêche. Les outils proposés par le paradigme évolutionniste permettent d'envisager l'étude des innovations sous l'angle de l'analyse des trajectoires technologiques et donc des processus de diffusion des innovations technologiques. Trois principales trajectoires technologiques sont donc identifiées. Pour chaque domaine d'intervention des technologies, il est précisé s'il existe une capacité de Recherche et Développement interne à l'activité de pêche ou s'il s'agit simplement d'un transfert de technique.

Mots-clés :
pêcherie, ressources naturelles, changement technologique, R&D, innovation et invention : processus et incitations

** ENSAR halieutique, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex.*
E-mail : lefloch@roazhon.inra.fr ; e-mail : boude@roazhon.inra.fr

Les auteurs tiennent à remercier les deux rapporteurs anonymes de la revue pour leurs critiques constructives à partir desquelles cet article a pu être recentré sur le processus de diffusion des innovations technologiques dans le cas des flottilles chalutières de Bretagne-Sud.

LES innovations, longtemps négligées ou mal prises en compte dans les travaux des économistes des pêches, suscitent un regain d'intérêt auprès des institutions publiques responsables de la gestion des stocks halieutiques. En effet, les centres de transfert technologique et les laboratoires de R&D appliqués ont amélioré sans cesse l'efficacité des techniques de capture pour satisfaire les exigences des professionnels. Ainsi, la croissance de la productivité des unités de pêche dépend en grande partie du critère d'efficience technique. La variabilité et l'instabilité des stocks exploités constituent un autre élément qui influe parfois de façon très importante sur la productivité apparente. L'analyse économique des pêcheries devrait ainsi tenir compte de toutes les dimensions du changement technique. En effet, le processus d'innovation intervient dans le domaine technologique de l'engin de pêche mais également dans d'autres domaines tels que la valorisation des captures.

En considérant le facteur technologique comme une variable endogène à la fonction de production, le paradigme évolutionniste doit être en mesure d'expliquer d'un point de vue économique l'apparition des innovations techniques. Dans les années 60 et 70, les travaux en économie de l'innovation s'intéressèrent essentiellement aux modifications de la demande et des prix relatifs des facteurs et à ses conséquences sur le taux et la direction du changement technique. A la fin des années 70 et au début des années 80, l'intérêt des économistes se porte vers les modèles évolutionnistes. La perspective évolutionniste s'est enrichie au cours des quinze dernières années des modèles de sentiers de dépendance accordant un poids important à l'histoire (Ruttan, 1997). La perspective évolutionniste doit beaucoup aux articles de Nelson et Winter et à leur ouvrage de synthèse (1982).

Dans ce courant de pensée, le principe de recherche *(search)* de la meilleure technique et celui de sélection *(selection)* des innovations forment le socle des modèles. L'innovation réussie suscite alors l'imitation des concurrents. Le principe de maximisation du profit est abandonné. Les producteurs poursuivent simplement un objectif de satisfaction en termes de profit. Un comportement innovateur suppose alors qu'une partie de ces profits soit affectée à l'activité de R&D. Par ailleurs, les enseignements du courant évolutionniste démontrent la nécessité de modéliser l'innovation en termes de flux, ceci afin d'expliquer la création et le développement de certaines techniques le long d'une trajectoire définie.

On tentera dans cet article de montrer les limites de l'approche néoclassique lorsque sont prises en compte des innovations technologiques. La théorie évolutionniste consacre une partie de ses travaux aux structures de marché les plus favorables à l'émergence des innovations. Dans ce programme de recherche, il est question de conceptualiser l'environnement dans lequel baigne l'innovation. Il apparaît donc nécessaire de

disposer d'une grille de lecture pour définir les contours de l'innovation. L'identification des trajectoires technologiques est donc un préalable à l'analyse économique centrée sur le rôle et l'apport des innovations. Une trajectoire technologique peut être définie comme le système de l'activité de résolution d'un problème ordinaire. Elle indique la direction des avancées d'un paradigme technologique. Ainsi, on proposera une application de la théorie évolutionniste au secteur des pêches maritimes dans le cas de la flottille chalutière bretonne. Il s'agira d'identifier les trajectoires technologiques et la nature du changement technologique, selon qu'il est interne ou externe au secteur des pêches.

LA CONCEPTION ÉVOLUTIONNISTE DE L'ÉCONOMIE DE L'INNOVATION ET SES IMPLICATIONS DANS LE DOMAINE HALIEUTIQUE

Depuis le célèbre article de Gordon publié dans le *Journal of Political Economy* (Gordon, 1954), les économistes se sont progressivement appropriés un domaine laissé à la convenance des biologistes spécialistes des pêcheries. Les outils de la microéconomie standard ont été transposés à l'industrie d'exploitation des ressources halieutiques. L'analyse bio-économique devint ainsi un domaine d'investigation prioritaire afin de mieux réguler la capacité de capture en fonction du niveau estimé de la biomasse disponible. L'effort de pêche traduit communément la pression exercée par les navires sur les ressources halieutiques. Cette vision se justifie, selon Anderson (1976), par le fait que l'analyse économique des bateaux de pêche correspond au modèle micro-économique standard. Cependant, le concept d'effort de pêche imposé par les biologistes ne comporte pas de signification économique claire. En effet, Gordon fut le premier à admettre ce concept, « *Total cost and total production can each be expressed as a function of the degree of fishing intensity or, as the biologists put it, "fishing effort"...* » (Gordon, 1954, p. 129). Il existe depuis un débat récurrent sur la portée réelle de ce concept dans une analyse économique.

Les modèles bio-économiques traditionnels considèrent les catégories de coûts directement ou indirectement rattachés à l'effort de pêche. La difficulté dans l'analyse des conditions de rentabilité d'une flottille associée à une pêcherie particulière repose sur la prise en compte des coûts variables et des coûts fixes. Les coûts variables doivent être supportés à chaque marée tandis que les coûts fixes ne peuvent être pris en compte que sur l'année civile. Or, la conception traditionnelle des modèles bio-économiques ne peut être envisagée que dans le cadre de la marée (Doll, 1988). La durée d'une sortie en mer varie en fonction des caractéristiques techniques du navire, de la distance entre les zones de pêche et le port, des éléments climatiques et de la stratégie adoptée par le patron.

