

40 • Les contraintes biologiques liées à une gestion des ressources instables

PHILIPPE CURY

Chercheur ORSTOM, CRODT/ISRA, B.P. 2241, Dakar Sénégal.

RÉSUMÉ

Des exemples de ressources instables comme la sardine du Pacifique, la sardine du Japon et l'anchois du Pérou sont présentés. Les fluctuations d'abondance ainsi que l'histoire des pêcheries sont brièvement rappelées pour illustrer les effondrements non prédictibles des ressources et les difficultés liées à leur exploitation. Des hypothèses sont rappelées pour expliquer la différence de richesse des milieux et les facteurs d'instabilité de ces ressources. Les taux d'exploitation trop élevés ainsi que les fluctuations environnementales agissant sur le recrutement sont les principaux facteurs provoquant l'effondrement de la ressource. Une réflexion est faite sur la gestion adaptative des ressources instables en considérant ces contraintes biologiques.

ABSTRACT

Examples of unstable resources like the Pacific sardine, the Japanese sardine or the Peruvian anchoveta are presented. Fluctuations of abundance and the history of the fisheries are briefly reminded to illustrate the unpredictability of collapses and the difficulties linked to their exploitation. Hypotheses are presented to explain the differences observed in abundance levels and the factors of instability. High exploitation rates and environmental fluctuations acting on recruitment are the principal factors leading to the collapse of the resources. A reflexion is done on adaptive management of unstable resources considering these biological constraints.

DES RESSOURCES INSTABLES DANS DES MILIEUX FLUCTUANTS

«Qui peut être remplacé par une chose nouvelle et semblable», telle est la définition donnée par le dictionnaire au mot renouvelable. Les ressources marines sont des ressources dites renouvelables. Ce terme implique une certaine reproductibilité: d'une année sur l'autre, les espèces composant les prises sont les mêmes et les quantités pêchées comparables. D'expérience, les pêcheurs savent que ce caractère répétitif de la pêche n'est que rarement observé: des accroissements brutaux ou les déclinés rapides des stocks peuvent affecter les débarquements, tout particulièrement dans le cas des espèces pélagiques côtières. L'instabilité de certains stocks de poissons pélagiques côtiers apparaît avec une réelle acuité, depuis l'essor des pêcheries ces dernières décennies. La présence d'un stock de poissons dans un milieu donné n'est jamais un acquis définitif et les variations d'une année sur l'autre ou encore sur le long terme de l'abondance du poisson ont souvent des conséquences graves pour les secteurs socio-économiques

situés en amont ou en aval de celui des pêches. Parler de *ressources instables* pour les poissons pélagiques côtiers apparaît légitime.

Les espèces pélagiques côtières (c'est-à-dire les sardines, les sardinelles, les anchois, les maquereaux,...) ont principalement colonisé les zones d'upwelling (zones de remontées d'eaux froides profondes, riches en sels minéraux). Ces upwellings constituent les zones les plus productives des océans. Les espèces pélagiques côtières développent d'énormes biomasses puisqu'elles permettent de réaliser environ le tiers des captures mondiales dans les zones d'upwellings qui ne représentent que 0,1 % de la surface des océans. Contrepartie malheureuse, elles sont aussi connues pour leur instabilité face aux fluctuations de l'environnement qui sont importantes dans les milieux d'upwelling (fig. 1). Nous présenterons quelques exemples mondiaux de cette instabilité ⁽¹⁾, l'interprétation scientifique qui en a été donnée et les mesures de gestion proposées; nous aborderons de façon plus générale ensuite les problèmes posés par la gestion de ces ressources instables.

DES EXEMPLES TRISTEMENT CÉLÈBRES

Retracer l'histoire des pêcheries de poissons pélagiques côtiers dans le monde montre à quel point cette activité peut passer rapidement de l'euphorie à la récession. Euphorie de pouvoir prélever des millions de tonnes de poissons en relativement peu de temps et de voir de nombreux secteurs d'activité trouver un essor fantasti-

que; récession aussi lorsque disparaît presque aussi rapidement une ressource et apparaît l'effondrement des industries de transformation, l'arrêt durant de très longues périodes de l'activité des flottes, les faillites de nombreux secteurs économiques et même des famines parmi les populations de pêcheurs... *L'histoire de l'exploitation des espèces pélagiques côtières a été douloureuse et continue de l'être.* Nous présenterons l'évolution de la pêcherie de la sardine du Pacifique, celle de la sardine du Japon et celle de l'anchois du Pérou, trois exemples célèbres qui ont été, de par leur importance pour l'économie des pays concernés, très étudiés.

Les années trente et quarante furent prospères pour les pêcheries côtières californiennes, avec des débarquements annuels de sardine compris entre 500 000 et 700 000 tonnes (Marr, 1960) (fig. 2). Dans «Rue de la sardine», Steinbeck a merveilleusement ressuscité l'euphorie qui régnait durant ces années où la sardine faisait vivre des ports comme Monterey. Dès 1920, des biologistes s'inquiétèrent des possibilités d'une surexploitation; à partir de 1931, des quotas de 200 000 tonnes furent proposés par les biologistes, mais non acceptés par les conserveurs. Au début des années cinquante, le stock s'effondra et les captures devinrent insignifiantes. Malgré une brève réapparition en 1958, la sardine disparut complètement des côtes californiennes et depuis cette date une interdiction totale frappe la pêche, sans succès pour le recouvrement de ce stock. Aujourd'hui on parle de la sardine à l'imparfait.

La sardine du Japon a eu un destin différent mais

Fig. 1

Evolution d'indices d'upwelling au Maroc et au Sénégal (d'après Belvèze, 1983 et Fréon, 1983, in Garcia, 1984). Il existe dans ces deux cas une évolution à long terme (tendance linéaire) et des fluctuations interannuelles très importantes de l'intensité de l'upwelling.

