



CANADA
Fonds in Trust
Fonds de dépôt

STAGE ACDI/FAO/COPACE SUR LA PLANIFICATION DU DEVELOPPEMENT ET L'AMENAGEMENT DES PÊCHES

Lomé, Togo, 6 - 17 Fev. 1978

LES OBJECTIFS DE L'AMENAGEMENT

PAR

Dr. J.P. Troadec
Agent principal des ressources halieutiques
FAO
Rome

THE OBJECTIVES OF MANAGEMENT

BY

Dr. J.P. Troadec
Senior Fishery Resources Officer
FAO
Rome

CIDA/FAO/CECAF WORKSHOP ON FISHERY DEVELOPMENT PLANNING AND MANAGEMENT

Lomé, Togo, Feb. 6 - 17, 1978

Fonds Documentaire IRD



010023619



Fonds Documentaire IRD

Cote : BX23619 Ex : 2

THE OBJECTIVES OF MANAGEMENT1. INTRODUCTION

1. The scope of this course is much broader than its title indicates. Indeed, resource management and development objectives cannot be distinguished, since both functions represent only two successive and partially overlapping steps in a single process, namely the rational exploitation of this resource. The distinction between management and development is essentially operational: to make proper use of a stock, we must initially apply various developmental incentives, selected with a view towards progressively bringing the fishery to a status where it will be maintained through management.

2. Thus the purpose of this paper is to determine what state may be retained as the ultimate management and development goal for a given fishery. A fishery forms a complex system which is difficult to apprehend and control (Fonteneau *et al.*, 1977). It is made up of a number of largely interdependent systems (e.g. the stock, the fleet, the fishermen, etc.) within which various suboptima may be identified. The basic difficulty to determining a global optima, however, resides in the fact that most of these suboptima correspond to different fishing regimes.* The various objectives identified at the secondary system level will thus be partially conflicting and the balance retained as a global optimum will forcibly represent a compromise. To be able to make proper choices, an understanding of the significance of suboptima is essential; in other words, we must be able to weigh, in terms of their respective costs the impact of various possible fishing regimes on the production and the state of the stock.

3. To do this, we will begin by considering, although it remains fairly theoretical, the case of a fishery made up of a single homogeneous fleet fishing a single stock. We will then see the changes that appear when this scheme becomes more complex.

*A fishing regime is defined in terms of the intensity and pattern (essentially in its effects on the nature - young/old for instance - of the individuals caught) of fishing.

LES OBJECTIFS DE L'AMENAGEMENT1. INTRODUCTION

1. Le champ d'application de ce cours est plus vaste que ne l'indique son titre. Il n'est en effet pas possible de distinguer les objectifs de l'aménagement de ceux de la mise en valeur d'une ressource puisque ces deux fonctions ne représentent que deux étapes successives, se recouvrant partiellement, d'un processus ayant la même finalité, à savoir l'exploitation rationnelle de cette ressource. La distinction entre aménagement et développement est en fait d'ordre essentiellement opérationnel: pour bien utiliser un stock, on est amené à appliquer initialement à son exploitation divers stimulants, choisis de façon à amener progressivement la pêcherie vers un état où l'on s'efforcera de la stabiliser par l'aménagement.

2. Cet exposé a donc pour objet d'analyser quel équilibre peut être retenu comme but ultime de la mise en valeur et de l'aménagement d'une pêcherie. La définition de cet optimum final n'est pas une tâche facile. Une pêcherie forme en effet un système complexe, donc difficile à saisir au plan de sa compréhension comme de son contrôle (Fonteneau *et al.*, 1977). On peut y reconnaître un certain nombre de systèmes secondaires (par exemple le stock, la flottille, les pêcheurs, etc.) largement interdépendants, à l'intérieur desquels divers sous-optima peuvent être mis en évidence. La difficulté fondamentale dans la définition d'un optimum global réside dans le fait que la plupart de ces sous-optima correspondent à des régimes* d'exploitation différents. Les différents objectifs que l'on pourra identifier au niveau des systèmes secondaires seront donc partiellement contradictoires et l'équilibre que l'on pourra retenir comme optimum global représentera forcément un compromis. Pour pouvoir faire de bons choix, il est indispensable de bien saisir la signification des divers sous-optima, c'est-à-dire d'être en mesure de bien peser, en fonction de leurs coûts respectifs, les conséquences sur la production et l'état du stock de divers régimes d'exploitation envisageables.

3. Pour ce faire nous considérons d'abord, même s'il reste assez théorique, le cas d'une pêcherie constituée d'une flottille unique et

*Un régime d'exploitation est défini par l'intensité de la pêche et les modalités (essentiellement dans ses effets sur la nature - jeunes/vieux par exemple - des individus capturés) d'exploitation.

2. THE SINGLE SPECIES
SINGLE GEAR FISHERY

2.1. Objectives related to the Nature
of the Stock

4. In this simple case, the classic stock assessment models (Schaefer, 1954 and 1957; Beverton and Holt, 1957; Ricker, 1958) provide a satisfactory description of the evolution of three essential parameters: total yield, catch rate, and stock size. These three functions are graphically depicted in Figure 1.

5. The optima stemming from the state of the stock are easily determined from this graph. The best known is the maximum presented by the total yield curve; its position - in tonnage - does not vary much according to the type of model used. The classic maximum sustainable yield marks the stock's upper limit of production (under the current fishing pattern)*. For a long time it was the sole objective in fisheries management, even after it was proven that fishing at a slightly lower level was desirable to take into account other criteria (biological, economic or social) to be analyzed later. Its success is attributable to its simplicity, the fact that those who have to agree on a scheme to allocate the overall yield naturally tend to agree on the alternative involving the least reduction in activities and to the fact that, at first glance, it has the same significance for all participants (which is not the case for economic optima, which differ according to the respective effectiveness of fishermen).

6. The term "sustainable" in the expression "maximum sustainable yield" means that the total yield curve (a) was established after the fishing rate was kept constant, for each value, for enough time to allow the size and structure of the stock to stabilize. Studies of the dynamics of populations show that when the fishing effort is modified, the size of the stock and the catches do not reach their final steady value until all of the age classes supporting the previous fishing rate have disappeared from the stock. This inertia, which

*It may be shifted, to a degree, towards higher yield values for higher fishing intensities by increasing the mean size of individuals caught (e.g. by increasing the mesh of fishing nets).

homogène exploitant un seul stock. Nous verrons ensuite les modifications qui apparaissent lorsque ce schéma se complique.

2. PECHERIE MONOSPECIFIQUE EXPLOITEE
PAR UNE SEULE FLOTTILLE

2.1 Objectifs liés à la nature du stock

4. Si l'on se trouve dans ce cas simple, les modèles classiques d'évaluation de stocks (Schaefer, 1954 et 1957; Beverton et Holt, 1957; Ricker, 1958) décrivent de façon satisfaisante l'évolution des trois paramètres essentiels que sont la production totale, le rendement et la taille du stock. Ces trois fonctions sont représentées sur la figure 1.

5. Les optima qui découlent de l'état du stock se déterminent facilement sur ce graphique. Le mieux connu est le maximum que présente la courbe de production totale; sa position - en tonnage - ne varie pas beaucoup selon le type de modèle utilisé. C'est le classique maximum de production équilibrée (ou MSY)*, qui marque la limite supérieure de production du stock (aux modalités d'exploitation près)**. Il a longtemps servi d'objectif unique dans l'aménagement des pêcheries, même après que l'on ait montré qu'il était souhaitable de pêcher à un niveau légèrement inférieur pour tenir compte d'autres critères, biologiques, économiques ou sociaux, qui seront analysés ultérieurement. Son succès s'explique par sa simplicité, par le fait que les responsables qui ont à s'entendre sur un schéma de répartition de la production totale tendent naturellement à s'accorder sur l'alternative qu'implique la réduction la plus faible des activités, et parce qu'il a, à première vue, la même signification pour tous les participants (ce qui n'est pas le cas des optima économiques qui diffèrent selon l'efficacité respective des pêcheurs).

6. Le terme "équilibré" dans l'expression "maximum de production équilibrée" signifie que la courbe (a) de production totale a été établie après qu'ait été maintenu constant, pour chaque valeur, le taux d'exploitation pendant un temps suffisant pour permettre à la taille et à la structure du stock de se stabiliser. Les études de dynamique de populations démontrent en effet que lorsque l'on modifie l'effort de pêche, la taille du stock et les captures n'atteignent leur valeur finale d'équilibre que lorsque toutes

*Maximum sustainable yield dans les ouvrages de langue anglaise.

**On peut le déplacer, dans une certaine mesure, vers des valeurs de production plus fortes pour des intensités de pêche plus élevées en augmentant la taille moyenne des individus capturés (par exemple en jouant sur la maille des filets de pêche).

increases with the lifespan of the species, means that it is always possible, by suddenly increasing the fishing effort, to initially capture more than the present production and more than what the equilibrium yield curve (a) indicates, even when we are on the right half of this curve. Conversely, if we want to reduce the fishing effort - e.g. to increase the stock size - we must initially reduce the total catches more than the curve (a) indicates. The greater this initial change is, the quicker the stock will tend towards its new state. This is the first example of conflict between short and long-term interests.

7. Curve (b) which represents the change in stock size when fishing intensifies, is essential to the understanding of certain stock conservation imperatives. It shows that any increase in the exploitation rate is followed by a reduction in stock size. For moderate fishing levels, this reduction does not affect the stock's reproductive capacity. The history of fisheries shows that fish stocks are capable of supporting intensive fishing for long periods of time. This capacity is related to their very high fecundity, with females being able to produce from a few hundred to several million eggs annually. For a species with an adult phase not exceeding one year, the survival of only two eggs to recruitment to the stock during the same interval would be sufficient. This proportion can even be lower if the longevity is greater. Indeed, immediately the most obvious phenomenon is that the recruitment success depends primarily on the environmental conditions - including the biological - prevalent during the larval phase. For this reason it was long felt that the recruitment level was not related to the size of the adult stock or, consequently, to the amount of eggs produced each year. This explains that the management objective has for a long time been to maximize, by playing on the fishing regime, the catches that can be made from each annual recruitment without attempting to modify this recruitment by playing upon the size of the reproductive stock. The fishing of many stocks having intensified considerably, it has become apparent that the size of the reproductive stock could very well affect average recruitment even if the relation is difficult to establish because of dispersion due to environment factors and that, even if the role of stock size is limited in comparison to that of the preceding, its effects are very important because they play in the same direction. When the size of the parental stock drops, an initial increase in the mean recruitment is often observed. This corresponds to the appearance of compensation phenomena enabling the stock

les classes d'âge qui ont supporté le taux d'exploitation antérieur ont disparu du stock. Cette inertie - qui augmente donc avec la longévité de l'espèce - fait qu'il est toujours possible, en augmentant brusquement l'effort de pêche, de capturer initialement plus que la production actuelle et plus que ne l'indique la courbe de production équilibrée (a), cela même lorsque l'on se trouve dans la moitié droite de cette courbe. A l'inverse, si l'on veut réduire le taux d'exploitation - par exemple pour permettre à un stock de se repeupler - il faudra initialement réduire les prises totales davantage que ne l'indique la courbe (a). Le stock aura d'ailleurs tendance à se rééquilibrer d'autant plus vite que le changement initial de l'effort sera plus fort. C'est là un premier exemple de conflit; il se pose ici entre les intérêts à long et à court terme.