Les modèles bio-économiques issus du courant néoclassique traitent la technologie comme une donnée exogène à la fonction de production. Le problème à résoudre consiste en une allocation optimale de ces ressources entre les différents producteurs, ceci selon un système de prix fixés. Le mécanisme de diffusion ne représente qu'une étape transitoire vers un retour à l'équilibre bio-économique. En effet, les producteurs sont supposés maximiser leur profit tout en recherchant une exploitation optimale des ressources halieutiques.

La recherche en bio-économie connaît un nouvel essor en 1975, lors de la parution de l'article de Clark et Munro, traitant de l'application du contrôle optimal au domaine des pêches. Ces auteurs reprennent les formulations explicitées en 1969 par Dorfman afin d'intégrer la dimension temporelle dans les modèles. En effet, le raisonnement mené dans le cadre de l'équilibre stationnaire accorde peu d'importance au processus d'accumulation du capital. Or, ce processus est le véritable moteur de la croissance et du changement technologique. Le problème majeur d'un secteur fondé sur l'exploitation des ressources naturelles est la surexploitation d'un stock de ressources épuisables. Le surinvestissement, phénomène bien connu des économistes des pêches, résulte naturellement du processus d'accumulation du capital.

La représentation du progrès technique dans l'approche standard de l'économie des pêches reste celle d'un stock de ressources génériques dans lequel viennent puiser les producteurs. Or, l'étude des innovations se conçoit dans une logique de flux et non uniquement dans celle d'un stock présentant l'état des techniques à un moment précis du temps. Le paradigme évolutionniste tente justement de représenter le processus d'innovation dans une relation associant un stock de connaissances scientifiques et techniques à un flux d'améliorations technologiques et organisationnelles. Le recours dans cet article à la théorie évolutionniste se justifie d'une part par la nécessité de prendre en compte toutes les techniques utilisées à bord des navires de pêche plutôt que de recourir au concept flou de l'effort de pêche, et d'autre part par l'analyse de l'évolution des technologies dans une perspective historique.

L'approche évolutionniste en économie suppose une dynamique concurrentielle basée sur la diversité des comportements. La routine, mémoire de l'organisation, agit comme un gène. La transposition de concepts biologiques au domaine du changement technologique et de ses implications économiques remonte aux premiers articles communs de Nelson et Winter (1973, 1977). Leurs travaux connaissent un succès considérable lors de la publication de leur ouvrage en 1982.

Ainsi, la naissance du paradigme évolutionniste se nourrit de l'incapacité des travaux néoclassiques à interpréter le rôle du progrès technique dans les estimations économétriques. La contribution de Nelson et Winter s'accompagne la même année de celle de Rosenberg (1982). Ces deux ouvrages ouvrent une voie de recherche fondée sur une critique constructi-

ve de la théorie néoclassique. Les hypothèses fondamentales induisent des modèles adaptatifs et non plus allocatifs, le marché comme lieu de sélection, et des comportements différenciés des firmes, selon qu'elles sont innovatrices, imitatrices ou routinières. L'émergence du paradigme évolutionniste correspond finalement à une extension du champ d'analyse de l'économie industrielle aux principales dimensions de l'innovation (Morvan, 1991). Toutefois, plusieurs tendances coexistent au sein de ce courant.

Les travaux évolutionnistes proposent une démarche empirique et historique préalable à toute tentative de modélisation (Dosi, 1988). Une première caractérisation qui peut être faite des différentes technologies dépend du caractère public par opposition au caractère tacite et spécifique des bases de connaissances (Polanyi, 1967). L'approche distingue en effet deux sortes d'informations, l'une codifiable (ou publique) et l'autre non-codifiable (tacite). Les autres propriétés reconnues du processus d'innovation se rapportent à sa nature locale, cumulative et sélective. La perspective historique du changement technologique met en évidence ces différentes propriétés de telle sorte que le potentiel de développement d'une firme dépend des événements passés et de la mémoire de l'entreprise. Mais les firmes ne possèdent pas toutes les mêmes facultés en matière d'acquisition de ces connaissances. Certaines parviennent à sélectionner plus rapidement que d'autres l'information. Cette information revêt alors un caractère local lié à l'implantation géographique de l'utilisateur qui par la suite accumule de nouvelles informations et dispose d'une certaine avance sur ses concurrents.

Dans certaines situations cependant, les premiers utilisateurs ne réussissent pas à devancer leurs rivaux. Il n'est donc pas toujours profitable de s'engager dans un processus d'innovation si le rendement privé demeure beaucoup plus faible que le rendement social de l'activité innovante. L'implication des autorités publiques se justifie à la fois par le risque financier qu'encourt l'innovateur et par la différence entre le rendement privé de l'innovation et son rendement social. En effet, tout projet nouveau réussi produit deux effets problématiques dans une économie de marché. Le premier concerne le rendement privé de l'innovation, souvent décrit comme la rente du premier utilisateur d'une technique récente. Cette rente disparaît progressivement lors du processus de diffusion de l'innovation auprès des concurrents. La seconde phase illustre le rendement social de l'innovation ou bien encore les effets induits. Pour compenser la différence entre bénéfice privé et bénéfice social (ce qui doit être analysé comme une défaillance du marché puisque l'optimum économique ne peut être atteint), les institutions publiques soutiennent prioritairement les projets d'investissements contenant un enjeu stratégique pour une région. Ce soutien vise donc l'amélioration de la compétitivité du système productif régional.

C'est à ces différentes réalités économiques que s'intéresse le courant évolutionniste. Toutes les firmes disposent d'une même base de connais-

sance liée à l'état des techniques. Ce stock d'informations scientifiques et techniques est lié aux trajectoires technologiques spécifiques à chaque secteur d'activité. Dans l'industrie halieutique, on recense globalement trois principales trajectoires technologiques.