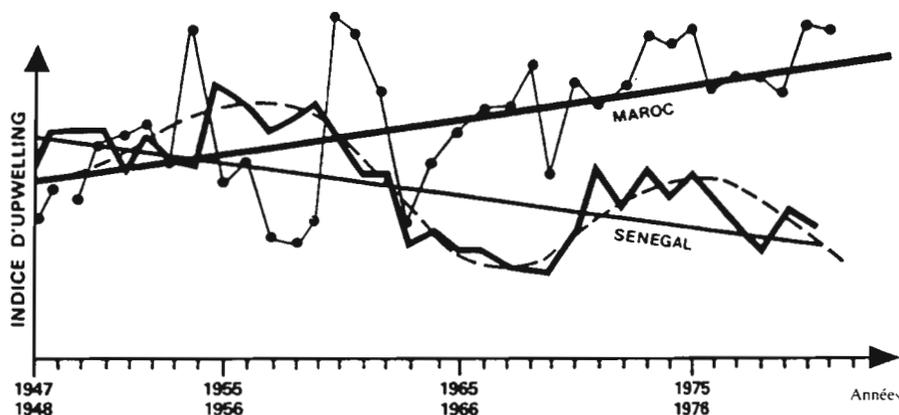
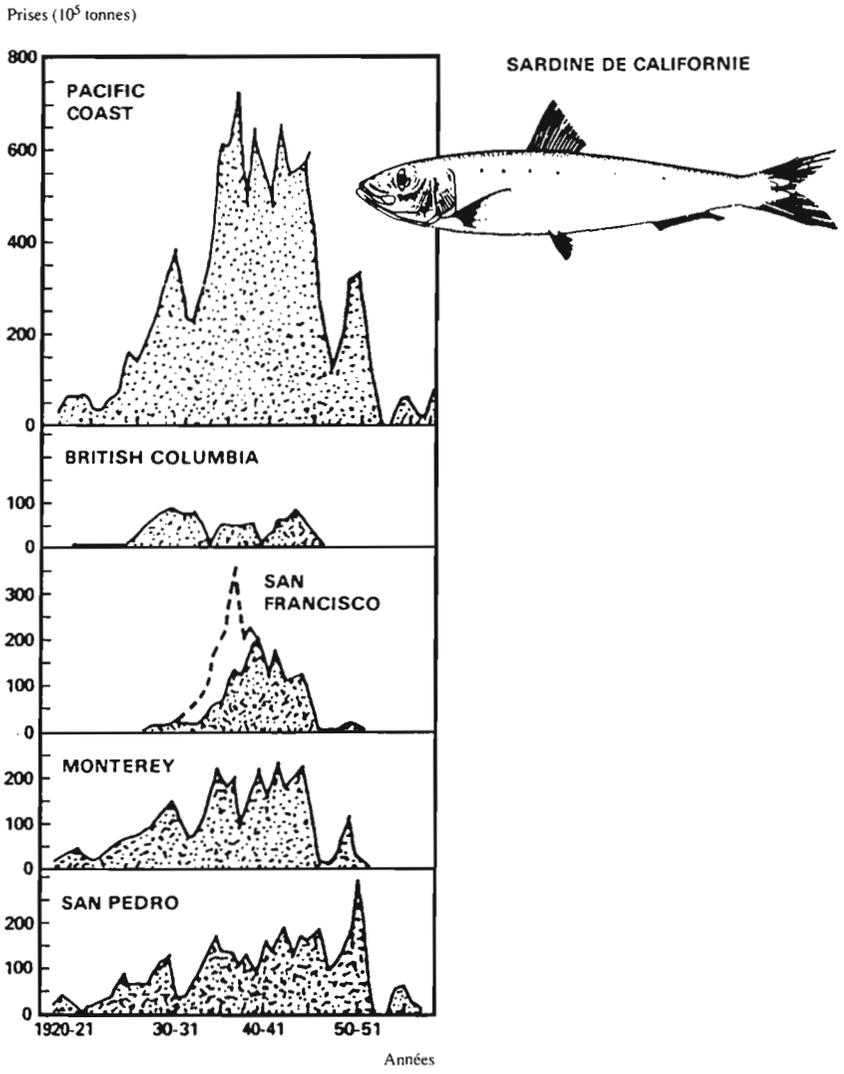


Fig. 2

Captures de sardines sur la côte nord américaine entre 1920 et 1960 (d'après Marr, 1960).



néanmoins accidenté. Durant les années trente, on débarquait au Japon 1,5 million de tonnes. Un effondrement spectaculaire eut lieu dans les années 1943-1945 et le stock fut réduit à un niveau très bas durant plus de 27 années puisque les captures ne dépassèrent jamais 0,4 million de tonnes (fig. 3). Une récupération rapide et soutenue du stock eut lieu à partir de 1973. En 1984 on pêchait environ 4 millions de tonnes de sardine, c'est-à-dire presque deux fois plus que durant la période d'abondance qui avait précédé.

La pêcherie d'anchois du Pérou a été la plus importante pêcherie du monde; aujourd'hui, elle ne l'est plus. Entre 1965 et 1971, on pêchait entre 7 et 12 millions de tonnes d'anchois (fig. 4). L'article de Paulik (in Glantz and Thompson, 1981), écrit en 1971, est éloquent et a été malheureusement prémonitoire. L'Institut Del Mar Del Peru se réunit en 1969 pour tenter de réaliser un contrôle strict des captures totales, leurs efforts furent vains face aux problèmes de surinvestissements de la flotte et des industries de transformation. L'effondrement du stock eut lieu en 1972-1973 et les captures n'ont jamais dépassé, depuis, 4 millions de tonnes.

Il ne semble pas nécessaire de multiplier les exemples pour illustrer l'instabilité de ces ressources pélagiques (Troadek *et al.*, 1980). Les leçons à tirer de ces évolutions passées sont d'une part que les effondrements de stocks sont fréquents, d'autre part que les périodes durant lesquelles les stocks restent éteints sont souvent très largement supérieures à la durée du cycle de vie des espèces et que les recouvrements sont imprévisibles (Cury, 1988). Les leçons sont aussi que les avertissements et recommandations des scientifiques, qui se sont avérés se réaliser dans le cas de la sardine californienne et l'anchois du Pérou, n'ont pas fait le poids devant les pressions économiques et sociales dues aux surinvestissements des flottilles et des industries de transformation.

Les problèmes causés par cette instabilité ont attiré une attention toute particulière de la part de la communauté scientifique internationale: ces stocks sont devenus les espèces d'animaux sauvages abondants parmi les mieux étudiés (Cushing, 1982). Qu'en disent les scientifiques ?

POURQUOI CERTAINES ZONES SONT-ELLES PLUS RICHES QUE D'AUTRES ?

Une même espèce peut développer de faibles biomasses dans certaines zones et développer d'énormes biomasses dans d'autres. En Côte-d'Ivoire-Ghana, on pêche de l'ordre de 100 000 tonnes de poissons pélagiques et plus du million de tonnes dans la zone sénégal-mauritanienne. L'anchois est pêché en grande abondance au Pérou-Chili (plusieurs millions de tonnes), alors que seulement quelques milliers de tonnes sont prélevés dans le golfe de Guinée (Côte-d'Ivoire-Ghana-Togo). A l'heure actuelle deux explications sont données pour comprendre de telles disparités: une première d'ordre trophique ou alimentaire, une seconde d'ordre physique.