7. La courbe (b), qui représente l'évolution de la taille du stock lorsque la pêche s'intensifie, est essentielle pour comprendre certains impératifs de la conservation des stocks. Elle montre que tout accroissement du taux d'exploitation est suivi d'une diminution de la biomasse. Pour des niveaux modérés d'exploitation, cette réduction n'affecte pas la capacité de reproduction du stock. L'histoire des pêcheries montre en effet que les stocks de poisson sont susceptibles de subir pendant longtemps une exploitation intensive. Cette capacité s'explique par la fécondité très élevée des poissons, capables de produire chaque année un nombre d'oeufs compris entre quelques centaines et plusieurs millions par femelle. Pour une espèce dont la phase adulte ne dépasse pas un an, il suffira en principe que deux de ces oeufs seulement survivent jusqu'au recrutement et rejoignent le stock pendant le même intervalle. Cette proportion sera encore plus basse si la longévité est plus élevée. En fait, le phénomène immédiat le plus évident est que le succès du recrutement dépend avant tout des conditions du milieu - y compris biologique - qui règnent pendant la vie larvaire. C'est pourquoi on a longtemps considéré que le niveau de recrutement était en pratique indépendant de la taille du stock adulte et donc du nombre d'oeufs que ce dernier pondait chaque année. Ce qui explique que l'on se soit alors surtout préoccupé de maximiser, en jouant sur le régime d'exploitation, les captures que l'on peut escompter tirer de chaque recrutement annuel, sans tenter de modifier ce recrutement en jouant sur la taille du stock reproducteur. L'exploitation de nombreux stocks s'étant très fortement intensifiée, il est apparu que la taille du stock reproducteur pouvait fort bien affecter le recrutement moyen, même si la relation est difficile à mettre en évidence du fait de la dispersion due aux facteurs dépendant de l'environnement et que, même si le rôle de la taille du stock était faible par rapport à celui des facteurs du milieu, ses effets étaient très importants puisqu'ils jouaient dans le même sens. Lorsque

to counterbalance its downward population trend. In general, the dynamic parameters (growth, natural mortality in particular) of the adult stock are fairly insensitive to changes in population density. The larval phase however, is far more greatly affected. For instance, if a small number of eggs is laid, the larvae's chances of having a greater abundance of food available will be higher, as well as probably those of growing faster and escaping predation through greater mobility and, eventually, greater dispersal. Thus it is conceivable that the success rate of a brood may be higher when a somewhat smaller amount of eggs is produced.

8. These compensating mechanisms are generally insufficient, however, when the size of the reproductive stock drops below a certain level. A chronic deficit that may increase progressively will then appear in recruitment. In some stocks, such a drop in recruitment is accompanied by a greater variability which further increases the risk of a collapse in the stock. Such collapses have been mostly observed in coastal pelagic species (Peruvian anchovy, Atlanto-Scandinavian herring, Hokkaido herring, California sardine, and round sardinella off the Ivory Coast and Ghana etc.), which already demonstrate a high degree of natural variability.

9. The respective roles of fishing and natural factors in determining such events are difficult to isolate. For instance, fishing itself did not apparently contribute to the collapse of the Plymouth herring stock (Cushing, 1961) and various observations suggest that California sardine or Norwegian and Swedish herring stocks reached very low levels prior to the establishment of intensive fisheries (Soutar and Isaacs, 1974; Johansen, 1924). In any case, it is essential that the risks of collapse be fully taken into account to avoid or reduce the social and economic consequences of the disappearance even if only temporary, of a fishery. In general a chronic recruitment deficit will not appear until the fishing rate approaches the maximum yield per recruit (namely the maximum catches resulting from each supposedly constant recruitment, regardless of the size of the parental stock). But the stock/recruitment relationship affects the right side of the yield curve much more seriously. The dotted lines to either side of curve (a) in Figure 1 show some extreme shapes that the yield curve can take for stocks with a recruitment affected, to varying degrees, by the size of the parental stock.

10. To avoid the damaging consequences of such a recruitment deficit, which is extremely difficult to detect, and to take into account the economic considera-

la taille du stock parental baisse, on observe souvent initialement un accroissement du recrutement moyen. Ceci correspond à l'apparition de phénomènes compensateurs permettant au stock de contrecarrer sa propre diminution. En général, les paramètres dynamiques (croissance, mortalité naturelle en particulier) du stock adulte sont assez peu sensibles aux changements de densité de la population. Par contre la phase larvaire l'est beaucoup plus: par exemple si le nombre d'oeufs pondus est faible, les chances des larves de disposer d'une nourriture plus abondante seront plus élevées, ainsi donc probablement que celles qu'elles ont de grandir plus rapidement et de mieux échapper à la prédation par une plus grande mobilité et éventuellement une plus grande dispersion. On peut donc concevoir que le succès relatif d'une ponte puisse augmenter lorsque l'effectif pondu diminue.

8. Mais ces mécanismes compensateurs s'avèrent généralement insuffisants lorsque la taille du stock reproducteur descend en dessous d'un certain seuil: il apparaîtra alors dans le recrutement un déficit chronique, qui risque d'aller en s'amplifiant. On a parfois observé que cette baisse du recrutement s'accompagnait d'une plus grande variabilité, ce qui accroît encore le risque d'un effondrement brutal du stock. De tels effondrements ont été surtout observés chez les espèces pélagiques côtières (anchois du Pérou, hareng atlanto-scandinave, hareng d'Hokkaido, sardine de Californie, sardinelle ronde devant la Côte-d'Ivoire et le Ghana, etc.), stocks qui font déjà preuve, en dehors de toute exploitation, d'une variabilité importante.

9. Le rôle respectif de la pêche et des facteurs naturels dans le déterminisme de tels événements est difficile à isoler. Par exemple il semble que la pêche n'ait pas joué dans l'effondrement du stock de hareng de Plymouth (Cushing, 1961) et diverses observations suggèrent que les stocks de sardine californienne ou de hareng norvégien et suédois sont passés par des niveaux très bas avant que leur exploitation ne devienne intensive (Soutar et Isaacs, 1974; Johansen, 1924). Il n'en demeure pas moins essentiel de ne négliger en rien les risques d'effondrement d'un stock si l'on veut éviter ou réduire les conséquences sociales et économiques de la disparition, même passagère, d'une pêcherie. En général, un déficit chronique du recrutement n'apparaît pas avant que le niveau d'exploitation ne se rapproche du maximum de production par recrue (c'est-à-dire des captures maximales auxquelles donneront lieu chaque recrutement supposé constant, donc indépendant de la taille du stock parental). Mais la relation stock/recrutement affecte beaucoup plus sérieusement la partie droite de la courbe de production: les tracés en

tions to be analyzed in the next section of this paper, it appears wise not to allow the fishing effort to reach or exceed the MSY level. Since with the exception of the maximum yield, there are no noteworthy points on the yield or catch rate curves for use as a reference, the use as a limit of fishing effort of the level corresponding to that point in the yield curve, where the tangent to the curve has a value equal to 1/10th of its value at the origin, has been suggested and effectively applied (Figure 1). The fishing mortality coefficient which corresponds to this fishing rate is generally expressed by the symbol $F_{0.1}$ (Gulland and Boerema, 1973).

11. We have already pointed out that changes in environmental conditions could lead to significant fluctuations in annual recruitment, with differences ranging from one to a few hundreds in certain stocks (Cushing, 1977). These obviously affect the size of the stock; but the higher the number of classes in a stock, the lesser such an effect will be. Nevertheless, a fairly large dispersion of the values around the average position represented by the curves in Figure 1 can be expected. This dispersion, or degree of stock instability, has many practical effects on management. For stocks and fishing levels for which a certain instability range may be reached, the primary requirement, if we want to maintain a stock's minimal reproduction capacity, is to be able to rapidly detect any excessive drop in the size of the stock (e.g. through periodic resource surveys) so that we can step in and take quick positive action, such as a rapid reduction in the rate of exploitation.

12. Often, the other components of a fishery (fishermen, fishing and processing capacities, etc.) are not flexible enough to exactly follow the stock fluctuations described above. This is particularly the case when a fishery is too specialized to alternatively exploit other stocks. To avoid overfishing in years where the stock's maximum sustainable yield is clearly inferior to the MSY (calculated over a long period of time), it may prove necessary, in order to optimize production on a long-term basis, to establish the average production objective somewhat below the MSY value.

2.2 Economic Objectives

13. When data on the value and cost of the yield are available, the curves in Figure 1 are relatively easy to transform into economic equivalents. The total production cost (investment depreciation, plus operating costs) will be largely proportionate to the fishing effort. At the same time, the value of the catch will be largely proportionate to its

pointillés qui encadrent la courbe (a) sur la figure 1 montrent quelques formes extrêmes que peut prendre la courbe de production pour des stocks dont le recrutement est sensible, à des degrés divers, à la taille du stock parental.

10. Pour éviter les conséquences néfastes d'un tel déficit de recrutement, toujours extrêmement difficile à déceler, ainsi que pour tenir compte de considérations d'ordre économique qui seront analysées dans la section suivante, on a recommandé de ne pas laisser l'effort de pêche atteindre le niveau correspondant au MSY, et encore moins de le dépasser. Comme il n'existe pas sur les courbes de production ou de rendement de points remarquables, susceptibles de servir de référence, en dehors du maximum de production, on a suggéré d'utiliser - et on a appliqué effectivement - comme taux d'exploitation limite le niveau correspondant au point de la courbe de production où la tangente à cette courbe a une valeur égale au 1/10ième de sa valeur à l'origine (figure 1). La valeur de la mortalité par pêche correspondant à ce taux d'exploitation est en général exprimée par le symbole $F_{0.1}$ (Gulland et Boerema, 1973).

11. On a déjà signalé que les changements dans les conditions de milieu pouvaient entraîner des fluctuations importantes du recrutement annuel, jusqu'à des intervalles de l'ordre de 1 à quelques centaines chez certains stocks (Cushing, 1977). Celles-ci se répercutent évidemment sur la taille du stock, mais d'une manière d'autant plus amortie que le nombre de classes qui constituent celui-ci est élevé. Il peut néanmoins en résulter une assez grande dispersion des valeurs observées de part et d'autre des positions moyennes que représentent les courbes de la figure 1. Cette dispersion des points, ou degré d'instabilité d'un stock, a plusieurs incidences pratiques sur son utilisation rationnelle. Pour des stocks et des niveaux d'exploitation pour lesquels un certain intervalle d'instabilité risque d'être atteint, la première exigence, si l'on veut maintenir au stock une capacité de reproduction minimale, est d'être en mesure de déceler rapidement une chute excessive de la taille du stock (par exemple, au moyen de campagnes de prospection régulières) pour pouvoir intervenir énergiquement dans des délais très brefs, par exemple en réduisant brusquement la pêche.

12. Par ailleurs, on constate que souvent les autres éléments de la pêcherie (pêcheurs, moyens de capture et de traitement à terre, etc.) n'ont pas la souplesse qui leur permette de suivre exactement les fluctuations du stock décrites ci-dessus. C'est en particulier le cas lorsque la pêcherie est trop spécialisée pour pouvoir exploiter alternativement d'autres stocks. Pour éviter une pêche excessive les années où la production maximale

weight. Although gains in productivity can result as the volume of catches increases and although the market value of products may drop with the reduction in the average size of the fish caught that always accompanies the intensification of fishing, these secondary effects remain generally insufficient to alter significantly the shape of curves (a) and (b) in Figure 1. Figure 2 represents, in relation to the total fishing costs (ΣC):

- (a') the total catch value on total revenue, ΣV ;
- (b') the gross economic yield per unit cost, $\frac{\Sigma V}{\Sigma C}$,
from which two other indexes may be calculated;
- (c') the marginal yield (ΔV), or net addition to the total value of one additional unit of fishery (cost), ΔC ;
- (d') the net economic yield, expressed here in absolute terms ($\Sigma V - \Sigma C$).

