

**EFFORTS EFFECTIFS - EFFORTS NOMINAUX
QUELQUES QUESTIONS DE TRADUCTION**

Francis Laloë

ORSTOM - HEA
BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1

RESUME

L'activité de pêche est généralement exprimée en termes d'efforts effectifs ou d'efforts nominaux. Dès lors qu'on désire exprimer des modifications d'efforts effectifs selon des modifications d'efforts nominaux, et réciproquement, il devient nécessaire de poser la question de la nature des traductions possibles. La réponse à cette question n'est pas simple et nous indiquons que l'existence et la nature d'une traduction dépend en fait de la nature de l'exploitation halieutique concernée et de la représentation qu'on s'en donne.

ABSTRACT

fishing activity is most of the time described in terms of nominal or effective efforts. If we want to represent given changes of effective effort according changes in terms of nominal efforts, or inversely, we must determine the nature of possible translations. The answer to this question is not unique and we show that the existence and the nature of a translation widely depends on the nature of the exploitation and on the framework used to represent this exploitation.

INTRODUCTION

L'étude de la dynamique des populations exploitées par la pêche implique bien évidemment la prise en compte de l'impact de l'activité de pêche sur ces populations. Il paraît naturel de rechercher à représenter cet impact en termes de mortalités par pêche décrites de façon plus ou moins synthétique selon les hypothèses pouvant être formulées, c'est-à-dire en tenant compte ou non de variations spatio-temporelles et/ou de structures démographiques etc.

Les mortalités par pêche peuvent être appréhendées en utilisant ou non l'information disponible sur l'activité des unités de pêche. Les deux situations "extrêmes" étant l'analyse des cohortes, qui permet d'estimer des mortalités à partir de données de captures¹, et le recours à des modèles synthétiques (ou globaux) pour lesquels la mortalité par pêche est une fonction d'un effort de pêche. Dans le second cas la relation entre effort et mortalité sera d'autant plus satisfaisante qu'elle est plus simple, c'est-à-dire par exemple si il y a une relation de proportionnalité entre effort f et mortalité F , l'effort f étant alors un effort effectif. Une telle relation de proportionnalité n'est cependant pas nécessaire (Laurec et Le Guen 1981), il est en effet possible d'introduire dans l'équation d'un modèle une relation non linéaire entre effort et mortalité (voir par exemple Ulltang, 1980) et, par ailleurs, la souplesse des modèles synthétiques peut être suffisante, au moins dans certains cas, pour rendre compte de non linéarités non explicitement introduites dans l'équation des modèles (Laloë et Samba 1990). L'hypothèse incontournable réside dans le fait qu'à une valeur d'effort effectif, correspond une seule distribution de mortalité et qu'à deux valeurs différentes d'efforts effectifs sont associées deux distributions différentes de mortalité.

Dès lors que l'information disponible sur l'activité des pêcheurs, information généralement dénommée "effort nominal", est utilisée pour évaluer, même en partie, la mortalité par pêche, la question de la traduction d'efforts nominaux en efforts effectifs est posée. Inversement, dès lors que les connaissances acquises en terme de dynamique des populations sont utilisées dans le domaine de la "gestion", la question de la traduction inverse d'efforts effectifs en termes d'activité de pêche -c'est-à-dire en termes d'efforts nominaux-, se pose également.

Il convient donc de noter l'existence d'au moins deux points de vue sur l'activité de pêche, source d'information pour l'évaluation de son impact sur la ressource d'une part, source d'identification de moyens de gestion d'autre part. Ce double point de vue peut entraîner quelques difficultés pour une définition claire d'un effort nominal.

¹L'étalement des analyses de cohortes à l'aide d'informations sur l'activité de pêche est cependant un sujet de recherches très actuel ayant fait l'objet d'une revue récente (Laurec 1993).

L'objet de cette contribution est de mettre l'accent, à partir de quelques illustrations, sur quelques aspects des problèmes liés à ces traductions entre efforts nominaux et effectifs, en discutant de quelques questions qui en découlent.