La richesse des milieux, c'est-à-dire la productivité des upwellings dans le temps et dans l'espace, est le premier facteur permettant de comprendre pourquoi certaines zones sont plus peuplées que d'autres. En d'autres termes, la capacité biotique d'un milieu est fonction de sa richesse en aliments. Ainsi, en Mauritanie ou au Pérou, l'upwelling est permanent et très étendu. Dans le golfe de Guinée, l'upwelling est temporaire (il ne dure que quelques mois) et apparaît sur une surface réduite (fig. 5a et 5b).

Ceci n'est apparemment pas le seul facteur. Récemment, Sinclair (1988) a montré que la taille de la population adulte était fonction de la surface des zones où peuvent vivre les larves (zones de rétention larvaire) (fig. 6). Ces zones doivent en effet avoir certaines caractéristiques bien spécifiques pour permettre aux larves de se développer: entre autres les processus physiques de dérive vers le large doivent être faibles afin de permettre aux essaims de larves de se maintenir dans des zones favorables pour leur alimentation. Ces caractéristiques sont assez rares dans un milieu aussi dispersif que le milieu marin: les zones de rétention larvaire ne représentent généralement qu'une très petite portion de l'aire de distribution de l'espèce (fig. 5b et 5c).

POURQUOI LES FLUCTUATIONS DE CERTAINS STOCKS SONT-ELLES SI IMPORTANTES ?

Dans un article de synthèse sur la dynamique des espèces pélagiques, Lasker (1985) indiquait: «the answer to the question «what limits clupeoids ?» seems to be «almost everything»». Il est vrai que les problèmes de dynamique des populations des espèces pélagiques côtières sont loin d'être résolus. Les principaux résultats scientifiques sur les effets de la pêche et ceux des fluctuations environnementales sur la dynamique des stocks permettent cependant d'identifier les principaux facteurs-clés.

LES EFFETS DE LA PÊCHE

Il semble y avoir une *biomasse minimum critique* en dessous de laquelle il ne faut pas descendre, au risque de voir le stock s'effondrer. Différentes études montrent l'importance de ce phénomène pour la sardine du Pacifique (Murphy, 1966) et l'anchois du Pérou (Pauly et Tsukayama, 1987). Le schéma théorique pourrait donc être celui proposé sur la figure 7 où le taux d'exploitation d'une population ne peut dépasser un certain seuil, au-delà duquel l'effondrement se produit et, dans ces circonstances, la réduction du taux d'exploitation ne permet pas un recouvrement du stock. Une autre façon d'exprimer cela est de représenter la relation entre prise et effort de pêche, plus connue sous le nom de modèle global, modèle classique en dynamique des populations. Cette relation est généralement en forme de dôme (fig. 8) (la partie droite de la courbe retombe plus ou moins rapidement suivant les cas); la forme est différente pour certains stocks de poissons

Fig. 3

Captures de sardine au Japon entre 1905 et 1985
(d'après Kondô, 1988).

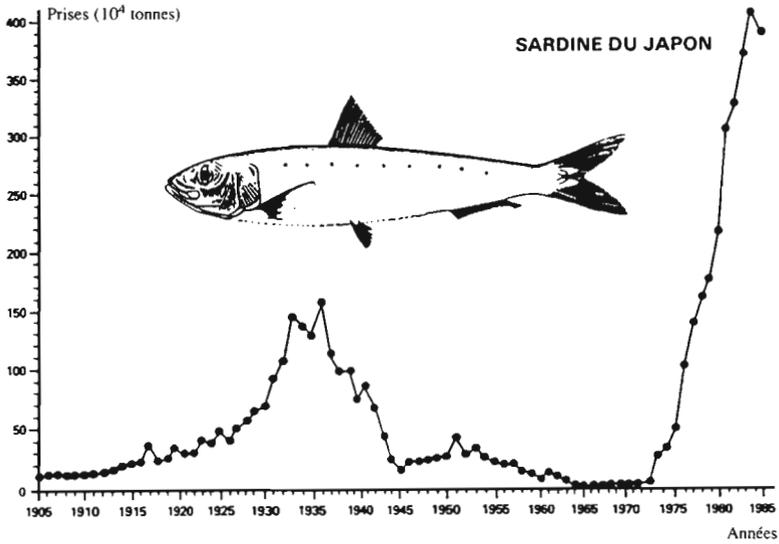


Fig. 4

Captures d'anchois le long des côtes péruviennes
entre 1950 et 1986 (d'après Pauly et Tsukayama,
1987)

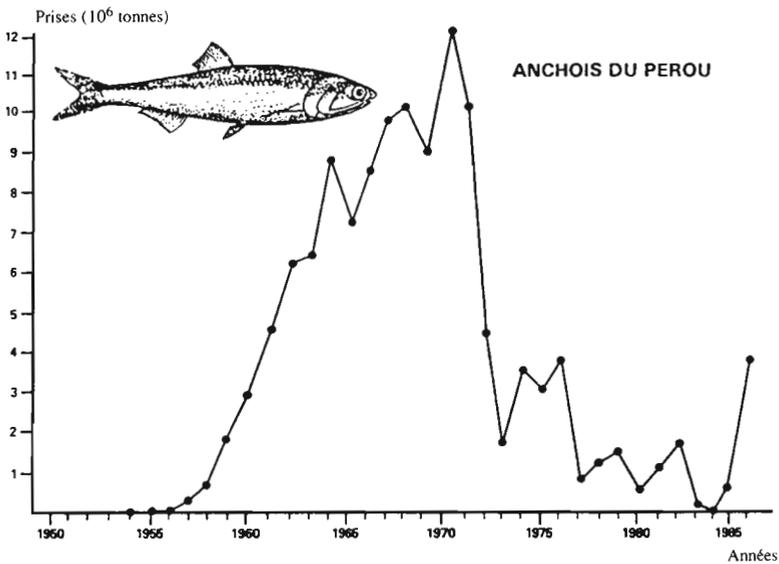


Fig. 5

(a) Localisation des zones d'upwelling en Afrique de l'Ouest. (b) Répartition de *S. aurita* en Afrique de l'Ouest. (c) Répartition des zones de reproduction.