14. The last two curves show that, from an economic standpoint also, there is no advantage in fishing the stock at the maximum sustainable yield (MSY) level. Let us consider the marginal yield curve (c'). It is equal to zero at a point where the fishing effort corresponds to the maximum sustainable yield. Any further increase in the fishing effort will be followed by a drop in total production. The marginal yield will be equal to 1 - i.e. the cost of a new effort unit will be just covered by the resulting increase in total yield ($\Delta V = \Delta C$) - for a fishing yield clearly below the MSY level. It is clear that, economically speaking, it is not desirable to exceed the level where the marginal yield is equal to 1. This is also that where the net economic yield curve (d') reaches its maximum (maximum economic yield - MEY). The MEY may also be defined as the point where the curve representing the total revenue is tangent to a parallel to the straight line on which total revenue equals total costs. It is at this point that the economic yield is at its maximum (see Figure 2).

15. The example of Figure 2 gives us some idea of the economic benefits that may be counted on by retaining the MEY instead of the MSY as management. A 10 per cent to 15 per cent sacrifice in total yield would result in a reduction of total costs by about half. It should be noted that this applies regardless of what units are used to express the value and costs of production. For instance, in a shrimp fishery, it may be desirable to express in foreign currency the export

équilibrée du stock est nettement inférieure au MSY (calculé sur une longue période), il peut alors se révéler nécessaire, pour optimiser à long terme la production, de fixer l'objectif moyen de production quelque peu en dessous de la valeur du MSY.

2.2 Objectifs économiques

13. Lorsque l'on dispose de données sur la valeur et les coûts de production, il est facile de transformer les courbes de la figure 1 en équivalents économiques. Le coût total de production (amortissement des investissements plus frais d'exploitation) sera dans une large mesure proportionnel au taux d'exploitation. Parallèlement, la valeur de la production sera en grande partie proportionnelle au poids des captures. En effet, si des gains de productivité peuvent être tirés d'un accroissement du volume d'exploitation et si la valeur marchande par unité de poids des produits peut baisser avec la diminution de la taille moyenne des individus capturés qui accompagne toujours l'intensification de la pêche, ces effets secondaires restent en général insuffisants pour modifier profondément la forme des courbes (a) et (b) de la figure 1. La figure 2 représente, en fonction du coût total d'exploitation (ΣC):

- (a'): la valeur totale des captures, ΣV ;
- (b'): le rendement économique, ou valeur de la production par unité de coût, $\frac{\Sigma V}{\Sigma C}$,
à partir desquels on peut calculer deux autres indices:
- (c'): le gain marginal (ΔV), ou recette brute supplémentaire (au-delà de la valeur brute des captures déjà obtenues) que l'on peut escompter d'un accroissement unitaire des coûts d'exploitation ΔC ;
- (d'): le bénéfice économique net, exprimé ici en valeur absolue ($\Sigma V - \Sigma C$).

14. Les deux dernières courbes montrent que, du point de vue économique également, il n'y a aucun intérêt à exploiter le stock à son maximum de production équilibrée (MSY). Considérons pour cela la courbe (c') de gain marginal. Elle s'annule pour un niveau d'exploitation correspondant au maximum de production

gains and costs incurred through the acquisition abroad of vessels, fishing gear and other processing equipment.

16. Thus there is a certain convergence between the arguments derived from the dynamics of fish populations and those stemming from the economy of a fishery according to which a stock must be fished somewhat below the maximum yield. Why is it then, that in practice most fisheries tend to operate above this same level? The basic reason resides in the open nature of the fishery system in which neither the total number of participants - even if certain conditions must be met - nor the volume of their respective activities, nor their effectiveness are limited. In such a situation, the dynamics of a fishery are basically determined by the behaviour of each fisherman. For him, the problem is simple and may be summarized as follows: any fish he does not catch has every chance of being irretrievably lost to him, either by being caught later by another fisherman or by dying from natural causes. Placed in this situation, it is in his direct interest to increase his catching capacity and he will continue to do so as long as the economic profitability - curve (b') determined initially by the catch per unit of effort - remains positive. Potential entrants are also in this same situation. Since the economic profitability curve (b') passes over the marginal gain curve (c'), it is easy to understand that the resulting overall fishing effort tends to exceed the various optima previously identified, stabilizing at the zero profit point. This point is often exceeded in practice. First, because of the lag between the analysis and active life of a new vessel. The decision to build a vessel that will become operational only one or two years later for a period of ten years or more will be made on the basis of data referring to the fishery one or two years previously. Also because fish stocks naturally fluctuate, new investments may be decided upon after a period of above-average abundance. Finally, once the vessels are acquired, there is a great temptation to overlook depreciation costs in estimating actual production costs. Later, faced with the immediate social and economic consequences of a fleet reduction desirable in the long run, governments may be led to subsidize the replacement of old vessels.

17. The analyses made to date of the economic state of fisheries have demonstrated that, without appropriate control of fishing effort, losses rapidly increase to drastic levels. Basically, they are attributable to over-investment and the accompanying rise in fishing costs. In the North American Pacific Salmon fishery, for example, it is

équilibrée. Au delà, tout accroissement du niveau d'exploitation sera suivi d'une baisse de la production totale. Le gain marginal passera par la valeur 1, c'est-à-dire qu'un nouvel accroissement unitaire des coûts sera alors juste couvert par l'accroissement de la production totale qui en résultera ($\Delta V = \Delta C$) - pour un niveau d'exploitation nettement inférieur au niveau correspondant au MSY. Il est clair qu'économiquement parlant il n'est pas souhaitable de dépasser le niveau où le gain marginal est égal à 1. C'est aussi celui où le bénéfice net - courbe (d') - est maximum*. Le MEY peut également être défini comme le point où la courbe représentant la valeur totale de la production est tangente à la parallèle à la droite d'égale valeur entre produits et coûts. C'est en effet en ce point que la distance entre la courbe de valeur totale et la droite d'équivalence des gains et des coûts - donc le bénéfice net - passe par un maximum (voir figure 2).

15. On peut, à partir de l'exemple de la figure 2, se faire une idée du bénéfice que l'on peut escompter tirer au plan économique en retenant comme objectif le MEY au lieu du MSY: un sacrifice de l'ordre de 10 à 15% sur la production totale permettrait de réduire de moitié environ les coûts totaux de production. Il faut noter que cette conclusion s'applique quelle que soit l'unité dans laquelle sont exprimés la valeur et le coût de production. Par exemple, dans une pêcherie de crevettes, il peut être intéressant d'exprimer en devises étrangères les gains résultant des exportations et les coûts entraînés par l'acquisition à l'étranger des navires, engins de pêche et autres équipements de traitement nécessaires à leur capture.

16. Il existe donc une certaine convergence entre les arguments tirés de la dynamique des stocks et ceux qui se dégagent de l'économie d'une pêcherie, selon laquelle un stock doit être exploité quelque peu en deçà du maximum de production. Pourquoi dans la pratique la plupart des pêcheries tendent-elles à être exploitées nettement au-delà? La raison essentielle réside dans le fait qu'une pêcherie est en général un système ouvert dans lequel ni le nombre total de pêcheurs admis à participer - même s'il existe des conditions à remplir -, ni le volume de leurs activités respectives, ni leur efficacité ne sont limités. Dans une telle situation, la dynamique de la pêcherie est essentiellement déterminée par le comportement de chaque pêcheur. Pour celui-ci, le problème est simple et peut se résumer ainsi: tout poisson qu'il ne réussit pas à capturer à toutes

*Maximum economic yield (MEY) dans les ouvrages de langue anglaise

estimated that about \$100 million could be saved annually by reducing the fishing costs by half. It has also been calculated that a two-fifths reduction in the North Atlantic cod fishing effort would lead to an annual saving of over \$200 million. In most cases, these reductions in rate of exploitation will have only a slight effect - and not necessarily negative - on the total catches.

18. The concept of marginal yield (Gulland, 1968a) enables us to quantify the importance of the relative error caused by planning not based on up-to-date catch rates and, consequently, that does not take into account the reduction in stock size resulting from an increase in fishing capacity. Let us consider on Figure 3 the immediate and long-range impact of a decision to increase the current fishing effort f by Δf .

Given: E_A , the total value of catches under fishing regime A characterized by fishing rate f :

e_A , the economic catch rate $\frac{E_A}{OE_A}$, proportionate to the catch per unit effort corresponding to the fishing regime A;

E_B , the anticipated yield immediately after the increase (Δf) in fishing effort namely before the stock density has started dropping due to the rise in fishing effort;

E_B , the value of catches once the stock has reached a new equilibrium corresponding to the new fishing regime $f + \Delta f$;

e_B , the economic catch rate $\frac{E_B}{OE_B}$, proportionate to the catch per unit effort under regime B.

19. Because of the shape of the yield curve, the long-range marginal increase BC will always be:

- inferior to the increase DC which can be expected from present catch per effort i.e. not taking into account the reduction in stock abundance generated by the increase in fishing effort. $\frac{BC}{DC}$ represents the marginal efficiency of the increase in fishing effort. This marginal efficiency approaches one near the maximum of the curve OAB, becoming negative beyond;
- accompanied by a production loss for the fishing capacity f already in operation prior to the Δf increase. This production loss is equal here to AF (when Δf tends to zero, AF tends to BD).

chances d'être irrémédiablement perdu pour lui, qu'il soit ultérieurement capturé par un autre pêcheur ou qu'il meurt naturellement. Placé dans cette situation le pêcheur a intérêt à accroître ses moyens de capture, ce qu'il fera tant que la rentabilité économique - courbe (b') déterminée initialement par la prise par unité d'effort - reste positive. Les nouveaux venus en puissance se trouvent dans la même situation. Comme la courbe de rentabilité économique (b') passe au-dessus de la courbe du gain marginal (c'), il est facile de comprendre que le taux global d'exploitation tende à dépasser les divers optima déjà identifiés, pour se stabiliser au seuil de rentabilité nulle. Ce seuil est même souvent dépassé en pratique. D'abord à cause du délai qui sépare l'analyse et la vie active du nouveau bateau: la décision de construire un bateau qui ne sera opérationnel qu'un an ou deux plus tard pour une période de dix ans ou plus sera prise en fonction des conclusions de l'analyse de données datant d'un an ou deux au moins. Ensuite parce que, compte tenu des fluctuations naturelles du stock, de nouveaux investissements peuvent être décidés après une période d'abondance supérieure à la moyenne. Enfin, parce qu'une fois les bateaux acquis, la tentation est grande de négliger les frais d'amortissement dans l'évaluation des coûts réels de production. Ultérieurement, placés devant les conséquences sociales et économiques immédiates que pose la réduction souhaitable à long terme de la flottille, les gouvernements pourront être amenés à subventionner le remplacement des vieux bateaux.

17. Les analyses qui ont été faites du bilan économique des pêcheries démontrent qu'en l'absence d'un contrôle approprié du niveau de la pêche, les pertes peuvent devenir rapidement considérables. Pour l'essentiel, elles sont imputables au surinvestissement et au gonflement des frais d'exploitation qui l'accompagne. Dans la pêcherie nord-américaine de saumon pacifique par exemple, on estime que l'on pourrait faire une économie de l'ordre de 100 millions de dollars par an en réduisant les coûts de moitié. On a de même calculé qu'en réduisant des deux cinquièmes environ le taux d'exploitation de la morue nord-atlantique, on économiserait annuellement plus de 200 millions de dollars. Dans la plupart des cas, ces réductions du taux d'exploitation n'auront qu'une incidence faible - et pas nécessairement négative - sur les captures totales.