L'IDENTIFICATION DES TRAJECTOIRES TECHNOLOGIQUES DANS LE SECTEUR DES FLOTTILLES CHALUTIÈRES

Les améliorations techniques qui accompagnent l'évolution des différentes flottilles de pêche se greffent sur trois principales trajectoires technologiques. Les travaux de scientifiques de l'IFREMER (Nédélec *et al.*, 1979) ont permis d'identifier la trajectoire des moyens directs et indirects de capture, celle des moyens électroniques et celle des moyens de traitement et de conditionnement.

La trajectoire technologique des moyens directs et indirects de capture

La trajectoire technologique des moyens directs et indirects de capture correspond à une double logique en matière d'efforts de recherche. Les améliorations apportées à la propulsion marine ne concernent pas directement la pêche. Il s'agit par conséquent d'une logique d'externalisation de la R&D. La R&D spécifique à l'activité halieutique existe en revanche dans le domaine de la conception de la coque et celui des apparaux de pêche.

Conception de la coque

La conception du navire associe l'armateur, le patron de pêche et l'architecte naval. Selon une approche développée par les technologistes d'IFREMER (Gonzalez-Mendoza, 1987), l'outil de production doit répondre à cinq critères environnementaux. Il faut tenir compte des espèces recherchées, des zones de pêche fréquentées, des conditions de travail et de la qualification des membres de l'équipage, du marché et enfin des réglementations en vigueur.

L'acier demeure le matériau quasi-exclusif utilisé pour la construction des chalutiers hauturiers. Les évolutions ont davantage porté sur la forme de la carène. La mise à l'eau du premier chalutier pêche arrière à usage professionnel[1] date de 1962. Cette technique révolutionnaire pour le secteur maritime ouvre de nouvelles perspectives en matière d'architecture

[1] L'ISTPM (Institut scientifique et technique des pêches maritimes) avait en effet commandé le premier chalutier pêche arrière en 1960 mais à usage scientifique. Il s'agissait de la Thalassa, construite aux Chantiers Augustin Normand du Havre.

navale. D'une manière générale, les navires gagnent en stabilité et en sécurité, notamment avec la conception d'un pont couvert.

Les apparaux de pêche

Les apparaux de pêche comprennent l'engin de pêche et l'ensemble des auxiliaires de pont nécessaires à la mise à l'eau et au relevage de l'engin (Georges & Nedelec, 1991). Le système de mise à l'eau change selon le métier. Les unités exerçant les arts traînants (chalutiers et dragueurs) sont équipées de portiques, de funes (ou câbles métalliques) servant à la traction de l'engin, d'enrouleurs et de panneaux (uniquement à bord des chalutiers).

La propulsion

Le domaine de la propulsion constitue un investissement particulier pour l'activité chalutière. Les chalutiers procèdent habituellement à un changement de moteur au bout de dix années d'utilisation. La consommation de carburant varie selon les séquences successives des opérations de pêche : temps de route, temps de détection et temps de pêche. Ce dernier, défini comme la période d'immersion de l'engin de capture, impose une plus forte consommation de combustible (Doll, 1988 ; Sampson, 1992).

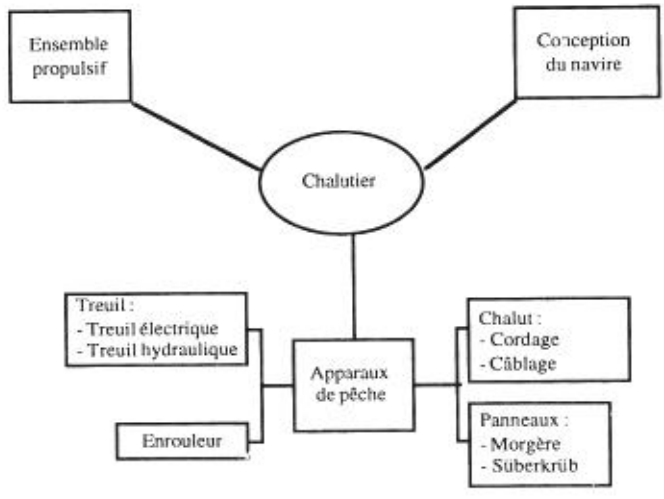


Figure 1. Les moyens directs et indirects de capture : trois éléments principaux

La trajectoire technologique des moyens électroniques de passerelle

La trajectoire technologique des moyens électroniques regroupe les équipements de passerelle. Dans le secteur de la pêche, l'introduction massive des composants électroniques révèle l'importance croissante de

cette trajectoire. Celle-ci exprime les effets de domination de la théorie de la *Technology-Push* (la demande des produits évolue selon les plus récentes innovations au contraire de la théorie du *Market-Pull*[2]).

L'exemple de la fulgurante progression du matériel informatique à bord des chalutiers illustre ce phénomène de « poussée technologique », à tel point que certains fournisseurs tendent à freiner l'expansion de ces équipements. On peut retenir cinq axes complémentaires en matière d'équipement électronique des navires dont la détection, la communication, la navigation, le contrôle du train de pêche et l'informatique embarquée.

Détection acoustique

La détection acoustique concerne l'activité de recherche et d'identification d'un banc de poissons. Il existe deux types de sondeurs, l'un horizontal (le sonar), et l'autre vertical. Ce dernier type est beaucoup plus répandu au sein des flottilles exploitant les espèces démersales et benthiques tandis que le sonar, ou sondeur horizontal, occupe une place privilégiée à bord des navires ciblant les bancs de poissons pélagiques.

Transmission

La percée des systèmes satellitaires bouleverse considérablement les moyens traditionnels de la communication à ondes terrestres (VHF-UHF). Les nouveaux systèmes permettent de communiquer de façon instantanée et confidentielle par téléphone, télex ou télécopie. Si les armements disposant de plusieurs navires hauturiers possèdent pour la plupart le standard C (modèle commercialisé par France-Télécom) ou une version équivalente (le système Euteltrack par exemple), les unités côtières n'emploient généralement pas ce type de matériel.

Système de navigation

Concernant le positionnement du navire et les appareils de navigation, la technique du GPS *(Global Positionning System)*, fonctionnant à l'aide de satellites de navigation, s'est diffusée rapidement, aussi bien sur les navires de pêche que ceux de la plaisance ou du commerce. Le GPS, couplé à un radar de surface et à une table traçante, donne de meilleurs résultats que les anciens matériels plus limités géographiquement et qualitativement (comme les systèmes Decca, Oméga ou Sylédis).