Le premier aspect abordé est celui de l'existence de traductions ou plus précisément celui de leur nature.

Le second aspect est celui du choix d'une représentation de l'effort, en montrant qu'une démarche halieutique (et halieumétrique) ne peut se contenter de la seule recherche d'une relation "mortalité - état de la ressource", même si cette recherche demeure nécessaire.

Nature des traductions d'efforts nominaux en efforts effectifs.

Il n'est naturellement pas possible de prétendre qu'à une valeur donnée d'effort effectif correspond une valeur exacte de mortalité par pêche. On peut par contre très bien envisager la double hypothèse selon laquelle

- à une valeur (éventuellement multivariée) donnée d'effort nominal, correspond une valeur donnée (également éventuellement multivariée) d'effort effectif, fonction plus ou moins compliquée de l'effort nominal,
- à une valeur donnée d'effort effectif, correspond une distribution donnée de mortalité pouvant être décrite par plusieurs paramètres parmi lesquels on privilégie l'espérance $E(F)$.

Une telle hypothèse est présente dans la formulation suivante :

$$f_e = g(f_n) \text{ et } E(F) = q f_e$$

où q est le classique paramètre de capturabilité et $g(f_n) = f_e$ est la traduction en effort effectif f_e de l'effort nominal f_n .

Garrod (1973) définit les "integrated fisheries" constituées d'unités de pêche pouvant changer, selon les circonstances, de "métier" ou "technotope" ou "tactique" selon diverses appellations ou définitions en cours. Il indique que le comportement de ces "integrated fisheries" infère un déséquilibre présent même si l'activité reste pratiquée par les mêmes unités de pêche ; ce déséquilibre est en contradiction avec l'objectif classique de la gestion des pêches à l'équilibre. Il est intéressant de noter que Garrod précise de plus que cette caractéristique peut être observée aussi bien auprès de pêcheries transocéaniques que de pêcheries artisanales. Ce type de pêcheries a été également décrit par Gulland et Garcia (1984) sous le nom de "Single multipurpose fisheries" et, de façon générale, leur étude conduit à l'analyse de la dynamique des flottes de pêche dont l'importance a été soulignée entre autres par Hilborn (1985).

La figure 1 ci dessous illustre deux situations bien différentes. Une pêcherie constituée de deux flottes exploite une ressource composée de deux stocks migrateurs

A et B. la première flotte est composée de 5 unités symbolisées par des triangles. Ces unités sont spécialisées dans l'exploitation du stock A, mettant leur savoir faire à profit pour suivre ce stock dans ses déplacements. Les 10 unités de la seconde flotte (symbolisées par des croix) ont un rayon d'action limité et mettent à profit leur savoir faire pour rechercher à chaque moment un stock qui leur est accessible.

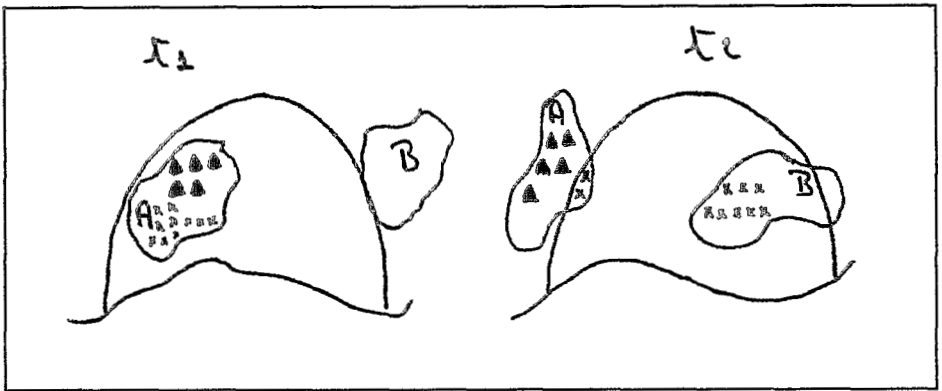


Figure 1 : Exploitation par deux flottes de pêche, à deux instants t_1 et t_2 , d'une ressource composée de deux stocks (voir texte)