18. La notion d'efficacité marginale (Gulland, 1968a) permet de mesurer l'importance de l'erreur relative entraînée par une planification qui ne serait basée

20. It is important to note that the marginal efficiency is not the same if the planned increase in fishing effort applies only to one segment of the fishery, e.g. to one country or company. Gulland (1968a) compared the sectional marginal efficiency (i.e. within the stratum where the fishing effort will be increased by Δf) to that of the entire fleet in relation to the importance of this segment in the fishery as a whole. The results of these comparisons are summarized in the table.

EVOLUTION OF SECTIONAL MARGINAL EFFICIENCY ACCORDING TO THE IMPORTANCE OF THE FISHERY SEGMENT (Gulland, 1968a)
EVOLUTION DE L'EFFICACITE MARGINALE SECTORIELLE SELON L'IMPORTANCE DU SECTEUR DANS LA PECHERIE (Gulland, 1968a)

Marginal Total Efficiency Efficacité marginale globale	Importance of the segment in the Fishery (in per cent of total) Importance du secteur dans la pêche (en % de la production totale)			
	%	10%	50%	90%
60	96	80	64	
20	92	60	28	
0	90	50	10	
-40	86	30	-26	

21. The figures in this table show that the difference between the sectional efficiency and the global one increased proportionally to the decrease in the segment's importance in the fishery. If the fishery segment is small enough, its marginal efficiency can be always positive, even if that of the fishery as a whole is negative. In more simple terms, this means that a fisherman can always hope to increase his catch even if the stock is already fished beyond the maximum sustainable yield. This is another example of the conflict between the short-term sectoral interests and the long-range collective ones which characterizes a fishery. In the absence of a higher authority, individual interests will take precedence over collective interests, so long as a consensus is not reached among the majority of the participants.

22. It should be noted that these sectional, marginal efficiency calculations are based on the assumption that other segments will not simultaneously increase their catching capacities. This condition, however, is rarely met when the various segments are independent and in an open competition. In such a situation, it can be anticipated that all of the participants will simultaneously tend to increase their

que sur l'analyse des rendements actuels et qui ne tiendrait donc pas compte de la réduction du stock entraînée par l'accroissement des moyens de capture. Considérons sur la figure 3 les conséquences immédiates et lointaines de la décision d'accroître de Δf les moyens de capture f déjà en place.

Soit: E_A , la valeur des prises totales sous le régime d'exploitation A caractérisé par le taux d'exploitation f ;

e_A , le rendement économique proportionnel à la prise par unité d'effort sous le régime A ; $\frac{E_A}{OE_A}$

E_D , l'espérance de capture immédiatement après que l'accroissement Δf des moyens de capture ait eu lieu, c'est-à-dire avant que la densité du stock n'ait eu le temps de commencer à baisser consécutivement à l'élévation du taux d'exploitation;

E_B , la valeur des captures une fois le stock rééquilibré sous le nouveau régime d'exploitation $f + \Delta f$;

e_B , le rendement économique proportionnel à la prise par unité d'effort sous le régime B . $\frac{E_B}{OE_B}$

19. On constate que, du fait de la courbure de la courbe de production, le gain marginal BC qui sera obtenu à long terme sera toujours:

- inférieur à l'accroissement DC que l'on pouvait escompter a priori, c'est-à-dire en ignorant la baisse d'abondance du stock consécutive à l'élévation du taux d'exploitation. On appellera efficacité marginale de l'effort

catching capacities. Conversely, when some form of governing authority exists - e.g. that of a country over a stock within its area of national jurisdiction - such computations could be used to analyze the likely effects of development alternatives as they specifically affect the various groups of fishermen (e.g. various ports).

2.3 Employment Prospects and Participation in a Fishery

23. At any given moment, the number of jobs - including the secondary and tertiary industries - offered by a fishery will be more or less proportionate to the rate of exploitation. The need to limit or even reduce the fishing effort on a stock will thus directly affect job prospects.

24. It is important to note that, by definition, a fishery will yield the greatest net economic return at the MEY level and will therefore be able to support the greatest number of fishermen. It is therefore essential, in a fishery that has reached this point, to prevent the re-investment of profits into additional fishing capacity for that same fishery and, instead, to use such profits to promote the creation of new jobs outside the fishery. Even in a stable fishery, a continuous increase in efficiency (the same catch being achieved by a decreasing number of fishermen) continuously producing a manpower surplus is to be expected. Thus new employment alternatives, e.g. by promoting the development of new fisheries or facilitating the transfer of surplus manpower to other activities have to be constantly promoted. These employment alternatives must meet both qualitative and quantitative requirements. Indeed, because of their long traditions and high level of specialization, fishing communities tend to show limited mobility. There are some types of activities, however, sea trades in general, where their specialization is irreplaceable. Moreover, their attachment to a given environment, their sense of belonging, can be more important to the success of coastal development projects (e.g. mariculture) than their initial lack of capital or technology.

25. Labour reduction problems are shared by all fisheries operating beyond the proper level of fishing effort. It may prove necessary to momentarily postpone the introduction of new technologies that would accentuate overfishing, or even to accept temporary overfishing during the time needed to operate a progressive transfer of surplus manpower. In any case it is clear that any measure designed to offset increased efficiency or artificially

supplémentaire le rapport BC. Cette efficacité marginale tend vers l'unité lorsque le point A se rapproche de l'origine et s'annule au maximum de la courbe OAB et devient négative au delà;

- accompagné d'une perte de production pour les moyens f en place avant que l'accroissement Δf n'ait eu lieu. Cette perte de production est égale ici à AF. (Lorsque Δf tend vers zéro, AF tend vers BD.)

20. Il est important de constater que l'efficacité marginale n'est pas la même si l'augmentation des moyens de capture envisagée ne s'applique qu'à une partie seulement - ou secteur - de la pêcherie, par exemple à un pays ou à un armement. Gulland (1968a) a comparé l'efficacité marginale sectorielle (c'est-à-dire à l'intérieur de la strate dont on accroîtra de Δf les moyens de capture) à celle de l'ensemble de la flottille, et cela en fonction de l'importance que tient le secteur dans l'ensemble de la pêcherie. Le résultat de ces comparaisons est résumé dans le tableau ci-dessus.

21. Les chiffres de ce tableau montrent que l'écart entre l'efficacité sectorielle et l'efficacité globale est d'autant plus fort que le secteur est petit par rapport à l'ensemble de la pêcherie. Si le secteur est suffisamment petit, son efficacité marginale pourra toujours être positive, même si celle de la pêcherie dans son ensemble est négative. En termes plus simples, cela signifie qu'un pêcheur peut toujours espérer accroître ses prises même si le stock est déjà exploité au-delà du point de production maximale équilibrée. C'est là une autre illustration du conflit entre les intérêts sectoriels à court terme et l'intérêt collectif à long terme qui caractérise une pêcherie. En l'absence d'une autorité supérieure, les intérêts individuels primeront sur l'intérêt collectif tant que n'apparaîtra pas un consensus entre la grande majorité des participants.

22. Il faut noter que ces calculs d'efficacité marginale sectorielle admettent que les autres secteurs n'accroissent pas simultanément leurs capacités de capture. Cette condition est rarement remplie lorsque les différents secteurs sont indépendants, en compétition ouverte; dans une telle situation, il est logique de prévoir que tous les participants tiendront indépendamment le même raisonnement. Par contre,

sustain a fishery, (e.g. through ship-building or fuel-buying subsidies) should in principle only be applied on a short-term basis, insofar as its prolonged application will tend to accentuate over-fishing (Figure 4). In such cases, the fishery's productiveness and its ability to support a large number of people could be affected.

26. The situation is different in promoting the development of new fisheries. Governments are then required to take over at least part of the heavy investments (harbours, distribution circuits, possibly even the construction of fishing vessels). Such support is entirely justified insofar as the available stocks are able to support the planned expansion of the fishery and the fleet can count on enough increased efficiency to make it eventually self-sufficient. The real difficulty lies in knowing when to stop outside support.

27. Finally, it should be noted that in order to preserve or promote the participation of its nationals in the fishing of certain stocks, a government with control over these stocks may be interested to stabilize the fishing level well below the various optima (MSY, MEY, $F_{0.1}$, etc.) previously identified. A country such as Canada, for example, which has fishing resources exceeding its own consumer needs may wish to maintain a certain population distribution within its territory and preserve certain cultures, to block the rate of exploitation of certain stocks at a sufficiently low level to guarantee its fishermen an income comparable to that of other professions requiring a similar amount of skill. Similarly, a country such as Senegal, seeking to promote the participation of its nationals in the development of resources currently being fished in cooperation with foreign partners, may find it preferable to block fishing at a level where the stock density remains high enough to compensate for its fishermen's initial lack of effectiveness.

3. MORE COMPLEX SITUATIONS

28. Unfortunately, the fully isolated and homogeneous fisheries described in the previous section are never encountered in reality. We have already pointed out that separate groups of fishermen can exist within a single fishery. When these groups concentrate their activity on fish of different ages, the terms of their competition are deeply altered in the sense that their ability to harm each other is no longer equitably distributed. Fishermen concentrating on young age groups - e.g. in an artisanal lagoon fishery based on young penaeid shrimp - will directly reduce the abundance of the older age

lorsqu'il existe une autorité supérieure - par exemple celle d'un état sur l'ensemble d'un stock présent à l'intérieur d'une aire de juridiction nationale - de tels calculs pourront être utilisés pour analyser les effets probables d'alternatives de développement affectant différemment plusieurs groupes de pêcheurs nationaux (différents ports par exemple).

2.3 Les possibilités d'emploi et la participation à la pêche

23. A un instant donné, le volume des emplois - y compris dans les secteurs secondaire et tertiaire - offerts par une pêche sera à peu près proportionnel au taux d'exploitation. Le besoin de limiter ou même de réduire la pêche d'un certain stock affectera donc directement les perspectives d'emploi.

24. Il est important de reconnaître que c'est, par définition, au niveau du MEY qu'une pêche produira la plus grande plus-value et sera donc en mesure de faire vivre le plus grand nombre de pêcheurs. Il importe donc dans une pêche arrivée à ce point, de prévenir le réinvestissement des bénéfices dans les moyens de capture propres à cette pêche, mais de les utiliser au contraire pour promouvoir la création de nouveaux emplois à l'extérieur de celle-ci. Même dans une pêche stabilisée, il faut s'attendre à ce que les gains d'efficacité (la même mortalité par pêche pouvant être produite par un nombre décroissant de pêcheurs) tendent à produire continuellement un excédent de main-d'oeuvre. Il faut donc constamment veiller à promouvoir d'autres alternatives d'emploi, soit par exemple en favorisant le développement de nouvelles pêcheries, soit en facilitant le transfert de la main-d'oeuvre excédentaire vers d'autres genres d'activités. Ces alternatives d'emploi doivent répondre à des critères qualitatifs autant que quantitatifs. En effet, de par leurs longues traditions et leur spécialisation, les communautés de pêcheurs se révèlent souvent peu mobiles. Il est cependant des types d'activité - les métiers de la mer en général - où leur spécialisation est irremplaçable. En outre, leur attachement à un certain milieu, auquel ils se sentent appartenir, peut se révéler plus déterminant à long terme pour le succès d'opérations (mariculture notamment) de développement des zones littorales que leur manque initial de capitaux ou de technologie.