Système de contrôle de l'engin de pêche

Les spécificités de l'activité du chalutage ont conduit des entreprises norvégiennes à concevoir un système de contrôle de l'engin afin d'optimi-

[2] Cette dernière hypothèse étant avancée par Schmookler (1966).

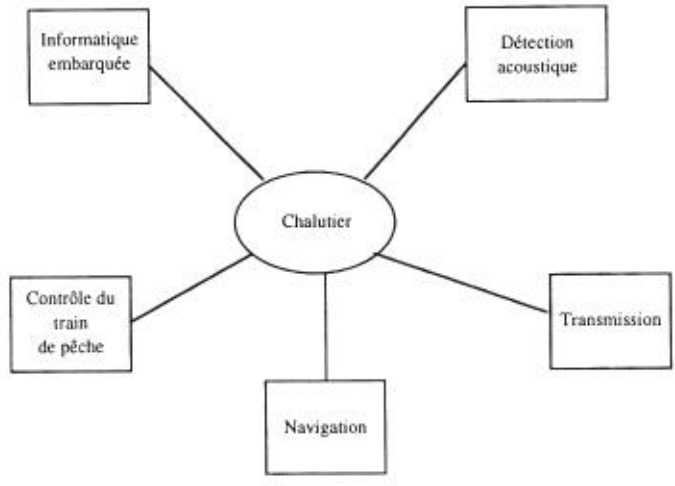
ser chaque opération de pêche. L'électronique, associée à l'acoustique, permet notamment de mieux maîtriser le train de pêche sur le fond avec le système norvégien Scanmar. Le contrôle des paramètres du chalut (ouverture, vitesse, taux de remplissage) s'effectue par l'intermédiaire de capteurs placés sur la poche du chalut. En fonction des paramètres reçus, le patron réduit la durée d'immersion de l'engin de capture, ce qui accroît la fraîcheur des produits et diminue la consommation de combustible.

Informatique embarquée

Ce qu'il est convenu d'appeler l'informatique embarquée sert en fait de technique de transfert entre l'ensemble des équipements du bord. La gestion en réseaux des informations fournies par les appareils de détection, de transmission, de navigation, et éventuellement de contrôle de l'engin de pêche, apporte au patron une aide précieuse à la décision. Par exemple, le croisement de données brutes par espèce, par zone et par marée peut aider à déterminer les migrations saisonnières du poisson. Il faut cependant reconnaître que les ordinateurs de bord servent essentiellement à établir les plans de pêche, en se substituant aux tables traçantes.

La trajectoire technologique des moyens électroniques se développe plus rapidement depuis l'introduction des ordinateurs de bord dans les passerelles des navires de pêche.

Figure 2.
Les moyens électroniques de passerelle à bord d'un chalutier hauturier



La trajectoire technologique des moyens de traitement et de conditionnement

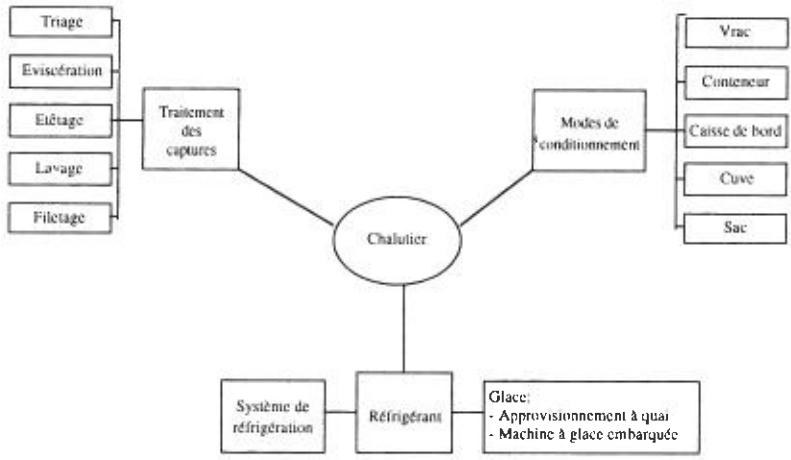
Le constat d'une baisse durable de certains stocks (morue, lieu noir, merlu) s'est traduit, au cours de la dernière décennie, par une recherche plus approfondie sur l'amélioration de la qualité du poisson. A l'appui

d'études scientifiques menées par l'ADRIA (Association pour le développement de la recherche appliquée aux industries agricoles et alimentaires), l'élaboration d'une charte de qualité a permis de dissocier les étapes successives du traitement et du conditionnement des captures. Ainsi, cette troisième trajectoire synthétise tous les aspects directement liés à la valorisation des produits de la pêche, depuis leur capture jusqu'au débarquement en criée.

De la mise à bord au stockage des captures en cale, les opérations à réaliser sont multiples et doivent s'enchaîner rapidement afin d'éviter une prolifération bactérienne. Les variations de température favorisent la contamination bactérienne[3]. Le traitement varie en fonction des espèces et de la durée des marées. L'enjeu de la qualité passe obligatoirement par un contrôle rigoureux de l'état de fraîcheur des produits et par un maintien prolongé de la phase de rigidité cadavérique. Les différentes tâches de traitement impliquent par conséquent une organisation du travail à bord en fonction des espèces. La durée des marées d'environ deux semaines sur les chalutiers hauturiers impose aux équipages les tâches d'éviscération[4], d'étêtage et parfois même de filetage.

La trajectoire des moyens de traitement et de conditionnement prend davantage de poids dans les décisions d'investissements. Cette évolution récente aura tendance à s'accélérer sous l'effet des contraintes de raréfaction de la ressource et d'amélioration de la qualité.

Figure 3. Les moyens de traitement et de conditionnement : trois éléments principaux



[3] Toutes les espèces capturées passent par quatre états (Sainclivier, 1983). La phase *pré-rigor* signifie l'arrêt de la circulation sanguine. La phase de la *rigor mortis* ou rigidité cadavérique se caractérise par le durcissement des muscles. La phase *post-rigor* se définit par un ramollissement de la chair et enfin la phase d'autolyse est celle du début de la putréfaction du produit.