Dans les deux situations présentées (temps t_1 et t_2), les unités de la première flotte exercent bien leur activité à l'encontre du stock A alors que celles de la seconde ont réalisé un report d'effort du stock A vers le stock B. L'effort effectif (sur le stock A) engendré par l'activité nominale de la première flotte peut être en première approximation considéré comme une fonction, éventuellement compliquée, de l'effort nominal déployé par ses unités.

Les efforts effectifs engendrés par l'activité nominale des unités de la seconde flotte sont évidemment dépendants des proportions, variables, p_A et p_B , de ces unités choisissant de rechercher l'un ou l'autre des deux stocks. On a en t_1 : $p_A=1$ et $p_B=0$ et en t_2 : $p_A=0,2$ et $p_B=0,8$.

Si dans le premier cas, en prenant le nombre d'unités de pêche comme effort nominal, l'hypothèse de l'existence d'une traduction de la forme $f_e=g(f_n)$ paraît acceptable, elle ne l'est plus par contre dans le second cas pour lequel il n'existe pas, pour une valeur d'effort nominal donnée, un seule valeur d'effort effectif. Il serait préférable d'écrire alors une relation de la forme :

$$f_{eA}=q_A(f_n, p_A) \text{ et } f_{eB}=q_B(f_n, p_B)$$

où les proportions p_A et p_B sont reliées au choix des pêcheurs.

Lors de l'utilisation des modèles synthétiques, il est habituel de justifier le choix d'un pas de temps annuel par l'existence de périodicité annuelle dans la capturabilité des stocks. Si dans le premier cas présenté (les unités spécialisées) ce choix peut paraître raisonnable, il l'est beaucoup moins pour ce qui concerne les unités pouvant changer d'espèce cible. En étant au moins en partie associé à leur espérance de capture, le choix des pêcheurs peut en effet largement dépendre des capturabilités (p_A et p_B dépendent aussi de q_A et q_B). Ceci implique que les "écarts aux moyennes" pour les capturabilités peuvent avoir un impact, et donc un sens, très différent selon les cas, pouvant impliquer le choix d'un pas de temps inférieur à l'année.

Si on désire tout de même respecter l'hypothèse selon laquelle à une valeur d'effort nominal correspond une unique valeur d'effort effectif, il convient d'intégrer les probabilités p_A et p_B dans la définition de l'effort nominal. Il devient alors nécessaire de poser la question de la modélisation de p_A et p_B , ce qui revient à considérer qu'il s'agit aussi de variables à expliquer et donc à accepter l'information pouvant être utile à cette explication. Cela implique donc une information beaucoup plus importante ; cela implique aussi que l'effort nominal devient une quantité extrêmement variable ne pouvant plus être associée à une espérance unique de mortalité. Ceci conduit donc à poser différemment la question de son utilisation en termes de "paramètre de gestion".

La nature différente des traductions d'efforts nominaux en efforts effectifs selon les stratégies des deux flottes de pêche a plusieurs conséquences.

- Dans le domaine de la collecte d'information pour la recherche concernant la dynamique des stocks, il semble naturel, si on s'intéresse à la recherche d'indices d'abondances utilisables dans le cadre d'une approche synthétique, de recourir à l'information la plus efficace en termes d'estimation des divers paramètres recherchés. Lorsqu'un stock peut être exploité par les unités relevant de deux flottes de pêche (par exemple le stock A de la figure 1), l'information collectée sur l'activité des unités spécialisées dans la recherche exclusive ou privilégiée de ce stock est de qualité supérieure à celle obtenue auprès des autres unités susceptibles de réaliser des reports d'efforts plus ou moins prévisibles. On peut se contenter pour ces dernières de ne chercher à connaître que les captures qu'elles réalisent et déduire l'effort effectif qu'elles ont déployé à partir des résultats issus de l'analyse des résultats des unités spécialisées.
- Dans le domaine de la recherche de l'impact de mesures de gestion, la traduction en termes d'efforts effectifs est plus simple et précise pour les changements affectant l'activité nominale des unités "spécialisées" que pour ceux affectant celle des autres unités. Il est naturel d'imaginer une gestion à partir des premières unités. Le manque d'intérêt porté aux autres et le fait que leur activité peut nuire à la capacité de prévision selon les questions usuelles, peut par ailleurs conduire à leur disparition plus ou moins explicite des schémas de développement et