25. Pour toutes les pêcheries où le taux d'exploitation a dépassé le niveau adéquat se posent de délicats problèmes de réduction de main-d'oeuvre. Il peut se révéler nécessaire de surseoir momentanément à l'introduction de nouveautés

classes fished by other fishermen - e.g. in the trawl fishery for adult shrimp at sea. On the other hand, the latter fishery will not have as direct an effect on the former insofar as recruitment is not as closely dependent on the stock size. Many stocks, of differing values and ease of capture may be fished simultaneously. What will their combined maximum yield then be? For what overall rate of exploitation will the maximum net economic yield be obtained since in a simultaneous exploitation the distribution of the total effort over the various stocks cannot be modified at will? Finally, the various species present in a given environment do not live in isolation; they are interdependent in a complex system of predatory and competitive relationships. In addition to the direct effects of its own exploitation, the abundance of a stock will also depend on the amount of fishing exerted on the other stocks with which it is trophically - or otherwise - related.

3.1 Multi-Gear Fisheries

29. The pink shrimp (*Penaeus duorarum*) fishery in the Gulf of Guinea, like all penaeid shrimp fisheries, gives a good example of the complexity of problems encountered when several types of gear or fishing methods are used to catch different age classes. This species is hatched at sea and the larvae quickly move in lagoons and river mouths into nurseries where they spend about four months prior to migrating into the sea to colonize well-delimited areas. They reach maturity shortly after this migration. During this cycle, the shrimp pass through two exploitative phases. They are first fished at the time of their migration from the lagoon to the sea, mainly through the use of fixed nets set up by artisanal fishermen across the mouths of rivers and lagoons. Once at sea, the shrimp are exploited by specialized trawlers.

30. Stock assessments show that the artisanal fishery may harvest individuals when they are too young: by slightly reducing the artisanal catch (e.g. by banning the use of mesh smaller than a certain size and/or by limiting the amount of catches) the total lagoon plus sea yield can often be increased (Garcia, 1976). Obviously, the sea fishery will be the sole immediate benefactor of possible restrictions to the lagoon fishery. The catch value will rise more than the weight because of the combined effect of the increased average size of individuals captured and the rise in the price of shrimp in relation to size. Any increase in the lagoon fishery might adversely affect the future of the stock, since the individuals caught have not yet had the

technologiques qui accentueraient la surexploitation, ou même d'accepter une surexploitation pendant la période nécessaire au transfert progressif du surcroît de main-d'oeuvre. Dans tous les cas, il est clair que toute mesure susceptible de contrecarrer les gains d'efficacité ou de soutenir artificiellement une pêcherie - par exemple par des subventions à la construction de bateaux ou à l'achat de carburant - ne devrait en principe être appliquée qu'à court terme, dans la mesure où leur maintien tend à accentuer la surexploitation (fig. 4). Dans ce cas en effet, la productivité et la capacité de la pêcherie à faire vivre un nombre élevé de personnes risqueraient d'en être affectées.

26. La situation est différente lorsqu'il s'agit de promouvoir l'expansion de nouvelles pêcheries. Les gouvernements sont alors amenés à prendre en charge une partie au moins des investissements lourds (infrastructures portuaires, circuits de distribution, éventuellement même la construction des bateaux). Un tel soutien est tout à fait justifié dans la mesure où les stocks disponibles sont en mesure de supporter l'intensification de la pêche envisagée et où la flottille peut escompter des gains d'efficacité susceptibles de la rendre à terme auto-suffisante. La difficulté réelle est de savoir arrêter l'aide extérieure au bon moment.

27. Enfin, notons que pour préserver ou pour promouvoir la participation de ses nationaux à l'exploitation de certains stocks, un gouvernement ayant le contrôle de ces stocks peut avoir intérêt à stabiliser le niveau d'exploitation nettement en deçà des divers optima (MSY, MEY, $F_{0.1}$, etc.) précédemment identifiés. Un pays, comme le Canada par exemple, qui dispose de ressources halieutiques dépassant ses besoins propres, peut souhaiter, pour maintenir une certaine répartition de sa population sur le territoire national et pour préserver certaines cultures, bloquer la pêche de certains stocks à un niveau suffisamment bas pour garantir à ses pêcheurs un revenu comparable à ce qu'offrent d'autres professions à qualifications comparables. De façon similaire un pays comme le Sénégal, qui désire promouvoir la participation de ses nationaux à l'exploitation de ressources qu'il exploite actuellement en collaboration avec des partenaires étrangers, peut juger préférable de bloquer cette exploitation à un niveau tel que la densité des stocks reste suffisamment élevée pour compenser l'efficacité initiale moindre de ses pêcheurs.

3. SITUATIONS PLUS COMPLEXES

28. Malheureusement les pêcheries bien isolées et homogènes décrites dans

chance to lay eggs and are more vulnerable because of their concentration. (It should be noted, however, that penaeid shrimp stocks seem capable of supporting significant reductions in the size of the stock).

31. All of these observations argue in favour of the sea fishery and the establishment of strict controls over and even the possible banning of the lagoon fishery. A closer analysis suggests that the optimum objective may differ somewhat from this first conclusion. The table which follows presents a summary comparison of the characteristics distinguishing both fishery segments.

32. These comparisons suggest that the lagoon fishery - at least up to a certain point - may not be as irrational as it first appeared. In order to judge the relative and absolute importance that should be granted the two forms of fishing it is essential to assess their respective performances in terms of various other units, such as:

- the economic profitability and net economic yield;
- the investment required (in absolute value and foreign currency) per ton yield and per new job created (with a view towards maximizing the number of jobs created for the investment available, considering that the cost of creating any new job often constituting one of the major obstacles to development);
- the new job prospects, in absolute terms, and especially in rural areas (an aspect not to be overlooked, taking into account the frequently observed need to halt the rural exodus).

33. This example shows the diversity of the data that must be collected and analyzed in order to correctly weigh consequences of the various alternatives available and determine the optimum management goal.

3.2 International Fisheries

34. Until the recent changes in the Law of the Sea, most of the world's fishery resources were in areas accessible to all who had the technological and economic means needed to harvest them. In the absence of a controlling authority, the decision to limit fishing at a given level above the break-even point depended on a consensus between the majority of the participants. But because of the disparities between the efficiency of the various national fleets (reflecting varying levels of expertise, manpower costs, government assistance, etc.) and

la section précédente ne se rencontrent jamais dans la réalité. On a déjà relevé qu'il pouvait exister des groupes distincts de pêcheurs à l'intérieur d'une même pêcherie. Lorsque ceux-ci concentrent leur activité sur des poissons d'âges différents, les termes de leur compétition sont profondément altérés en ce sens que leur capacité à se porter réciproquement préjudice n'est plus équitablement répartie. Les pêcheurs qui exploitent les classes jeunes - par exemple dans la pêche artisanale de crevettes pénaïdes juvéniles en lagune - réduiront directement l'abondance des classes plus âgées exploitées par d'autres pêcheurs - par exemple lors du chalutage des crevettes adultes en mer. Par contre, cette dernière pêche n'affectera pas aussi directement la première dans la mesure où le recrutement n'est pas aussi étroitement dépendant de la taille du stock reproducteur. Plusieurs stocks, de valeur et de capturabilité différentes, peuvent être exploités simultanément. Quelle sera alors leur production maximale combinée? Pour quel taux global d'exploitation obtiendra-t-on le bénéfice net maximum quand le fait de les pêcher simultanément interdit en pratique d'appliquer à chaque stock n'importe quelle fraction de l'effort global? Enfin, les différentes espèces présentes dans un même environnement ne vivent pas isolées, mais sont interdépendantes dans un réseau complexe de relations de prédation et de compétition. En plus des effets directs de sa propre exploitation, l'abondance d'un stock dépendra donc aussi de la pêche exercée sur les autres stocks avec lesquels il est trophiquement - ou autrement - connecté.

3.1 Pêcheries à plusieurs engins

29. La pêche de la grosse crevette rose (*Penaeus duorarum*) dans le golfe de Guinée fournit, comme toutes les pêcheries de pénaïdes tropicaux, un bon exemple de la complexité des problèmes que l'on rencontre lorsqu'interviennent plusieurs engins ou méthodes de pêche spécialisés dans la capture d'individus d'âges différents. La ponte chez cette espèce a lieu en mer et les larves gagnent rapidement les nourriceries localisées dans les lagunes et les rivières. Elles y passent environ quatre mois, avant de migrer en mer où elles colonisent certains fonds bien délimités. La maturation se fait peu après cette migration. Au cours de ce cycle, les crevettes subissent deux exploitations. Elles sont d'abord pêchées au moment de leur migration lagune-mer; cette pêche est faite principalement à l'aide de filets fixes que les pêcheurs artisanaux posent en travers des embouchures. Une fois en mer, elles sont pêchées par des chalutiers spécialisés.

the differences between the objectives of national policies (particularly the relative importance granted to the maximizing of catches, of profit, of employment) agreements proved very difficult to reach. As a general rule, decisions were made too late on minimal platforms too often insufficient to counteract the trend towards overfishing, at least from an economic standpoint.

35. The objective retained implicitly by most of the fishery bodies was the maximum sustainable yield (MSY). The argument put forward to justify this choice was that the MSY had the same meaning for all participants while the MEY position, for example, differed according to the respective effectiveness of the national fleets. This argument is not very convincing, the differences in efficiency between the countries being not less at MSY. In fact, this choice is understandable insofar as the decisions to control fishing concerned, in most cases, stocks already fished beyond the MSY. Among the various possible objectives, regulations to stop the fishery at the MSY level involved the least sacrifice. The fact that objectives more restrictive on a short-term basis but more satisfactory in the long run were rarely retained is attributable to the weight of social factors for some, the great need of fish for others, and the maintaining of stiff competition for all concerned.

30. Les évaluations de stocks indiquent que la pêche artisanale peut capturer des individus trop jeunes: en retardant en moyenne un peu leur capture - par exemple par l'interdiction de maillages inférieurs à une certaine taille et/ou en limitant le volume des captures - on peut escompter accroître quelque peu la production totale lagune+mer (Garcia, 1976). Il est évident que la pêche en mer sera la seule à bénéficier immédiatement des restrictions éventuellement apportées à la pêche lagunaire. Le bénéfice sera beaucoup plus net sur la valeur des captures que sur leur poids, par suite de l'effet combiné de l'accroissement sensible de la taille moyenne des individus capturés et de l'élévation plus appréciable du prix de la crevette avec la taille. On peut craindre en outre qu'une intensification de la pêche en lagune puisse à terme affecter la pérennité du stock, la pêche portant alors sur des individus n'ayant pas encore eu l'occasion de pondre et plus vulnérables du fait de leur concentration. (Il faut cependant reconnaître que les stocks de crevettes pénaïdes paraissent capables de supporter des réductions importantes de la taille du stock reproducteur.)

31. Toutes ces observations plaident en faveur de la pêche en mer et d'un contrôle strict, pouvant éventuellement aller jusqu'à l'interdiction, de la pêche en lagune. Une analyse plus fine suggère que l'objectif optimum pourrait différer sensiblement de cette première conclusion. Le tableau ci-dessous présente, sous forme synoptique, les caractéristiques qui distinguent les deux exploitations.