[4] L'éviscération consiste à sectionner les vaisseaux sanguins, puis à ôter l'estomac et les intestins. Par la suite, le poisson doit être lavé correctement à l'eau de mer salubre.

LE PROCESSUS DE DIFFUSION DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES DANS LE SECTEUR DE LA PÊCHE CHALUTIÈRE

Les innovations technologiques doivent respecter trois contraintes dépendantes d'une gestion soutenable des ressources halieutiques et des flottilles. Premièrement, l'exploitation soutenable des ressources, notamment au sein de l'Union européenne, fait l'objet de nombreux programmes de recherches sur l'amélioration de la sélectivité intra-spécifique (portant sur la taille d'une seule espèce) et inter-spécifique (s'agissant de plusieurs espèces). La mise au point d'engins sélectifs constitue un vaste domaine de la recherche appliquée. La contrainte de la sélectivité relève ainsi du domaine des techniques de capture.

Deuxièmement, l'efficacité en terme de rendement physique de l'outil de production domine les préoccupations des pêcheurs. Aussi, la sélection d'une innovation particulière s'effectue en fonction des rendements croissants d'adoption (Arthur, 1988) dont la principale source provient des externalités de réseau. Un régime de rendements croissants d'adoption signifie que la probabilité d'adoption de la nouvelle technique tend vers 1, tandis que celle de la technique ancienne tend vers 0. Le rôle des premiers utilisateurs s'avère alors crucial puisqu'il déterminera l'efficacité du nouveau matériel proposé. Lorsque la diffusion de l'innovation se réalise rapidement, il se produit une situation de verrouillage sur une des technologies proposées. Puis, l'accroissement du nombre d'utilisateurs de cette même innovation entraîne des « effets de réseau » [5]. La diffusion de la technique du chalutage par l'arrière témoigne de la présence de rendements croissants d'adoption. Les utilisateurs potentiels se sont en effet progressivement reportés au cours des années 70 sur ce procédé, au détriment de l'ancienne technique du chalutage par le côté. Dans ce cas, les rendements croissants d'adoption révèlent un sentier de dépendance à l'égard de la plus récente technique.

Enfin, la troisième contrainte que doivent respecter les fournisseurs de nouveaux équipements relève du pouvoir juridique et réglementaire. L'activité d'exploitation d'une ressource renouvelable se déroule dans le cadre d'une gestion administrée afin d'éviter la « tragédie des communs » (Hardin, 1968) conduisant à une forte diminution des potentialités biologiques en cas d'accès libre et d'absence de droits de propriété. Il existe donc des réglementations restrictives, émanant en particulier des autorités européennes, sur l'efficience des navires et des engins de pêche.

La prise en compte de ces trois types de contraintes [6] aide à mieux

[5] Les exemples de diffusion et d'adoption d'un nouveau procédé sont nombreux dans les activités halieutiques. Par contre, ce mécanisme de propagation provoqué par un processus de *learning by using* subit généralement des effets de spatialisation tels qu'un nouvel équipement ne se diffuse le plus souvent qu'auprès d'une population fréquentant le même ensemble portuaire.

[6] Dans un article publié en 1985, Wilen décrit ces trois éléments déterminants dans l'évolution des pêcheries. La biologie des pêches, la technologie des pêches et le cadre réglementaire interviennent donc simultanément. L'auteur envisage une co-évolution entre technologie et réglementation.

cerner le mécanisme de diffusion des technologies, particulièrement pour l'activité chalutière considérée comme faiblement sélective. On propose en annexe des schémas d'identification des trajectoires technologiques pour l'industrie de la pêche chalutière en précisant pour chaque matériel s'il existe une activité de R&D spécifique au secteur pêche, ou si les innovations dépendent simplement d'un transfert et/ou d'une adaptation technologique [7].

La diffusion des moyens directs et indirects de capture

La lecture des dossiers techniques sur la conception des coques de navires, les nouvelles gammes de moteurs marins et les apparaux de pêche, fournit de précieuses informations quant au mode de diffusion des innovations, toutes de nature incrémentale.

Construction navale

L'utilisation généralisée de l'acier dans la construction des chalutiers offre de nombreux avantages en matière de résistance à la corrosion, et en matière de comportement dynamique. Cependant, certaines entreprises de construction proposent d'autres matériaux tels que le polyester et l'aluminium. Le coût de revient le plus bas (5 F/kg) est celui de l'acier, matériau généralement utilisé pour les unités chalutières de plus de 16 mètres. Le polyester, avec un coût de revient de 15 F/kg, intéresse particulièrement les navires de moins de 12 mètres. Cette matière composite nécessite beaucoup moins d'entretien que l'acier. Récemment, les chantiers navals spécialisés dans la fabrication de moules en polyester ont adapté une technique de sous-vide mise au point dans l'industrie aéronautique. Enfin, l'aluminium induit le coût de revient le plus élevé, soit 20 F/kg. Les innovations de procédé en aluminium se diffusent à travers les canaux de filialisation des grands groupes chimiques tels que Péchiney vers des unités de production spécifiques, comme dans le cas de chantiers navals (*France-Eco-Pêche*, février 1996). La R&D spécifique au secteur pêche concerne essentiellement la forme de la carène, la stabilisation de la coque et l'optimisation du rapport poids et vitesse.

[7] Les informations ont été recueillies auprès des armements chalutiers des ports de Bretagne-Sud (Le Guilvinec, Concarneau, Lorient), auprès des fournisseurs (chantiers navals, coopératives maritimes). Une importante revue de la presse technique (*France-Eco-Pêche*, *Le Marin*, *La Pêche Maritime*) et de rapports réalisés par le Département des Technologies des Pêches d'IFREMER à Lorient a permis de compléter cette étude sur le processus de diffusion.