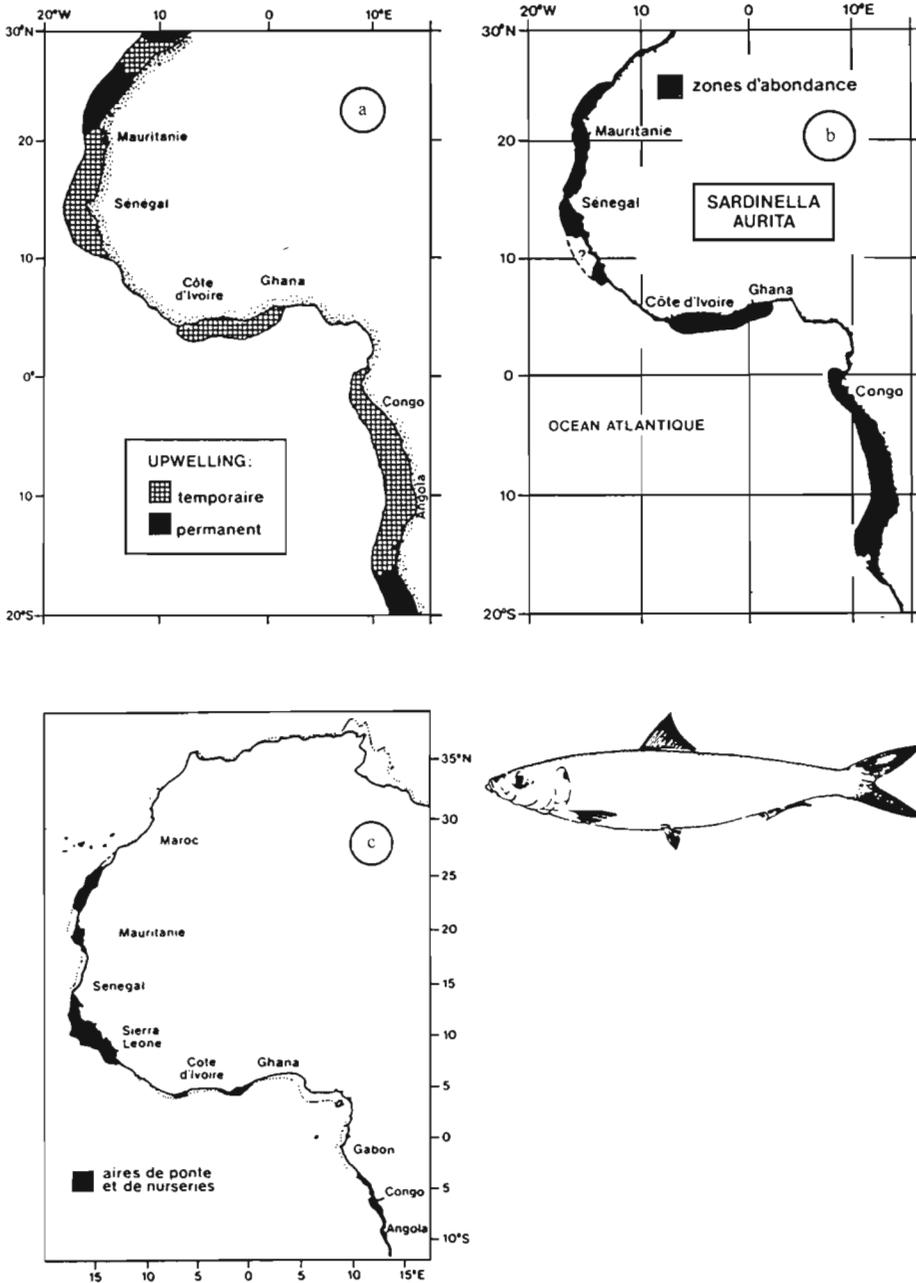


Fig. 6

Taille de différentes populations de hareng de l'Atlantique en fonction de la taille des zones de rétention larvaire (d'après Sinclair, 1988).

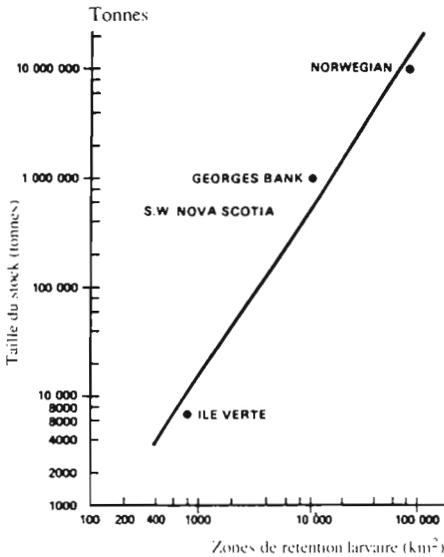
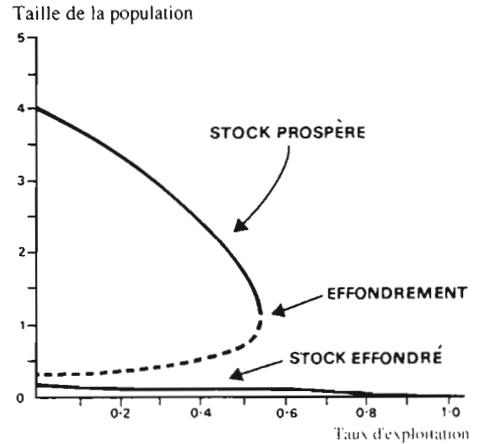


Fig. 7

Evolution de la taille de la population en fonction de son taux d'exploitation. La ligne pointillée indique que, lorsque le taux d'exploitation devient trop fort, la population s'effondre. Le trait plein du bas permet de rendre compte du fait que lorsqu'un stock est effondré, la taille de la population reste très faible, quel que soit son niveau d'exploitation (d'après Peterman *et al.*, 1979).



pélagiques (Gulland, 1977) et serait en forme de boucle afin de rendre compte des phénomènes d'effondrements (fig. 8).

Pour mieux comprendre ce mécanisme, il faut se rappeler que l'effet de la pêche est de réduire l'âge moyen dans la population et par conséquent le nombre de reproducteurs; le potentiel reproductif peut alors devenir insuffisant. Les relations stock-recrutement (le recrutement étant le nombre de jeunes poissons produit annuellement) peuvent conduire, comme cela a été montré pour la sardine du Pacifique et l'anchois du Pérou, à un cercle vicieux où, pour un taux d'exploitation trop fort, un stock parental affaibli produit un faible recrutement qui a son tour produit un moindre stock... (fig. 9). Avec ce schéma, on comprend aisément que réduire les captures totales sur un stock qui s'effondre ne réduit pas le taux d'exploitation qui reste trop fort et conduit inéluctablement à l'appauvrissement progressif de la biomasse.

Les aspects négatifs de la surexploitation ne sont pas les seuls permettant d'expliquer les fluctuations d'abondance (Cushing, 1982; Lasker et MacCall, 1983; Lasker, 1985). Ainsi les études des écailles retrouvées dans les sédiments anaérobies ont permis de reconstituer les abondances historiques des stocks et ont permis de constater que *l'extinction temporaire des stocks est un phénomène naturel qui apparaît même en l'absence de pêche* (fig. 10). Diverses théories sur l'impact du climat sur le recrutement ont été proposées pour comprendre la variabilité des stocks.