d'aménagement. Ce phénomène risque d'être amplifié de façon notoire si, pour les raisons évoquées plus haut, on est amené à négliger dans une certaine mesure la collecte d'information auprès des unités de pêches non spécialisées.

- Les conséquences des phénomènes qui viennent d'être exposés peuvent être très négatives. Ce sera le cas par exemple si la capacité des unités à réaliser des reports d'efforts s'avère être une condition nécessaire à leur viabilité...

Si on revient aux "définitions" de l'effort effectif et de l'effort nominal on peut observer que l'objectif assigné à l'effort effectif est, clairement, de donner un maximum d'information sur la mortalité par pêche. L'effort nominal n'est pas quant à lui définissable à partir d'un seul objectif clair. On peut considérer qu'il s'agit de l'activité de pêche "en général" et plus globalement de tout ce qui peut l'engendrer, comme l'investissement par exemple. L'information contenue dans les deux efforts n'est pas de même nature. L'effort effectif est une synthèse résumant l'information qu'on possède sur l'activité de pêche selon la mortalité engendrée par cette activité. Cette synthèse est par nature parcimonieuse ; dans le cas des modèles synthétiques, elle est réduite à une quantité. L'effort nominal est quelque chose de plus vague et contenant plus d'information dans la mesure où il peut être vu en définitive comme l'information à partir de laquelle de nombreuses synthèses, dont l'effort effectif, pourront être tirées.

Donner à une quantité l'appellation d'effort nominal est donc largement un abus de langage que nous commettrons par la suite pour nous référer à des mesures d'effort qui sont ne sont pas "optimisées" selon l'objectif assigné aux efforts effectifs.

La discussion qui précède ne doit évidemment en aucun cas conduire à un rejet des questions sur la dynamique des stocks. Elle indique simplement que la recherche sur la dynamique des stocks et la recherche sur la dynamique des flottes peuvent conduire à des questions différentes entraînant des priorités différentes, parfois même contradictoires, dans la collecte de l'information. Il est possible par exemple que l'information sur la dynamique des flottes soit d'une qualité dérisoire en terme d'information sur la dynamique des stocks, et réciproquement. Dans ce cas, toute collecte inféodée à l'un des aspects est "nuisible" à l'autre. Il convient alors de pouvoir poser les questions de façon indépendante, étant entendu que toutes sont nécessaires et qu'aucune n'est suffisante dans un cadre général de recherches halieutiques.

Le choix d'une représentation de l'effort

Pour répondre à la question de l'impact de la pêche sur la ressource, il est bien évident que la connaissance des mortalités par pêche ou celle d'efforts effectifs est importante. Elle l'est tout particulièrement pour les modèles démographiques qui sont conçus directement à partir des mortalités, elle l'est aussi pour les modèles synthétiques.

La connaissance ainsi acquise risque cependant d'être insuffisante si elle est utilisée pour répondre à la question de savoir quelle modification d'effort nominal peut se traduire par une modification donnée d'effort effectif ou à une modification donnée de résultats de pêche comme une capture totale par exemple. Cette insuffisance peut être due à l'existence de phénomènes négligés, à juste titre lorsqu'ils ne contiennent pas d'information relativement à l'objectif recherché, lors d'opérations de standardisation visant à estimer au mieux des efforts effectifs.