Critères Criteria	Lagune Lagoon	Mer Sea
Disponibilité du stock Stock availability	phase concentrée concentrated phase	phase dispersée Dispersed phase
Localisation des lieux de pêche Location of fishing grounds	littorale littoral	pleine mer open sea
Valeur des moyens de capture (bateaux, engins) Value of fishing capacity (vessels, gear)	faible (pirogue) low (canoe)	élevée (chalutiers) high (trawlers)
Valeur en devises étrangères Value in foreign currency	nulle None	souvent élevée often high
Coûts énergétiques de capture Catch energy costs	faibles (pêche passive) low (passive fishing)	élevés (chalutage actif) high (active trawling)
Coûts du traitement Processing costs	plus faibles (à terre) lower (a shore)	plus élevés (partiellement en mer) higher (partially at sea)
Expertise étrangère requise Foreign expertise required	nulle ou faible little or none	appréciable (au moins initialement) considerable (at least initially)

36. As a consequence of the change in the ocean regime, all resources located over the continental shelf are now under the sole control of coastal countries. The existence of an authority for all of the stocks under the control of a single country, the reduction in the number of countries involved in decision making for others and, in all cases, a restriction in competition should facilitate the management of these stocks. In the choice of objectives, it is clear that the interests of coastal countries will dominate. In fact, a move has already been observed towards more strict control of the rate of exploitation. For instance, during the June 1977 meeting of ICNAF (International Commission for North Atlantic Fisheries), Canada announced its intention not to let the fishing effort exceed two-thirds of that necessary to catch the MSY for all stocks falling under its jurisdiction (Doubleday, 1976; Sissenwine 1974). (This definition applies to stocks estimated through production models that indirectly take into account the stock/recruitment relationship; for stocks estimated with models assuming a constant recruitment, $F_{0.1}$ is retained as the objective). Regardless of the definition used, the objective represents (in relation to the MSY) a very significant reduction in the rate of exploitation and therefore in fishing costs and recruitment hazards.

37. Although the authority of coastal countries in the choice of management objectives and in the enforcement of exploitation schemes tends to become the rule, the need for cooperation and agreement between neighbouring coastal countries remains essential for the exploitation of stocks distributed over more than one national sector. Stocks in this category, particularly coastal pelagic stocks, are numerous in the CECAF (Committee for the Eastern Central Atlantic Fisheries) area, where many countries do not have large ocean frontage. Therefore the risks of excessive competition between coastal countries remain, along with the need to take appropriate and timely decisions concerning the amount of catch not to be exceeded and the allocation schemes between the coastal countries concerned (FAO, 1977). The history of international fisheries has fully demonstrated how it is preferable that decisions be made and management schemes instituted before the goal retained is reached. This is the only way to avoid the very difficult problems stemming from the reduction of excessive fishing capacity and the re-deployment of surplus manpower.

32. Ces comparaisons suggèrent que la pêche en lagune - au moins jusqu'à une certaine limite - pourrait ne pas être aussi irrationnelle qu'il pouvait paraître initialement. Pour pouvoir juger objectivement l'importance relative et absolue à donner aux deux formes d'exploitation, il est essentiel de pouvoir chiffrer les performances respectives des deux secteurs dans diverses autres unités, et notamment en termes de:

- rentabilité économique et bénéfice net;
- investissement nécessaire (en valeur absolue et en devises) par tonne produite et par nouvel emploi créé (en vue de maximiser le nombre de créations d'emplois pour l'investissement disponible, le coût de création de tout nouvel emploi constituant fréquemment un des obstacles majeurs au développement);
- perspectives d'emplois nouveaux, en valeur absolue, et dans les zones rurales (aspect à ne pas négliger compte tenu de la nécessité fréquemment observée de freiner l'exode rural).

33. Cet exemple est significatif de la diversité de l'information qu'il faut rassembler et analyser si l'on veut être en mesure de peser correctement les conséquences probables des diverses alternatives qui s'offrent et d'identifier le meilleur équilibre final.

3.2 Les pêcheries internationales

34. Jusqu'aux récents changements dans le Droit de la mer, la plus grande partie des ressources mondiales se trouvait dans des secteurs de l'océan accessibles à tous ceux qui avaient les moyens technologiques et économiques nécessaires. En l'absence d'une autorité supérieure, la décision de limiter la pêche à quelque niveau que ce soit au-dessus du seuil de rentabilité nulle dépendait de l'existence d'un consensus entre la grande majorité des participants. Mais à cause de la disparité entre les rentabilités des diverses flottilles nationales (reflet des différences dans le niveau d'expertise, le coût de la main-d'oeuvre, les aides gouvernementales, etc) et des écarts entre les objectifs des politiques nationales en matière de pêche (en particulier de l'importance relative accordée à la maximisation des captures, du profit, de l'emploi), les

3.3 Multi-Species Fisheries

38. More often than not, a fleet will simultaneously fish several stocks, catching (in various proportions) a variable number of species during the same fishing operation or the same trip. In tropical regions, for instance, several dozen commercially important species can be caught simultaneously during a single trawl haul. In such a situation, there is no chance of simultaneously reaching for all stocks the maximum sustainable yield or any other objective that might be adopted.

39. One may therefore fear - and have in fact noted - fishermen's tendency to concentrate their efforts on the most highly priced stocks (due to their abundance and market value). Such an attitude will eventually lead to the over-fishing of these stocks and the under-utilization of others. More pronounced behaviour of this type may be expected when the number of stocks available is relatively small - less than a dozen - and their market value differs considerably. A good example of such behaviour is given by the tuna and billfish longline fishery. Conversely, when a fishery involves a high number of species of fairly similar value (e.g. the trawl fishery in tropical areas), the fishermen will seek more to maximize the weight of individuals above a certain size irrespective of the species composition of each haul.

40. How, when faced with this problem do we determine the best allocation of fishing effort? Gulland (1968b) uses as an example a tropical surface tuna fishery for both yellowfin and skipjack, the former being the target species and the latter the secondary catch. In the table following, the overall and by-species catches and catch per effort are compared for various allocations of the same overall fishing effort.

41. These figures show that when the possibility exists of modifying the distribution of fishing effort - which can be done, for instance, by taxing the preferred species in order to subsidize the landings of the secondary species - and consequently the total yield, since in the above example, the catching capacity is assumed to be constant. Concerning this example, Gulland points out that if a catch per unit effort equal to the unit represents a situation where the fishery produces a return (e.g. in interest rates for investments and in salaries for crews) comparable to that produced by other opportunities likely to be suitable for the same resources (capital, manpower), then it is not rational to lower the

accords se sont révélés très difficiles à atteindre. En règle générale, les décisions étaient prises trop tardivement sur des plateformes minimales, trop souvent insuffisantes pour contrecarrer la tendance à la surexploitation au moins économique.

35. L'objectif retenu au moins implicitement par la plupart des commissions de pêche était le maximum de capture équilibré (MSY). L'argument mis en avant pour justifier ce choix était que le maximum de la courbe de production avait la même signification pour tous les participants alors que la position du MEY par exemple différerait selon l'efficacité respective des flottilles nationales. Cet argument n'est pas très convaincant, les écarts d'efficacité entre les pays n'étant pas moindres au MSY. En fait, ce choix se comprend dans la mesure où les décisions de contrôler la pêche ont porté dans la majorité des cas sur des stocks déjà exploités au delà du MSY. Parmi les diverses options envisageables, une réglementation visant à bloquer la pêcherie au niveau du MSY impliquait de moindres sacrifices. Le poids des facteurs sociaux pour certains, le grand besoin de poisson pour d'autres, le maintien d'une compétition dure dans tous les cas, expliquent que l'on ait rarement retenu des objectifs plus contraignants à court terme mais plus satisfaisants à plus longue échéance.

36. L'évolution du Droit de la mer a pour conséquence de placer la pêche des ressources localisées au-dessus de la plateforme continentale sous le seul contrôle des états riverains. L'existence d'une autorité pour tous les stocks dépendant d'un seul état, la réduction du nombre des pays concernés par les prises de décision pour les autres et, dans tous les cas, une restriction de la compétition devraient faciliter l'aménagement de ces stocks. Dans le choix des objectifs, il est clair que les intérêts des états riverains primeront. De fait, on constate déjà une évolution vers des définitions plus strictes du niveau d'exploitation. Par exemple, lors de la réunion de juin 1977 de la CIPAN (Commission internationale pour les pêcheries de l'Atlantique nord-occidental), le Canada a fait part de son intention de ne pas laisser le taux d'exploitation des stocks tombant sous son contrôle dépasser les deux-tiers de celui nécessaire pour capturer le MSY (Doubleday, 1976 et Sissenwine, 1974). (Cette définition s'applique aux stocks évalués à l'aide de modèles globaux qui tiennent indirectement compte de la relation stock/recrutement; pour les stocks évalués à l'aide de modèles admettant un recrutement constant, $F_{0.1}$ est retenu comme objectif.) Quelle que soit la définition utilisée,

catch per unit of effort to 0,79 for skipjack. It would be better to transfer to other activities the equivalent of the 29 additional units of effort needed to lower the skipjack catch per unit of effort from 1.00 to 0.79. This observation shows the limits of overly-restricted planning, namely the need to take into account the other sectors of national fisheries, or better still the national economy as a whole.

42. Actual situations are almost always more complex than the above example suggests. The number of species involved is almost always higher. They may involve various fleets, national and foreign, distinguished by their specialization (fishing methods, target species) and therefore by the pattern of their fishing effort. Up to a certain limit of complexity, computing techniques, (e.g. linear programming) exist to optimize the distribution, on the various species and by vessel categories, of the fishing capacities of the various fleets (see Rothschild, 1972, for example). More important, this effort of optimization is rapidly running up against the lack of flexibility, at least on a short-term basis, of existing fisheries: witness the problems encountered in transferring the excess labour forces and investments involved in overdeveloped fisheries towards other stocks or activities outside the fishing industry. On a smaller scale, the simultaneous catching of several species in a single fishing operation (e.g. in one trawl haul or longline setting) or even in the same trip, prevents us from distributing the overall fishing effort between the various species as we might have wished. The by-catch problem makes it often operationally impossible to reach the maximum catch - or any other predetermined objective - for the main species without exceeding this objective for one or more species caught simultaneously. These restrictions mean that the overall potential yield for all species simultaneously caught will necessarily be less than the sum of the potentials corresponding to each separate stock.

l'objectif représente (par rapport au MSY) une réduction fort appréciable du taux d'exploitation et, donc, des coûts d'exploitation et des aléas de recrutement.

37. Si l'autorité des états riverains dans le choix des objectifs et dans le contrôle de l'exploitation tend à être reconnue implicitement partout, le besoin d'une concertation et d'un accord entre états riverains voisins reste entier pour l'exploitation de tous les stocks distribués sur plus d'un secteur national. Dans la région du COPACE (Comité des pêches pour l'Atlantique centre-est) où plusieurs pays ne disposent pas de larges façades maritimes, nombreux sont les stocks, notamment pélagiques, qui tombent dans cette catégorie. Les risques d'une compétition excessive entre pays riverains restent donc entiers, tout comme l'est le besoin de prendre à temps des décisions appropriées sur le volume de prélèvement à ne pas dépasser et sur des schémas de répartition des captures entre les pays riverains concernés (FAO, 1977). L'histoire des pêcheries internationales a amplement démontré combien il est préférable que les décisions soient prises et les schémas d'exploitation mis en place avant que l'objectif retenu soit atteint. C'est en effet la seule façon d'éviter les problèmes très ardues que posent la réduction des moyens de capture excédentaires et le redéploiement de la main-d'oeuvre en surnombre.

3.3 Pêcheries plurispécifiques

38. Le plus souvent, une flottille exploitera simultanément plusieurs stocks, capturant, dans des proportions diverses, un nombre variable d'espèces au cours de la même opération de pêche ou de la même marée. En régions tropicales, par exemple, plusieurs dizaines d'espèces d'importance commerciale seront simultanément capturées au cours d'un même trait de chalut. Dans une telle situation, il n'y a aucune chance que les maxima de production équilibrée, ou tout autre objectif que l'on pourra retenir, soient atteints simultanément, c'est-à-dire pour le même effort de pêche global.