Fig. 8

Relation théorique entre les captures et l'effort de pêche (modèle global). La relation en forme de dôme montre que, lorsque l'effort de pêche est important, le niveau des captures baisse. La relation en forme de boucle montre que cette baisse est brutale (cas des pélagiques) et qu'une diminution de l'effort ne permettra pas d'obtenir les mêmes captures qu'avant l'effondrement.

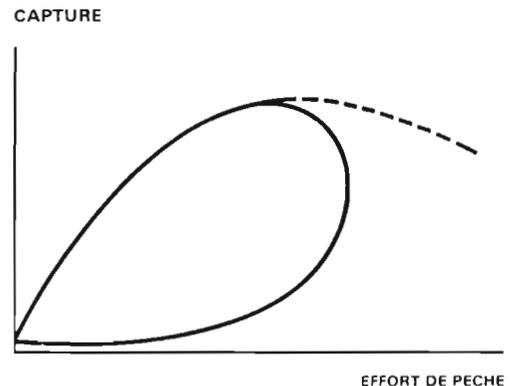
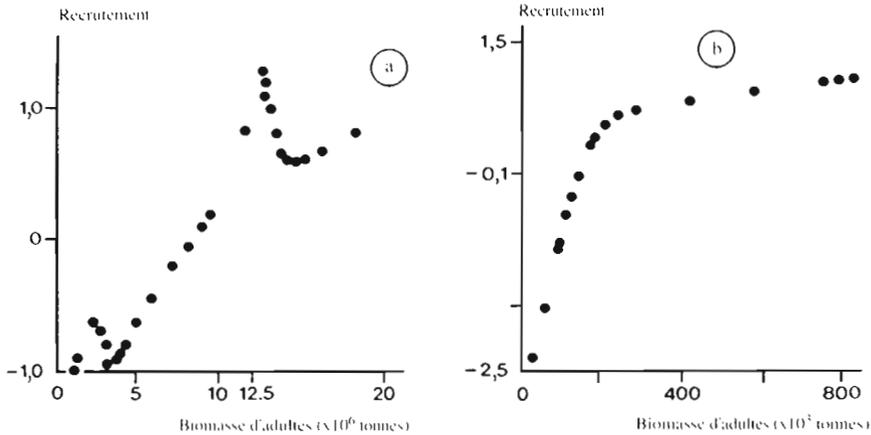


Fig. 9

Relation existant entre des indices de recrutement et du stock parental pour l'anchois du Pérou (a) et la sardine du Pacifique (b). Chaque point représente une année d'observation (on se reportera à Cury et Roy (1989) pour la méthode de calcul).



LES EFFETS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE RECRUTEMENT

Différents travaux de synthèse (Blaxter et Hunter, 1982; Lasker, 1981, 1985; Cushing, 1975, 1982; Smith, 1985) montrent qu'il existe une période critique dans la vie des clupéidés et engraulidés qui a une importance capitale pour le recrutement, par conséquent pour l'abondance: c'est la phase larvaire (fig. 11). Deux théories ont, à l'heure actuelle, valeur de paradigme:

- Cushing et l'école anglaise ont montré que *la nourriture disponible* était le facteur-clé de la survie larvaire. C'est la *théorie du «match-mismatch»*: le recrutement sera bon si la production des larves coïncide avec l'accroissement saisonnier de la production en nourriture, mauvais dans le cas contraire;

- Lasker a démontré expérimentalement, à des échelles de temps et d'espaces fines, que la mortalité larvaire était liée aux *turbulences* qui peuvent se produire durant la phase critique du développement larvaire. Des turbulences fortes désagrègent et détruisent les essaims de larves (Peterman et Bradford, 1987). C'est la *théorie de la «stabilité»* de l'école californienne.

Il est possible de concilier ces deux théories bien qu'apparemment contradictoires en émettant l'hypothèse selon laquelle, dans des upwellings générées par le vent, il existe une relation en forme de dôme entre le succès annuel du recrutement et l'intensité de l'upwelling (fig. 12a). C'est la *théorie de la «fenêtre environnementale optimale»* de Cury et Roy (1989) où

les facteurs trophiques de Cushing et les mécanismes physiques de Lasker sont pris en compte en proposant un effet bénéfique des apports en sels nutritifs dans la couche euphotique quand il n'y a pas destruction mécanique des structures biologiques. Cette relation décrit assez bien les faits apparemment contradictoires observés dans les principales zones d'upwelling: le Pérou, la Californie, le Sénégal, le Maroc (fig. 12b).

EVITER LES EFFONDREMENTS ?

Ces analyses biologiques permettent de tirer certaines conclusions quant à la dynamique de ces populations instables:

- l'impact des fluctuations environnementales sur le recrutement est important et détermine, en grande partie, le niveau des captures futures;
- les taux d'exploitation (biomasse prélevée/biomasse totale) ne peuvent dépasser 50 à 75 % sans risquer, à brève échéance, l'effondrement du stock;
- lorsque le stock est effondré, on ne peut savoir s'il se reconstituera et quand.

Ces connaissances théoriques permettent-elles de mieux gérer l'instabilité de ces ressources ? Les conclusions des études biologiques peuvent paraître simples:

- l'étude des fluctuations environnementales peuvent permettre d'avoir une idée sur les niveaux de recrutement des stocks; même si ces variations sont inéluctables, on peut cependant les anticiper;

Fig. 10

Indices d'abondance de la population de sardines du Pacifique établis à partir des dépôts d'écaillés trouvés dans les sédiments anaérobies entre 1810 et 1980 et sur une période de 2 000 ans (d'après Soutar et Isaacs, 1969, 1974, in Lasker, 1985).