Tableau 1.
Processus de diffusion et construction navale

	Nature de la RD	Descriptif technique	Principaux chantiers en France
Chantiers de construction et de réparation navale	Transfert technologique Adaptation technologique RD spécifique	Matériaux : Polyester Aluminium Acier Bois	Bénéteau (St-Hilaire-de-Riez) Glehen (Le Guilvinec) Martinez (St-Cyprien) Piriou (Concarneau) Merré (Nort-sur-Erdre)

Ensemble propulsif

Peu de motoristes se consacrent exclusivement au domaine maritime. La part des moteurs marins représente seulement 5 à 7 % de la production au sein des grands groupes. Toutefois, les innovations réalisées sur la propulsion des véhicules terrestres se diffusent également dans le secteur maritime, à condition que les coûts de fabrication puissent être réduits. Ainsi, on observe des rapprochements entre les principaux fabricants, sous forme de rachats, de fusions ou d'alliances. La plus récente opération de rapprochement concerne la création de EEA (Europe Engine Alliance), regroupant trois grands motoristes dont New Holland, Cummins et Iveco (*Le Marin*, 14 juin 1996, n° 2553). Cette stratégie permet justement de réduire les coûts de production, au niveau de la conception de nouveaux modèles et au niveau de la production. Les flottilles de pêche bénéficient donc de certaines améliorations techniques par le transfert et l'adaptation technologique du secteur terrestre vers le secteur maritime.

Tableau 2.
Processus de diffusion et motorisation

	Nature de la RD	Descriptif technique	Principaux fabricants dans le monde
Moteurs Diesel	Transfert technologique Adaptation technologique	Innovations récentes : Injection electronique Turbo	Baudouin ; Caterpillar ; Cummins John Deere ; Iveco ; KHD-Deutz ; Nanni/Man ; Perkins ; Volvo Penta

Apparaux de pêche

En matière de cordages pour la confection des poches de chalut, il existe plus de 260 marques commerciales pour les polyamides, une centaine pour les polyesters, près de 80 pour les polyéthylènes et 140 pour les polypropylènes (*Le Marin*, 15 décembre 1995, n° 2527). Ces cordages traditionnels parviennent encore à freiner l'expansion des cordages spécifiques du type kevlar, dyneema ou vectran. Le prix plus élevé de ces nou-

velles matières empêche leur développement dans les activités halieutiques. La gamme actuelle des matériaux classiques répond encore largement aux besoins des professionnels.

Pour le câblage, il n'existe pas de capacité de recherche et de développement spécifique. Les innovations se diffusent dans un premier temps auprès des grands armements du commerce maritime, puis elles font l'objet d'une adaptation technologique au secteur pêche. Le français Tréfil Europe détient la moitié du marché hexagonal. Selon un responsable de cette entreprise, il n'existe pas de produits véritablement nouveaux mais seulement des améliorations continuelles. Quant aux trois derniers axes d'application technologique (panneaux, treuil et enrouleur), il s'agit de firmes spécialisées dans le domaine halieutique, proposant régulièrement des améliorations de nature incrémentale (notamment pour les panneaux de chalut).

Tableau 3.
Processus de diffusion et apparaux de pêche

	Nature de la RD	Descriptif technique	Principaux fabricants
Cordage et gréement du chalut	Transfert technologique Adaptation technologique RD spécifique	Polypropylène (PP) Polyéthylène (PE) Polyamide (PA) Polyester (Tergal)	Le Drézen
Câblage	Transfert technologique Adaptation technologique	Processus de fabrication : Sélection du fil en rouleau ; Décapage ; Tréfilerie ; Patentage ; Toronnage ; Câblage	Tréfil Europe Tycsa Bridon
Panneaux	RD spécifique	Le polyvalent (1969) Panneau en V (1984) Panneau en W (1986) Panneau en Z (1987) Panneau Le Béon (1993)	Morgère Süberkrüb Sté Perfect Chantiers Vergoz Forges Le Béon
Enrouleur	RD spécifique		Bopp SA
Treuil	RD spécifique	Treuil électrique Treuil hydraulique	Bopp SA Beck Engineering

La diffusion des moyens électroniques de passerelle

Les appareils de transmission et de navigation font l'objet d'un transfert technologique à bord des navires de pêche. Les transmissions de données et de voix numérisée sont assurées par la couverture satellitaire. Consortium international, Inmarsat (regroupant plus de 70 pays, France Télécom étant le représentant français) bénéficiait d'une position de monopole dans le monde maritime. Mais cette situation est actuellement remise en question à l'échelon européen car elle entrave le principe de la

libre concurrence. Un second consortium international, EutelSat, souhaite élargir ses interventions au monde maritime. Ce réseau de télécommunications par satellites était à l'origine conçu pour les communications terrestres (en particulier la gestion du transport routier). Mais les politiques de déréglementation remettent en cause ce partage du marché. Un armement à la pêche chalutière de Concarneau a d'ailleurs fait le choix de l'équipement EutelTrack, fonctionnant avec le système EutelSat.

Par ailleurs, le projet de prévision des apports liant les navires sur zone de pêche et les structures commerciales à terre a incité une entreprise d'électronique marine à développer une capacité de R&D spécifique. Soutenue financièrement par l'ANVAR et sélectionnée parmi les 150 PME innovantes en Europe (*Le Marin*, 22 décembre 1995, n° 2528), la société EBS conçoit un nouveau système de télécommunication satellitaire adapté à la transmission des informations confidentielles sur les captures et les cours du poisson.

Les trois autres domaines, détection acoustique, contrôle du train de pêche et informatique embarquée, apparaissent plus spécifiques au milieu de la pêche puisque l'on constate une capacité de R&D parmi les entreprises concevant ces équipements.