Scenarios for allocation/Principe de Répartition de l'effort total (=100) of overall fishing effort (= 100)

	Yellowfin Albacore			Skipjack Listao			Total	
	Effort	Catch	cpue	Effort	Catch	cpue	Effort	Catch
Unregulated Sans régulation	70	70	1,00	30	30	1,00	100	100
Yellowfin at MSY Albacore pêché au MSY	60	72	1,22	40	36	0,90	100	108
Yellowfin at MEY Albacore pêché au MEY	38	66	1,73	62	48	0,77	100	114
Maximum combined catch Prise combinée maximale	41	68	1,66	59	47	0,79	100	115

43. The final level of complexity is related to the fact that no stock is ecologically independent from the other stocks inhabiting the same ecosystem. The size of each stock will be affected by that of stocks acting upon it as preys, predators or competitors. Because of the complexity of trophic relationships - which change also with age - it is more or less impossible to predict the consequences on existing fisheries of the development of a new exploitation. For instance, we might assume that developing a fishery on coastal pelagic species (e.g. anchovy) in a given area could lead to a reduction in food for certain larger demersal species, thus leading to a reduction in their stock size. But the drop in the small pelagic species stock could just as well be followed by a reduction in the egg or larval predation, and consequently by an increase in the demersal stocks in question. The more intensive and diversified a fishery in an area is, the greater the chance of such interrelations occurring between the various stocks and specific fisheries in the region.

4. CONCLUSIONS

44. Because of the diversity of the options available, depending on the angle - resources, capital, fishermen - from which fishery development is considered - there is no simple objective capable of leading to the proper use of all fish resources. A particular choice, being a compromise as well as a decision, must be made for each fishery. For the best chance of making a sound choice, the following are essential:

- (a) a proper analysis of the fishery in question, i.e. of the immediate and long-range consequences - primarily with regard to the stock and its catches, the economic profitability of the fishery and the welfare of fishermen - of the various possible exploitation schemes.
- (b) a clear perception of the major options of the fishery policy within the context of the national development strategy.

45. One must particularly take into account the importance a country can and intends to give to various basic objectives such as the maximizing of national fish production (in volume and value), exports and employment (for the entire country or separately for certain communities), reducing the national dependence on foreign expertise, limiting the expenses in hard currencies, lowering production costs, improving the lot of fishermen (particularly those in rural

39. On peut craindre - et on le constate en effet - que les pêcheurs n'aient tendance à concentrer leurs efforts sur les stocks les plus prisés du fait de leur abondance et de leur valeur marchande; une telle attitude conduira à terme à la surexploitation de ces stocks et à la sous-utilisation des autres. On peut s'attendre à ce que ce comportement soit plus marqué lorsque le nombre d'espèces n'est pas très grand - moins d'une dizaine - et que leur valeur marchande diffère de façon appréciable. Un bon exemple d'une telle situation est fourni par la pêche à la palangre des thons et marlins. Si la pêche porte au contraire sur un nombre élevé d'espèces de valeurs assez voisines - par exemple dans la pêche au chalut en régions tropicales - le pêcheur cherchera davantage à maximiser le poids des individus de taille supérieure à une certaine limite sans trop se préoccuper de la composition spécifique des traits.

40. Comment, lorsque le problème se pose, déterminer le meilleur schéma de distribution de l'activité de la flottille? Gulland (1968a) donne un exemple tiré d'une pêcherie de thon tropical de surface, exploitant simultanément l'albacore et le listao, le premier représentant l'espèce recherchée, le second l'espèce accessoire. Dans le tableau ci-dessous, les captures et les rendements, d'ensemble et par espèces, sont comparés pour divers scénarios de répartition d'un même effort de pêche total.

41. Ces chiffres démontrent que, lorsque l'on a la possibilité de jouer sur le schéma de répartition de l'effort de pêche - ce qui peut se faire par exemple en reversant des taxes prélevées sur les débarquements de l'espèce noble sous forme de subventions à la vente de l'espèce moins recherchée - il est possible d'accroître les prises totales et par suite les rendements puisque, dans l'exemple ci-dessus, la capacité de capture est supposée constante. A propos de cet exemple, Gulland fait remarquer que si une prise par unité d'effort égale à l'unité représente une situation où la pêcherie produit un rapport - en taux d'intérêt pour les investissements et en salaires pour les équipages par exemple - comparable à ce que peuvent fournir d'autres activités économiques où les mêmes moyens (capital, main-d'oeuvre) sont susceptibles d'être utilisés, alors il n'est pas rationnel de faire descendre la prise par unité d'effort à 0.79 pour le listao. Il vaudrait alors mieux transférer sur ces autres activités l'équivalent des 29 unités d'effort supplémentaires qui ont été nécessaires pour faire descendre la prise de listao par unité d'effort de 1.00 à 0.79. Cette observation montre les limites d'une planification trop cloisonnée, c'est-à-dire la nécessité de tenir compte des autres secteurs de la pêche nationale, ou mieux de l'économie nationale dans son ensemble.

areas), etc. The final balance will depend largely on the potentialities and handicaps specific to each country. The profound differences in attitude towards fisheries development and management exhibited by various groups of countries, such as the North American countries, Western European countries, Eastern European countries, Japan, and various groups of developing countries may be largely attributed to the weight in their respective economies of key factors such as the need to find new food sources, the pressures of social and employment issues, the abundance of fish resources, and the possible role of fisheries in promoting national development (Royce, 1965). In the CECAF region, it is clear that the problem of improving national fisheries is different for the countries in the Gulf of Guinea (which have few fish resources, but offer a vast market) and the countries to the north, where the situation is exactly the opposite. Under the weight of certain factors or events (large food deficit, unemployment and social pressures, stock collapse, etc.), it may prove necessary to more or less get away from the point where the fishery will provide the maximum income on a long-term basis. In any case it should be remembered that such departures inevitably lead to significant losses which should be properly weighted.

45. The proper identification of the final objective and the implementation of measures leading to it will depend greatly on the quality of communications between the various types of experts (biologists, economists, etc.) responsible for analyzing the fishery and its behaviour, and on the dialogue between these experts and those responsible for planning the general development of the country. To dispose of the various assessments needed in time, the former must be abreast of all major development options. The latter must be fully aware of the terms of the various fishery development alternatives.

47. The ability to retain sound options will depend greatly on the knowledge one has of the state of the fisheries and this understanding of their real situation will obviously depend on the expertise available, in amount and in qualifications, as well as the data accumulated on the various fisheries parameters. The brief description of the pink shrimp fishery in the Gulf of Guinea (Section 3) gives a good example of the wide variety of data and analyses required. It is obviously impossible to collect all of the potentially useful statistics. It is therefore essential that each country properly gauges the efforts - in financial and human resources - needed for properly monitoring its fisheries, as well as the priorities concerning the kinds of data

42. Les situations réelles sont presque toujours plus complexes que ne le suggère l'exemple ci-dessus. Le nombre d'espèces est presque toujours plus élevé. Elles peuvent intéresser diverses flottilles, nationales et étrangères, qui se distinguent par leur spécialisation (méthodes de pêche, espèces recherchées) et, donc, par le schéma de distribution de leur effort de pêche. Jusqu'à une certaine limite de complication, il existe des techniques de calcul (programmation linéaire par exemple) pour optimiser la répartition, sur les diverses espèces et par catégories de bateaux, des capacités de capture des différentes flottilles (voir par exemple Rothschild, 1972). Plus important, cet effort d'optimisation se heurte rapidement au manque de souplesse, au moins à court terme, des pêcheries en place, comme le montrent les difficultés qu'il y a à transférer vers d'autres stocks ou vers des activités extérieures à la pêche les investissements et la main-d'oeuvre excédentaires déjà engagés dans des pêcheries engorgées. A plus petite échelle, la capture en place de plusieurs espèces au cours d'une même opération de pêche (par exemple dans un trait de chalut ou pour une pose de palangre) ou même au cours d'une même sortie, interdit de répartir l'effort de pêche global entre les diverses espèces comme on pourrait le souhaiter. C'est le problème des prises accessoires qui fait qu'il apparaît souvent opérationnellement impossible de capturer la prise maximale - ou tout autre objectif prédéterminé - pour l'espèce principale sans voir cet objectif dépassé pour une ou plusieurs espèces capturées simultanément. Ces contraintes font que l'objectif combiné pour l'ensemble des espèces associées dans les prises sera nécessairement inférieur à la somme des objectifs propres à chaque espèce considérée isolément.

43. Le dernier niveau de complication tient au fait qu'aucun stock n'est écologiquement indépendant des autres stocks cohabitant dans le même écosystème. Chaque stock sera affecté dans sa taille par celle des stocks jouant à son égard le rôle de proie, de prédateur ou de compétiteur. Du fait de la complexité des relations trophiques - qui changent en particulier avec l'âge - il est à peu près impossible de prévoir quelles seront les conséquences du développement de la pêche d'un nouveau stock sur les pêcheries existantes. Par exemple, on peut penser que l'intensification de la pêche d'espèces pélagiques côtières de petite taille (par exemple de l'anchois) dans une région pourra entraîner une réduction de la nourriture pour certaines espèces

to be collected and the types of research to be conducted. Finally, it should be noted that since the state of a stock cannot be deduced without observing it and its catches at various fishing levels, it is essential that the collection of data starts from the initial phase of the fishery. This imperative is not always given its full value by some who, not being familiar with the stock assessment methodology, may feel that a stock in good condition does not need to be monitored.

48. It is also essential to ensure that stocks do not undergo irreversible modifications. All possible use options should be preserved for the future. These may evolve considerably with technological, economic and cultural advancement. For instance, sport fishing - with the jobs it creates - may compensate, sometimes even significantly, for some declines in commercial activities. As an initial priority, we must ensure that a fishery does not endanger the survival of certain species. Coastal pelagic species (sardine, sardinella, bonga, etc.) come immediately to mind in considering this eventuality. One may fear that the amplitude of their natural fluctuations will make them more vulnerable to an intensive fishing and the recent collapse of the round sardinella fishery off Ghana and the Ivory Coast (Fishery Research Unit, Tema *et al.*, 1976) shows that this is more than just a theory. It is not altogether certain, however, that this type of stock is the most vulnerable to overfishing. The natural variability of pelagic stocks can just as well enable them to rapidly recover once the suitable environmental conditions have returned. On the other hand, the history of Antarctic whaling (see Gulland, 1974, for example) shows that species with a naturally high degree of stability are perhaps in greater danger of extinction should they be subject to uncontrolled fishing.

49. In any case, we must admit that our knowledge of what constitutes a fishery, and particularly of stock behaviour and how fishing affects them, is still fragmentary. It is therefore important to remain ready to alter the current fishing scheme as soon as a new element of information suggests that such a change would be advisable. One must also, each time one has to decide on a fishing objective, provide a margin of safety proportionate to our ignorance.

50. Finally, the fact that man controls only a very limited number of the factors that determine the state of fisheries and some of these only indirectly, should be fully recognized. The weakness of the means available to

démersales de plus grande taille, et donc conduire à leur diminution. La baisse du stock de petits pélagiques peut tout aussi bien être suivie d'une diminution de la prédation des oeufs ou des larves - et donc d'un accroissement - des stocks démersaux en question. Quoiqu'il en soit, de telles interrelations ont d'autant plus de chance d'apparaître entre les divers stocks et pêcheries d'une région que la pêche y est intensive et diversifiée.