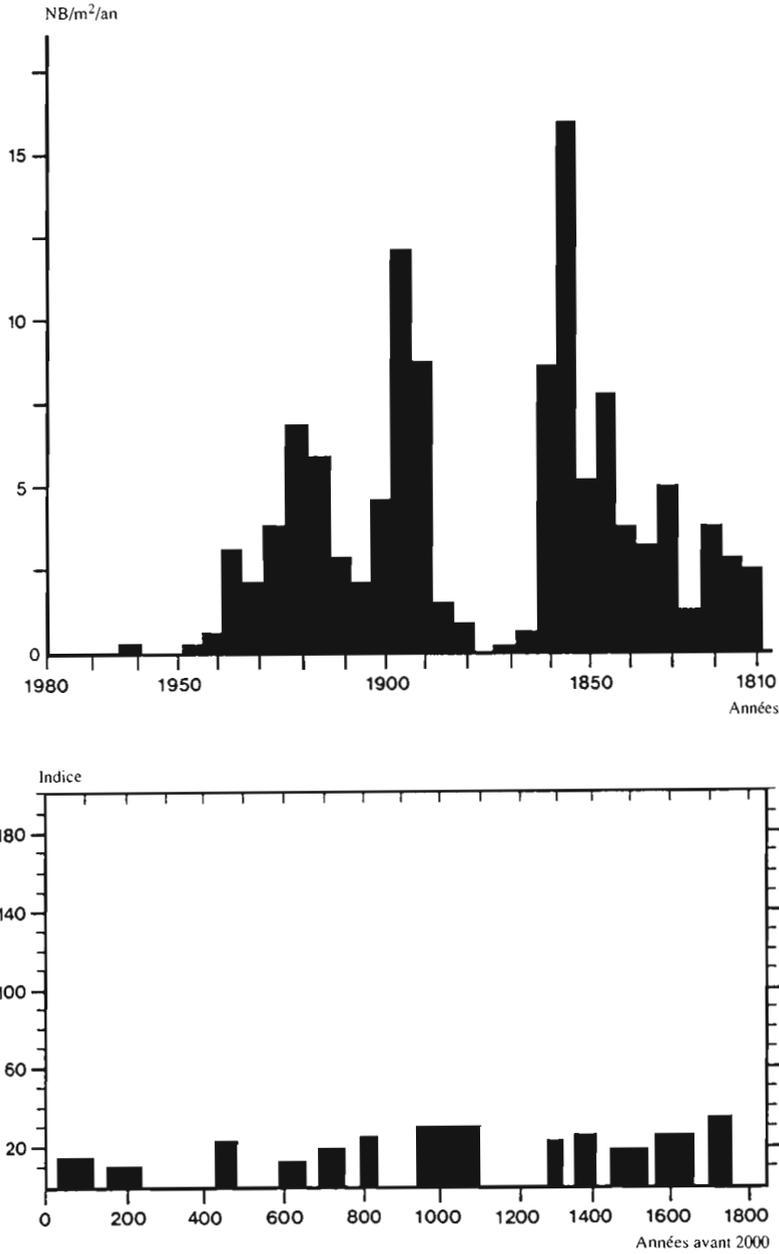
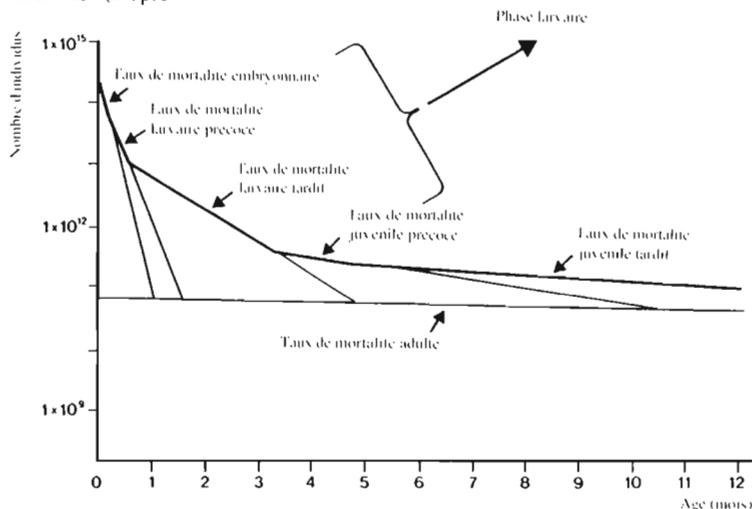


Fig. 11

Diagramme de la courbe de mortalité durant les phases embryonnaire, larvaire, juvénile et adulte chez l'anchois. Sur cette courbe, on constate les taux de mortalité impressionnants durant la phase larvaire: ainsi, par exemple, les effectifs diminuent de 10 000 à 10 durant la phase larvaire puis de 10 à 1 de la phase juvénile à la disparition totale des individus (d'après Smith, 1985).



• les relations stock-recrutement sont importantes: il faut préserver une partie de la biomasse féconde si l'on ne veut pas voir le stock s'effondrer; la régulation des niveaux de prélèvement s'impose donc si l'on veut éviter les effondrements des stocks;

• il faut éviter, d'un point de vue biologique, les effondrements.

Mais est-ce si simple à mettre en pratique lorsque l'on doit prendre des mesures concrètes de gestion ?

PEUT-ON GÉRER L'INSTABILITÉ DES RESSOURCES PÉLAGIQUES CÔTIÈRES ?

Peut-on gérer les ressources instables et de quelle manière ? Etant donné les intérêts en jeu, ce problème est aujourd'hui largement débattu et une littérature abondante existe (Sharp et Csirke, 1983; Rothschild, 1983; Garcia, 1984; May, 1984; Sherman et Alexander, 1986; Troadec, 1989). Une synthèse intéressante a été produite par Brewer (1983) qui identifie trois façons de gérer les ressources: une gestion «curative», une gestion «préventive» et une gestion «réactive».

La gestion «curative»: une absence de gestion ?

Il est assez facile de laisser faire et de ne penser à gérer les pêcheries qu'en cas de crise. Ce type de gestion «curative», qui n'est en réalité qu'une absence de gestion, est assez commune et serait pratique si les solutions adoptées n'étaient pas toujours douloureuses pour le secteur des pêches et les secteurs économiques asso-

ciés. Les évolutions historiques des stocks et de la dynamique des flottilles permettent de tirer quelques leçons. L'anchois du Pérou et la sardine de Californie ont été surexploités et les quelques mesures de régulation de l'effort de pêche ont été prises trop tardivement et/ou trop timidement semble-t-il. En effet, pour ces stocks importants, la surexploitation implique un développement fantastique des moyens de pêche et des activités industrielles. Réduire ces activités brutalement est politiquement, économiquement et socialement, impossible; aussi est-on amené à réduire progressivement les activités (en diminuant les captures ou les efforts). Cette réduction n'a le plus souvent aucun effet bénéfique pour le stock qui continue de subir un taux d'exploitation trop élevé, même lorsque l'activité de pêche est réduite. Si les conditions climatiques ne sont pas favorables à de bons recrutements, alors l'effondrement est la suite logique de ce type d'exploitation. Elle l'a été. Dans ce type d'exploitation, où souvent le surinvestissement des flottes de pêche et des industries de transformation sont importants, la gestion de la ressource est fondamentalement liée aux pouvoirs financiers et sociaux mis en jeu sur le court terme.