Tableau 4. **Processus de diffusion et moyens électroniques**

	Nature de la RD	Descriptif technique	Principaux fabricants
Transmission	Transfert technologique RD spécifique	Inmarsat Eutelsat	Furuno ; Kelvin Hugues ; SNEC ; Philips
Navigation	Transfert technologique	GPS (système de navigation satellitaire)	
Détection acoustique	Transfert technologique Adaptation technologique RD spécifique (IFREMER)	Sondeur vertical Sondeur horizontal	Atlas Krupp ; Furuno Raythéon ; Simrad ; Koden
Contrôle du train de pêche	Transfert technologique Adaptation technologique RD spécifique	Contrôle de l'ouverture et du taux de remplissage du chalut	Scanmar
Informatique embarquée	Transfert technologique Adaptation technologique RD spécifique	Aides à la navigation et au tracé des plans de pêche	Informatique et Mer ; MLR Electronique ; Sodena ; Marine System

La diffusion des moyens de traitement et de conditionnement

Enfin, les techniques du traitement et du conditionnement résultent d'une activité spécialisée dans le secteur d'exploitation des ressources ha-

lieutiques. La conception d'un nouveau procédé de stockage ou de réfrigération attire généralement les regards des concurrents qui tentent par la suite d'adapter et d'améliorer le nouvel équipement. Depuis une quinzaine d'années, les navires de plus de 20 mètres se sont équipés de machines à glace. L'adaptation de cet équipement aux flottilles chalutières répond à la nécessaire valorisation des captures en frais. Deux types de techniques coexistent, l'une utilisant l'eau douce et l'autre, l'eau de mer.

En matière de conditionnement, de nombreuses innovations sont apparues depuis la fin des années 80. Plusieurs procédés existent et entrent en compétition. A Concarneau, si la plupart des armements ont fait le choix du conteneur islandais, d'autres continuent à fonder leurs espoirs sur la caisse de bord fabriquée sous la marque norvégienne Dyno (*Le Marin*, 7 juillet 1995, n° 2504).

L'intérêt manifesté par les armements d'aménager les cales de leurs navires s'intègre dans une démarche de qualité du conditionnement du poisson. Certains armements de Lorient et de Concarneau ont tenté d'améliorer les procédés existants avant de choisir la technique répondant le plus précisément à leurs besoins. Dès 1984, l'armement Jégo-Quéré expérimente le déchargement de conteneurs en polyester armé pour ses unités industrielles de 55 mètres (*France-Eco-Pêche*, février 1984, n° 287). L'utilisation de conteneurs en carton ondulé, de la Société Rochette-Cenpa, s'avérait plus pratique à l'usage. Un système de manutention, baptisé le *Mini-Lift*, fut installé à bord d'un chalutier de l'armement. Ce système nécessitait tout de même 25 hommes pour débarquer en une heure 48 tonnes de poisson. En 1985, la société Seamen Ingénierie propose un nouveau procédé de conteneurisation pour les chalutiers semi-industriels de 20 à 30 mètres. Enfin, un troisième mécanisme dénommé *Auto-Hold*, mis au point par la société Manche SA en 1986, vient compléter la gamme des systèmes de déchargement automatisé de conteneurs. Finalement, c'est un procédé islandais qui retient l'attention des armements bretons. Les mécanismes complexes de monte-charges, de rails ou de tapis de transfert ont été délaissés au profit de caisses de plastiques emboitables et de différents volumes. L'installation d'une grue de pont simplifie le déchargement des conteneurs. Le transfert technologique de ce procédé a été réalisé conjointement par les armements Dhellemmes et Nicot de Concarneau ainsi que les Chantiers Piriou, auxquels a été confié l'aménagement des cales des chalutiers. Ces entreprises ont créé une société commerciale, Océanic Développement, chargée de diffuser ce système de conditionnement. Le responsable de cette société commerciale a confirmé la thèse du sentier de dépendance et du verrouillage technologique. En effet, les utilisateurs potentiels ont progressivement retenu cette technique pour laquelle existent des rendements croissants d'adoption. De 1991 à 1995, 23 chalutiers hauturiers de Concarneau ont adopté le système du conteneur islandais. Le programme de conteneurisation nécessite au préalable un aménagement des cales.

Tableau 5.
Processus de diffusion et moyens de traitement et de conditionnement

	Nature de la RD	Descriptif technique	Principaux fabricants
Opérations de traitement	RD spécifique	Triage - Eviscération Etêtage - Filetage Lavage	Chantiers navals
Mode de stockage	RD spécifique	En vrac En conteneur En caisse de bord	Chantiers navals
Réfrigérant	Transfert technologique Adaptation technologique RD spécifique	Système de réfrigération de la cale Machine à glace (eau douce, eau de mer)	Matal Marine Service (« Projets Marine »)

CONCLUSION

Quand il existe des capacités de R&D spécifique, il s'agit généralement d'entreprises de taille modeste souvent à caractère familial (notamment dans la fabrication des apparaux de pêche). Un contact permanent avec les entreprises de pêche leur permet de répondre aux attentes spécifiques de chaque patron-pêcheur. Ce constat rejoint les observations de Scherer, lorsqu'il tentait de répondre à la question schumpétérienne, *« Are large firms more adept at making technological innovations than small firms, other things being equal ? »* (Scherer, 1980, p. 408). L'auteur reconnaît que les grandes firmes disposent de capacités de financement plus élevées pour engager un programme de R&D, depuis la phase de conception jusqu'à la commercialisation. Mais dans certains secteurs, tels que celui des pêches maritimes où le degré de spécialisation des fabricants et des fournisseurs est très élevé, la taille modeste de l'entreprise assure davantage de souplesse pour proposer des produits « sur mesure ».

Dans notre étude, la R&D spécifique au secteur halieutique relève soit d'entreprises locales de taille réduite (conception de navire, fabrication de panneaux, de chaluts, informatique embarquée), soit de filiales spécialisées dans le milieu maritime (transmission, détection acoustique, contrôle du train de pêche). Il s'agit alors d'accompagner des technologies majeures en améliorant les procédés de manière progressive et continue. Les domaines pour lesquels n'existe pas de R&D spécifique mais simplement un transfert ou une adaptation technologique concernent la propulsion, le câblage, les équipements de navigation. Le secteur des pêches maritimes n'offre pas un potentiel de diffusion suffisant pour spécialiser une entreprise ou une filiale dans l'un de ces trois domaines.