4. CONCLUSIONS

44. La diversité des options qui s'offrent selon l'angle - ressources, économie, pêcheurs - sous lequel on considère une pêcherie fait qu'il n'existe pas d'objectif unique susceptible de conduire à la bonne utilisation de tous les stocks halieutiques. Un choix particulier, c'est-à-dire un compromis ainsi qu'une décision, doit être fait pour toute pêcherie. Pour qu'il ait les meilleures chances d'être bon, il est essentiel de disposer:

- (a) d'une analyse convenable de la pêcherie en question, c'est-à-dire, une évaluation des conséquences immédiates et lointaines. et d'abord en ce qui concerne le stock et sa production, la rentabilité économique de la pêcherie et le bien-être des pêcheurs - des divers schémas d'exploitation envisageables;
- (b) d'une perception claire des grandes options de la politique d'amélioration des pêches dans le contexte de la stratégie nationale de développement.

45. Il faut en particulier tenir compte de l'importance que le pays peut et entend donner à divers objectifs élémentaires comme la maximisation de la production nationale de poisson (en volume et en valeur), celle des exportations et de l'emploi (pour l'ensemble du pays ou séparément pour certaines communautés), la réduction de la dépendance nationale vis-à-vis de l'expertise étrangère, la limitation des sorties de devises, l'abaissement des coûts de production, l'amélioration du sort des pêcheurs et notamment ceux habitant en zones rurales, etc. L'équilibre final dépendra largement des potentialités de chaque pays comme de ses handicaps. Ainsi, les profondes différences que l'on a pu observer dans l'attitude de groupes de pays, tels que les pays nord-américains, les pays ouest-européens, les pays est-européens, le Japon et de

control a fishery largely explains their great inertia. For instance, all parameters related to the environment are uncontrollable and largely unpredictable. The links characterizing traditional fishing communities do not appear any more pliable. Such units cannot be effectively conducted unless we adopt a flexible and far-sighted attitude, i.e. unless we are able to anticipate changes in advance. The economic and social problems encountered by a number of world fisheries that were flourishing not so long ago and the present precarious condition of several stocks are due to an inability to respect this basic principle of anticipation.

divers groupes de pays en développement, vis-à-vis de la mise en valeur de leurs pêcheries et de l'aménagement, peuvent largement s'expliquer par le poids respectif dans leur économie de facteurs clés comme le besoin de trouver de nouvelles sources de nourriture, la pression des problèmes sociaux et d'emploi, la richesse en ressources halieutiques et le rôle que peut jouer la pêche dans la promotion du développement national (Royce, 1965). Dans la région du COPACE, il est clair que l'amélioration des pêcheries nationales se pose en des termes différents pour les pays du golfe de Guinée qui disposent de peu de ressources en poisson mais d'un vaste marché et pour les pays situés plus au nord où la situation est diamétralement opposée. Sous le poids de certains facteurs ou événements (important déficit en nourriture, sous-emploi et pressions sociales, effondrement d'un stock, etc.), il peut se révéler nécessaire de s'écarter plus ou moins du point où la pêcherie fournit à long terme le revenu maximum; dans tous les cas, il faut reconnaître que c'est au prix d'un manque à gagner qui doit être pleinement apprécié.

46. On conçoit que la bonne identification de l'objectif final et la mise en oeuvre des mesures qui y conduisent dépendra beaucoup de la qualité des communications entre les diverses catégories d'experts (biologistes, économistes, etc.) chargés d'analyser la pêcherie et son comportement et du dialogue entre ces experts et ceux qui ont la charge de planifier le développement général du pays. Pour disposer à temps des diverses analyses nécessaires, les premiers doivent être au courant des grandes options de développement; les seconds doivent avoir pleinement conscience des termes dans lesquels se posent les diverses alternatives de développement de la pêcherie.

47. La capacité à retenir les bonnes options dépendra beaucoup de la vision que l'on a de l'état des pêcheries et cette compréhension de leur situation réelle sera évidemment fonction de l'expertise disponible, en volume et en qualifications, ainsi que des données accumulées sur les divers paramètres des pêcheries. La rapide description d'une pêcherie de crevette rose dans le golfe de Guinée (section 3) donne une idée de la variété des données et des analyses nécessaires. Il est évidemment impossible de rassembler toutes les données potentiellement utiles. Aussi est-il essentiel pour chaque pays de doser convenablement les efforts - en ressources financières et humaines - qu'il doit consacrer à la surveillance

de ses pêcheries et d'évaluer correctement les priorités en matière de types de données à rassembler et de types de recherche à poursuivre. Il faut enfin rappeler que, comme l'état d'un stock ne peut se déduire que si on a pu l'observer, ainsi que ses captures, sous différents niveaux d'exploitation, il importe que la collecte des données commence dès la phase initiale de la pêcherie. Cet impératif n'est pas toujours perçu à sa juste valeur par certains qui, n'étant pas au courant de la façon dont sont faites les évaluations, peuvent penser qu'un stock en bon état n'a pas besoin d'être surveillé.

48. On devra toujours veiller à ce que les stocks ne subissent aucune altération de caractère irréversible. Il importe en effet au plus haut point de préserver intactes pour le futur toutes les options d'utilisation possibles. Or celles-ci sont susceptibles d'évoluer sensiblement avec les progrès technologiques, économiques, culturels. Par exemple, la pêche récréative - avec les emplois auxquels elle donne naissance - est susceptible un peu partout de compenser, parfois même largement, certains déclinis de la pêche commerciale. En premier lieu, il faudra bien sûr veiller à ce que la pêche ne mette pas la survie de certains stocks en danger. Les stocks pélagiques côtiers (sardine, sardinelles, ethmalose, etc.) viennent immédiatement à l'esprit lorsque l'on envisage cette éventualité. On peut craindre en effet que l'amplitude de leurs fluctuations naturelles ne les rende plus vulnérables à une exploitation intensive et la disparition récente de la pêcherie de sardinelle ronde devant le Ghana et la Côte-d'Ivoire (Fishery Research Unit Tema et al., 1976) montre qu'il ne s'agit pas là d'une vue de l'esprit. Il n'est cependant pas du tout certain que ce type de ressources soit le plus vulnérable à la surexploitation. La variabilité naturelle des stocks pélagiques peut tout aussi bien leur permettre de se reconstituer rapidement, une fois revenues les conditions nécessaires. Par contre, l'histoire de la pêche des baleines antarctiques (voir par exemple Gulland 1974) montre que des espèces naturellement très stables peuvent être en grand danger de disparition irrémédiable au cas où on laisserait leur exploitation se poursuivre de façon anarchique.

49. De toutes façons, il faut reconnaître que nos connaissances d'une pêcherie, et surtout celle des stocks et des effets de la pêche sur ceux-ci, sont encore fragmentaires. Il importe donc de se tenir prêt à modifier le schéma d'exploitation en cours, dès qu'un

nouvel élément d'information en suggèrera l'opportunité. Il faut également, à chaque fois que l'on aura à décider d'un objectif d'exploitation, prévoir une marge de sécurité proportionnelle à notre ignorance.

50. Enfin, et surtout, il faut reconnaître que l'homme ne contrôle qu'un nombre très restreint des facteurs - et encore indirectement pour certains d'entre eux - qui déterminent l'état des pêcheries. La faiblesse des moyens d'intervention explique la grande inertie de celles-ci. Par exemple, tous les paramètres liés à l'environnement sont incontrôlables et largement imprévisibles; les liens qui caractérisent les communautés de pêcheurs traditionnels ne paraissent guère plus malléables. De tels ensembles ne peuvent être efficacement orientés que si l'on adopte une attitude souple et prévoyante, c'est-à-dire si l'on parvient à prévoir longtemps à l'avance les évolutions et les mesures à appliquer. Les difficultés économiques et sociales auxquelles ont à faire face nombre de pêcheries mondiales très florissantes il n'y a pas si longtemps, et l'état précaire de quelques stocks sont à mettre au compte de l'incapacité à respecter ce principe essentiel de l'anticipation.

5. MAJOR REFERENCESPRINCIPALES RÉFÉRENCES

- Beverton, R.J.M. et S.J. Holt, On the dynamics of exploited fish populations. 1957 Fish. Invest., Ministr. Agric. Fish. Food G.B.(2), (19):533 p.
- Cushing, D.H., On the failure of the Plymouth herring fishery. J.Mar.Biol. Assoc. U.K., (41):799-816
- _____, The problems of stock and recruitment. In Fish population dynamics, edited by J.A. Gulland. London, J. Wiley and Sons, Ltd. pp. 116-33
1971
- Doubleday, W.C., Environmental fluctuations and fisheries management. Int.Comm. Northw.Atlant.Fish., Selected Papers (1):141-50
1976
- FAO/COPACE, Problèmes posés par l'aménagement des ressources dans la zone du COPACE. 1977 Comité FAO des pêches pour l'Atlantique centre-est (COPACE), 5ème session, Lomé (Togo), 7-11 mars 1977. Rome, FAO, CECAF/V/77/8:8 p.
- Fishery Research Unit Tema, Centre de recherches océanographiques Abidjan, ORSTOM. 1976 Rapport du groupe de travail sur la sardinelle (S. aurita) des côtes ivoiro-ghanéennes, Abidjan (Côte-d'Ivoire), 28 juin-3juillet 1976. Paris, ORSTOM, 63 p.
- Garcia, S., Biologie et dynamique des populations de crevette rose (Penaeus duorarum notialis Pérez-Farfante, 1967) en Côte-d'Ivoire. Thèse doctorat d'Etat, Université Aix-Marseille, 235 p.
1976
- Gulland, J.A., The concept of marginal yield from exploited fish stocks. J.Cons. CIEM, 32(2):256-61
1968a
- _____, La notion de rendement maximal constant et l'aménagement des ressources halieutiques. Doc.Tech.FAO Pêches, (70):13 p.
1968b
- _____, L'aménagement des pêcheries et la limitation de la pêche. Doc.Tech. FAO Pêches, (92):14 p.
1970
- _____, The management of Marine Fisheries. Bristo: Scientifica (Publish) Ltd., 198 p.
1974a
- _____, Guidelines for fishery management, FAO, Indian Ocean Programme. ROME, FAO, IOFC/DEV/74/36:82 p.
1974b
- _____, Buts et objectifs de l'aménagement des pêches. Doc.Tech.FAO Pêches, (166):15 p.
1977
- Gulland J.A. et L.K. Boerema, Scientific advice on catch levels. Fish.Bull.NOAA/NMFS, 71(2):325-35
1973
- Johansen, A.C., On the summer and autumn spawning herring of the North Sea. Medd. Komm.Havunders.(Ser.Fisher.) 5(5):1-118
1924
- Ricker, W.E., Handbook of computations for biological statistic of fish populations. 1958 Bull.Fish.Res.Board Can., (119):300 p.
- Rothschild, B.J., An exposition on the definition of fishing effort. Fish.Bull. NOAA/NMFS, 70(3):671-79
1972
- Royce, W.F., Decision problems in fisheries Proceedings of the 1965 meeting of the Gulf and Caribbean Institute, Univ.Washington, College of Fisheries, Contrib. 229:382-7
1965
- Schaefer, M.B., Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bull.I-ATTC, 1(2):26-56
1954
- _____, A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the Eastern tropical Pacific Ocean. Bull.I-ATTC, 2(6):247-85
1957

Sissenwine, M.P., Variability in recruitment and equilibrium catch of the southern
1974 New England yellowtail flounder fishery. J.Cons.Int.Explor.Mer.
36:15-26

Soutar, A. et J.D. Isaacs, Abundance of pelagic fish during the 19th and 20th
1974 centuries as recorded in anaerobic sediment off the
California. Fish.Bull.US, 72:257-74