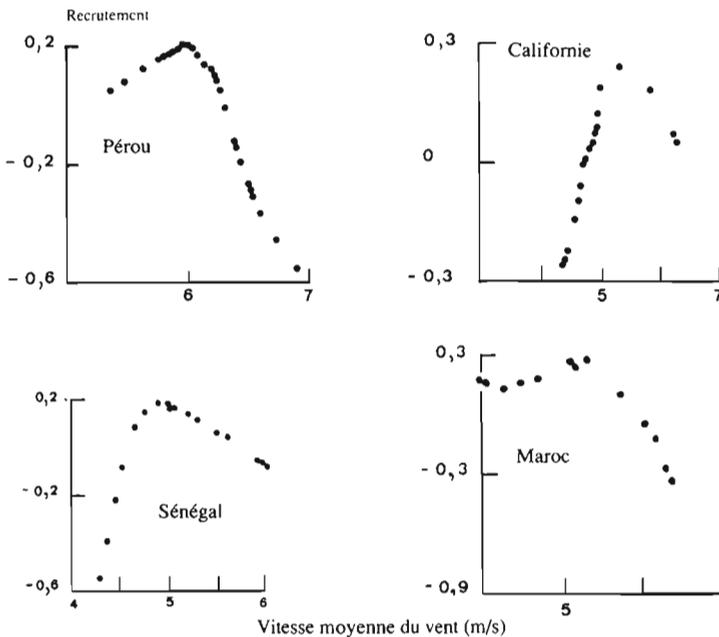
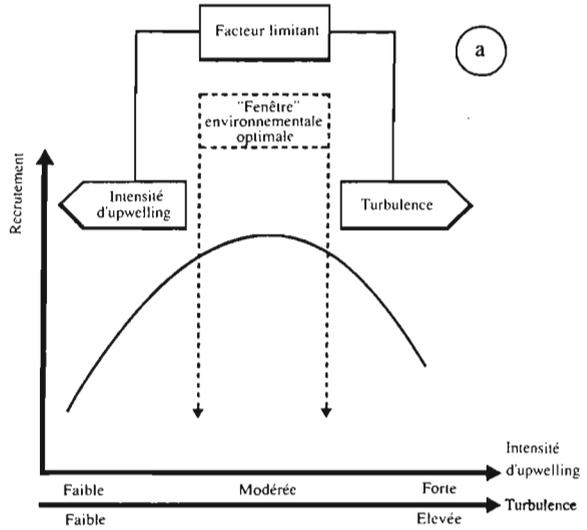
La gestion «préventive»: une gestion trop ambitieuse ?

Une gestion «préventive» paraît donc souhaitable afin d'éviter, d'une part les effondrements de stocks, d'autre part de permettre une certaine régularité de la production. Les règles d'aménagement classiques restent les outils importants du gestionnaire, même dans le cas de

Fig. 12

(a) Schéma théorique entre le succès du recrutement et les facteurs environnementaux dans les zones d'upwelling. Dans la partie gauche de la courbe, la nourriture disponible s'accroît avec l'intensité de l'upwelling (théorie de Cushing); dans la partie droite, les trop fortes turbulences désagrègent les essaims de larves (théorie de Lasker).

(b) Exemple de relation entre des indices du recrutement et des indices d'upwelling pour l'anchois du Pérou, la sardine de Californie, la sardinelle du Sénégal et la sardine du Maroc. Chaque point représente une année d'observation (on se reportera à Cury et Roy (1989) pour la méthode de calcul). Ces observations sont en accord avec le schéma théorique proposé et, les valeurs des vents pour lesquelles on observe une inflexion de la courbe, se situent autour de 5-6 m/sec.



ressources instables. Ainsi les interventions possibles sont:

- régulation de l'effort de pêche et mise en place de quotas;
- protection d'une zone de pêche;
- exploitation d'autres espèces pélagiques;
- recours temporaires à des flottés étrangères pour exploiter des pics d'abondance;
- subvention gouvernementale pour maintenir une flottille inactive temporairement en période de biomasse réduite, etc...

Ce type de gestion peut se faire en ayant une bonne connaissance des ressources et notamment selon l'amplitude et la nature de leur variabilité (stocks cycliques, irréguliers, spasmodiques), comme cela a été proposé par Caddy et Gulland (1983). Il faut ensuite hiérarchiser les objectifs de l'aménagement selon leur importance et les conséquences quant aux aspects biologiques, sociaux, économiques, juridiques, politiques.

Ce type de gestion paraît idéal, mais vouloir réguler les pêcheries et éviter les effondrements paraît en réalité très ambitieux. Quelles mesures aurait-il fallu prendre pour éviter l'effondrement de la sardine du Japon ou celui de l'anchois du Pérou ? Il serait intéressant de poser la question aux différents intervenants et je pense que personne ne sait très bien ce qu'aurait produit telle ou telle mesure de gestion. Une étude faite par Glantz (1981) auprès de 60 experts en différentes matières montre qu'en pratique la connaissance dans un univers certain 2 à 4 mois à l'avance d'un El Niño n'aurait pas changé le cours de l'histoire de l'anchois du Pérou. Ce travail souligne que, même si l'on possédait une connaissance quasi parfaite du futur, il est difficile de prendre des mesures concrètes de gestion.

Faut-il donc privilégier le laisser faire et proposer une gestion «curative» lorsque les ennuis commencent ? La meilleure solution se situe peut-être entre les deux types de gestion.

Vers des stratégies adaptatives d'aménagement: la gestion «réactive»

Dans certains cas, la recherche de l'impact des fluctuations environnementales et de la pêche sur la dynamique des stocks peut fournir une aide à la décision en substituant à un univers incertain un univers risqué où l'incertitude peut-être quantifiée. L'intérêt de certains modèles développés dans le présent volume et permettant d'intégrer des variables environnementales ainsi que l'effet de la pêche sur la dynamique des stocks, paraît à ce titre prometteur. Les scientifiques ont déjà et pourront réduire l'incertitude concernant l'évolution des captures, les niveaux du recrutement, en comprenant mieux la dynamique des systèmes pélagiques côtiers. Il serait cependant malhonnête de prétendre que les prédictions efficaces sont pour demain: elles permettront de mieux quantifier l'incertitude. Voilà pour les certitudes ! Les leçons que l'on peut tirer de l'histoire d'autres pêcheries sont utiles et permettent de mieux voir ce qu'il ne faut pas faire; elles sont limitées

en ce qu'elles ne nous disent pas ce qu'il aurait fallu faire et, qui plus est, ce qu'il faut faire.