Tableau 6.
Processus de diffusion des innovations dans le secteur des flottilles

	RD spécifique	Transfert technologique	Adaptation technologique
Moyens directs et indirects de capture			
Ensemble propulsif		*	*
Construction navale	*	*	*
Apparaux de pêche			
Cordage et gréement du chalut	*	*	*
Câblage		*	*
Panneaux	*		
Enrouleur	*		
Treuil	*		
Moyens électroniques de passerelle			
Détection acoustique	*	*	*
Transmission	*	*	
Navigation		*	
Contrôle du train de pêche	*	*	*
Informatique embarquée	*	*	*
Moyens de traitement et de conditionnement			
Opérations de traitement	*		
Modes de stockage	*		
Réfrigérant	*	*	*

Dans l'industrie des produits de la mer, seules quelques firmes multiproduits situées plus fréquemment en aval de la filière consacrent régulièrement une partie de leurs investissements à la R&D appliquée, orientée essentiellement vers des innovations de produit. L'essentiel des innovations de procédé, que ce soit au niveau des armements à la pêche ou des entreprises de mareyage, proviennent de secteurs industriels dépendants de trajectoires technologiques orientées vers l'exploitation d'économies d'échelle. Le transfert technologique s'opère donc entre les équipementiers (les chantiers navals, les entreprises de forge marine, de textiles synthétiques, d'électronique et de propulsion) et les armements à la pêche. Toutefois, face à la contrainte de rareté de la biomasse exploitée par la flottille chalutière, les entreprises de pêche, notamment en Bretagne, investissent plus fréquemment dans les techniques d'amélioration de la qualité liées à la troisième trajectoire technologique.

LEXIQUE

Extrait du *Dictionnaire des engins de pêche*

Apparaux de pêche: Ensemble des éléments du dispositif de capture du poisson.

Art traînant: Toute méthode de pêche où la capture est réalisée en remorquant un engin traîné sur le fond.

Chalut: Filet remorqué, constitué d'un corps de forme conique, fermé par une poche et prolongé à l'ouverture par des ailes. Il existe des chaluts de fonds, conçus pour travailler près du fond, et des chaluts pélagiques, conçus pour travailler entre deux eaux.

Enrouleurs: Tambour, entraîné mécaniquement, servant à virer un filet de grande dimension.

Funes: Câble d'acier qui sert à remorquer le chalut.

Panneaux (de chalut): Elément divergent du train de pêche. Le grément d'un chalut comporte une paire de panneaux qui assurent par leur écartement l'ouverture horizontale du filet.

Train de pêche: Ensemble des éléments constituant l'engin de chalutage (funes, panneaux, cordages et chalut).

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON (L. G.), 1976 — The relationship between firm and fishery in common property fisheries, *Land Economics*, 52, pp. 180-191.

ARTHUR (B.), 1988 — Competing technologies: an overview, *in*: DOSI (G.) *et al.*, *Technical change and economic theory*, London, Pinter Publishers, pp. 590-607.

CLARK (C. W.), MUNRO (G. R.), 1975 — The economics of fishing and modern capital theory: a simplified approach, *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 2, pp. 92-106.

COLLIGNON (J.), 1991 — *Ecologie et biologie marines: Introduction à l'halieutique*, Masson.

DOLL (J. P.), 1988 — Traditional economic models of fishing vessels: a review with discussion, *Marine Resource Economics*, vol. 5, pp. 99-123.

DORFMAN (R.), 1969 — An economic interpretation of optimal control theory, *American Economic Review*, vol. 59, n° 5, pp. 817-831.

DOSI (G.), 1988 — Sources, procedures and microeconomic effects of innovation, *Journal of Economic Literature*, vol. 26, pp. 1120-1171.

GEORGES (J.-P.), NÉDÉLEC (C.), 1991 — *Dictionnaire des engins de pêche*, IFREMER, Ouest-France.

GONZALEZ-MENDOZA (R.), 1987 — La conception intégrale des navires de pêche, une nouvelle approche, *Equinoxe*, n° 14, IFREMER, pp. 19-26.

GORDON (H.-S.), 1954 — The economic theory of a common property resource: the fishery, *Journal of Political Economy*, pp. 124-142.

HARDIN (G.), 1968 — The tragedy of the commons, *Science*, n° 162, pp. 1243-1248.

LE FLOC'H (P.), 1998 — *Economie de l'innovation et industrie d'exploitation des ressources halieutiques*, Thèse de Doctorat, ENSAR, Rennes, 412 p.

MORVAN (Y.), 1991 — *Fondements d'économie industrielle*, Paris, Economica.

NÉDÉLEC (C.), PORTIER (M.), PRADO (J.), 1979 — *Techniques de pêche*, ISTPM.

NELSON (R. R.), WINTER (S. G.), 1973 — Toward an evolutionary theory of economic capabilities, *American Economic Review*, vol. 63, pp. 440-449.

NELSON (R. R.), WINTER (S. G.), 1977 — In search of a useful theory of innovation, *Research Policy*, vol. 6, n° 1, pp. 36-76.

NELSON (R. R.), WINTER (S. G.), 1982 — *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard, Harvard University Press.

PAVITT (K.), 1984 — Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory, *Research Policy*, pp. 343-374.

POLANYI (M.), 1967 — *The Tacit Dimension*, Garden City, New-York, Doubleday Anchor.

ROSENBERG (N.), 1982 — *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press.

RUTTAN (V. W.), 1997 — Induced innovation, evolutionnary theory and path dependance: sources of technical change, *The Economic Journal*, n° 107, pp. 1520-1529.

SAINCLIVIER (M.), 1983 — *L'industrie alimentaire halieutique - Le poisson matière première*, 1er volume, ENSAR.

SAMPSON (D. B.), 1992 — Fishing technology and fleets dynamics: Prediction from a bioeconomic model, *Marine Resource Economics*, vol. 7, n° 1, pp. 37-58.

SCHERER (F.-M.), 1980 — *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Rand Mac Nally, 2e édition.

SCHMOOKLER (J.), 1966 — *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Harvard University Press.

WILEN (J. E.), 1985 — Modelling fishermen and regulator behaviour in schooling and search fisheries, *in:* SCOTT (A.), (ed.), *Progress in Natural Resource Economics*, by Members of the Programme in Natural Resource Economics (PNRE) at the University of British Columbia, Oxford University Press, pp. 153-172.