Dans le contexte de l'approche globale il est peut-être possible qu'une certaine simplification soit obtenue par l'adoption d'une mesure d'effort nominal dans la formulation utilisée. Les modèles globaux s'expriment en effet par la différence entre un terme décrivant une production de biomasse et d'un terme rendant compte du prélèvement réalisé par la pêche. Si on désire satisfaire un certain réalisme, ce prélèvement est décrit par un terme " $q f_e B$ " où f_e est un effort effectif. Il est possible de préférer, dans certains cas une expression utilisant un effort nominal, quitte à compliquer la formulation du terme de capturabilité qui peut par exemple dépendre de la biomasse (Ulltang 1980).

Dans l'exemple donné par Ulltang, le problème est lié à la façon dont est réparti un stock lorsque les variations de sa biomasse se traduisent par une variation d'aire de répartition dans laquelle la densité reste constante. Le problème peut avoir des origines très diverses et peut aussi être lié au comportement des pêcheurs. C'est ce que nous allons illustrer en reprenant un exemple donné par Laloë et Samba (1990) :

Supposons qu'une étude porte sur la dynamique d'un stock exploité A dont la dynamique sous l'impact d'une mortalité par pêche est régie par un modèle de Graham Schaefer :

$$dB_A/dt = H_A B_{At} (B_{At} - B_{vA}) - q_A f_t B_{At}$$

$$\text{où } B_{vA}=2400, \quad q_A=0.002778 \quad \text{et } H_A=-0.000347$$

($PME=500$, $f_{PME}=150$) (PME est la prise maximum à l'équilibre).

Supposons que la mortalité par pêche soit proportionnelle au nombre d'unités choisissant une tactique "a" qui ne permet de capturer que des individus du stock A. Supposons par ailleurs que chaque unité de pêche peut choisir de mettre en oeuvre une autre tactique "b" qui ne permet de capturer que des individus d'un second stock B dont la dynamique est régie par l'équation :

$$dB_t/dt = H_B B_{Bt} (B_{Bt} - B_{vB}) - q_B f_t (B_{Bt} - \alpha B_{vB})$$

où $Bv_B=2400$, $\alpha=0.2$, $H_B=-0.000347$, et $q_B=0.002163$ ($PME=500$ et $f_{PME}=313$).

Le terme αBv_B traduit l'existence d'une quantité de biomasse totalement inaccessible (cf. Laloë 1988). Le modèle ainsi défini est analogue à un modèle de Pella et Tomlinson (1969) avec un coefficient "m" inférieur à 2. Ce modèle présente en outre ici l'intérêt technique d'interdire toute valeur négative ou nulle de biomasse.

Si il y a N unités de pêche, les efforts effectifs à l'encontre des stocks A et B sont N_a et N_b , avec $N_a+N_b=N$. Nous pouvons rechercher, sous hypothèse d'équilibre, quelles valeurs N_a et N_b peuvent conduire pour un nombre total N d'unités à des CPUE (exprimées en unité monétaire) égales pour les deux espèces. Dans l'exemple numérique choisi, les prix des deux espèces sont égaux et toutes les unités choisissent la tactique a ($N_a=N$) tant que la CPUE obtenue avec cette tactique est supérieure à celle obtenue avec la tactique b sur le stock vierge B ($N \in [0,108]$ dans l'exemple présent) ; si N est plus grand que 108 il y a une solution avec N_a et N_b supérieurs à 0. Nous avons :

$$q_A B_A = q_B (B_B - \alpha Bv_B) \text{ et}$$

$$B_A = Bv_A + q_A(N - N_b)/H_A \quad ; \quad B_B = (H_B Bv_B + q_B N_b - \sqrt{\Delta})/2H_B \text{ avec}$$

$$\Delta = (-H_B Bv_B - q_B N_b)^2 - 4 H_B \alpha Bv_B q_B N_b$$

On obtient :

$$\begin{aligned} & q_A (Bv_A + q_A (N - N_b)/H_A) - q_B (H_B Bv_B + q_B N_b)/2H_B + q_B \alpha Bv_B \\ & = q_B (-\sqrt{\Delta})/2H_B \end{aligned}$$