Il nous faut donc vivre avec l'incertitude. Il ne s'agit pas de tenter de trouver des solutions optimales lorsque l'on veut gérer des systèmes complexes: elles n'existent le plus souvent pas, car les intérêts mis en jeu sont multiples et souvent contradictoires. *Il n'y a pas de «gestion parfaite d'une ressource et il faut apprendre à vivre avec les imperfections plutôt que de tenter de les éliminer»* (Gulland, 1983; Allen et McGlade, 1987). Il ne faut donc pas avoir peur de changer de règles de gestion, si cela s'impose, et être plus adaptatif, plus flexible et ainsi plus créatif dans nos façons d'envisager la gestion (Holling, 1981; Brewer, 1983). Les objectifs doivent donc être régulièrement remis en cause, car ils ne sont pas immuables. Ce sont aussi les leçons de la théorie écologique qui nous montre que *l'on ne peut survivre dans un univers fluctuant en développant des stratégies stables et figées. La gestion des ressources instables devra être adaptative* ou bien elle continuera de ne se préoccuper que des situations de crises où les conflits ne trouveront de solutions qu'en faisant des laissés pour compte.

Ce n'est donc pas tant les techniques de gestion qu'il faut revoir, mais la façon de les mettre en pratique. Et là, le travail et l'imagination des économistes, des biologistes et des politiciens devra être grande. On devra donc garder à l'esprit qu'*il vaut mieux être approximativement juste que précisément faux»* (Brewer, 1983) si l'on veut vraiment envisager de gérer les ressources instables.

NOTES

(1) Nous ne présenterons pas l'exemple de *Sardinella aurita* des côtes ivoiro-ghanéennes qui est bien décrit dans le présent volume (Binet *et al.*, Herbland et Marchal)

BIBLIOGRAPHIE

- Allen, P. et J.M. McGlade. 1987. Modelling complex human systems: a fisheries example. *European Journal of Operational Research*, 30 (2): 147-167.
- Blaxter, J.H.S. and J.R.. Hunter. 1982. The biology of the clupeoid fishes. *Adv. mar. Biol. Academic Press, London and New-York*. 20: 1-223.
- Brewer, G.D. 1983. The management challenges of world fisheries. *In*: Rothschild, B.J.(ed.). *Global fisheries: Perspectives for the 1980s*. Springer Verlag, p. 195-209.
- Caddy, J.F. and J.A. Gulland. 1983. Historical patterns of fish stocks. *Marine Policy*, p. 267-278.
- Cury, P. 1988. Pressions sélectives et nouveautés évolutives: une hypothèse pour comprendre certains aspects des fluctuations à long terme des poissons pélagiques côtiers. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45 (6): 1099-1107.
- Cury, P. and C. Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46 (4): 670-680.
- Cushing, D.H. 1975. *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press, Cambridge. 278p.

- Cushing, D.H. 1982. Climate and fisheries. Academic Press, London, New York, 373p.
- Garcia S. 1984. Les problèmes posés par l'aménagement des ressources instables. COPACE/PACE Series 84/28, 38p.
- Glantz M.H. and J.D. Thompson. 1981. Resource management and environmental uncertainty: lessons from coastal upwelling fisheries. Wiley, New-York, 491p.
- Gulland, J.A. 1977. The stability of fish stocks. J. Cons. int. Explor. Mer, 37(7): 199-204.
- Gulland J.A. 1983. Managing fisheries in an imperfect world. In : Rothschild, B.J.(ed.), Global fisheries: Perspectives for the 1980s. Springer Verlag, p. 179-193.
- Holling C.S. (ed.) 1981. Adaptive environmental Assessment and Management. International Series on Applied Systems Analysis, Vol. 3, Wiley, New York.
- Kondô K. 1988. Relationships between long term fluctuations in the Japanese Sardine (*Sardinops melanostictus*) and oceanographic conditions. International Symposium on long term changes in Marine Fish Populations. 18-21 November 86, Vigo. In : Wyatt T. and M.G. Larrañeta (eds) Long term changes in marine fish populations. Int. Symp. Long Term Changes Mar. Fish Pop., Vigo, 1986, p. 365-392.
- Lasker, R. (ed.). 1981. Marine fish larvae. Morphology, ecology, and relation to fisheries. University of Washington Press, Seattle and London, 131p.
- Lasker, R. 1985. What limits clupeoid production ?. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42 (Suppl. 1): 31-38.
- Lasker R. and A. MacCall. 1983. Proceedings of the Joint Oceanographic Assembly 1982. General Symposia Canadian National Committee Scientific Committee on Oceanic Research. Ottawa. 110-120.
- Marr, J.C. 1960. The causes of major variations in the catch of the Pacific sardine *Sardinops caerulea*. Proc. World Scient. Meeting on the biology of sardines and related species, 3: 667-791.
- May, R.M. (ed.) 1984. Exploitation of Marine Communities. Dahlem Konferenzen. Life Sciences Research Report 32. Springer-Verlag, 366p.
- Murphy, G. 1966. Population biology of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). Proc. Calif. Acad. Sci. 4th Ser, 34 (1): 1-84.
- Pauly D. and I. Tsukayama (eds.). 1987. The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. ICLARM studies and Reviews n° 15, 351p. IMARPE, Callao, Peru; GTZ, Eschborn, Federal Republic of Germany; and ICLARM, Manila, Philippines.
- Peterman, M.R. and M.J. Bradford. 1987. Wind speed and mortality rate of a marine fish, the northern anchovy (*Engraulis mordax*). Science (Wash.), 235: 354-356.
- Peterman R.M., W.C. Clark et C.S. Holling. 1979. The dynamics of resilience: shifting stability domains in fish and insect systems: 321-341. In : R.M. Anderson, B.D. Turner and L.R. Taylor(eds), Population dynamics. Blackwell Scientific Publications.
- Rothschild, B.J.(ed.) 1983. Global fisheries: Perspectives for the 1980s. Springer Verlag, 289p.
- Sharp G.D. and J. Csirke (eds.) 1983. Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources, FAO, FIRM/R, 291 (2): 285-327.
- Sherman K. and L.M. Alexander (eds.) 1986. Variability and management of large marine ecosystems. AAAS Selected Symposium, 99, 319p.
- Sinclair M. 1988. Marine populations: an essay on population regulation and speciation. Washington Sea Grant Program. University of Washington Press, 252p.
- Smith, P.E. 1985. Year-class strength and survival of 0-group clupeoids. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 69-82.
- Troadec J.P. (ed.), 1989. L'homme et les ressources halieutiques: un essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Edition IFREMER, Brest, 817p.
- Troadec, J.P., W.G. Clark and J.A. Gulland. 1980. A review of some pelagic fish stocks in other areas. Rapp. P.-v. Cons. int. Explor. Mer, 177: 252-277.