En prenant le carré de chaque terme dans cette équation, on obtient une équation de degré 2 en N_b , qui n'a qu'une seule solution acceptable. On peut alors calculer des captures équilibrées pour le stock A comme une fonction de N, ou de N_a (Figure 2). Avec l'effort N_a , on retrouve la relation de Graham Schaefer à l'équilibre. Si on choisit de représenter l'effort par le nombre total N d'unités de pêche, on trouve une relation de "type" Pella Tomlinson avec "m" < 2.

Il y a donc un couplage des dynamiques des deux populations, avec l'existence d'une relation entre N_a et N, dont la forme est sous la dépendance de la "biologie" des deux stocks et de la logique d'exploitation des unités de pêche.

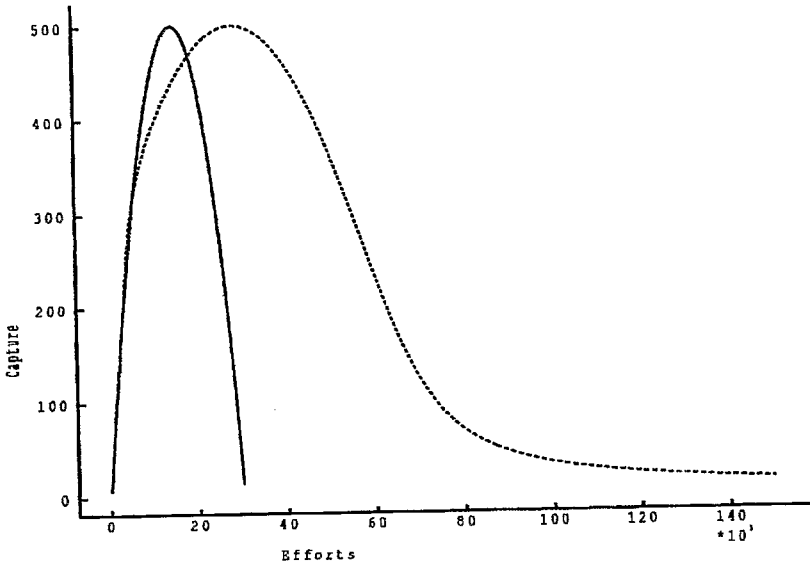


Figure 2 : Relations à l'équilibre entre captures et effort selon le choix de représentation de l'effort (voir texte).

Dans cet exemple, N_a constitue une mesure d'effort effectif totalement satisfaisante pour l'étude de la dynamique du stock A. N est aussi une mesure d'un effort de pêche, qu'on peut considérer ici comme un effort nominal. L'information contenue dans la relation entre captures et effort à l'équilibre issue de l'étude sur le stock A peut être utilisée pour déterminer le nombre d'unités de pêche conduisant à un résultat donné, jugé souhaitable en fonction d'un critère quelconque.

- L'utilisation de la relation entre captures et N_a permet de déterminer le nombre d'unités recherchant le stock A qu'il convient d'ajouter ou de retrancher. On peut alors proposer d'introduire ou retirer un nombre équivalent d'unités de pêche. Cette solution ne sera pas satisfaisante par rapport à l'objectif fixé si les nouvelles unités peuvent toujours choisir entre les deux tactiques. Si les nouvelles unités ne peuvent choisir que la tactique a l'objectif sera atteint, mais au prix d'une contrainte pouvant être de nature à nuire à la viabilité de ces unités de pêche.
- L'utilisation de la relation entre captures et nombre total d'unité de pêche peut être jugée a priori plus satisfaisante en ce sens qu'elle permet de déterminer quelle modification du nombre total d'unités de pêche peut conduire à une modification donnée de la capture à l'équilibre.

Il ne faut surtout pas conclure de ce qui précède que l'effort effectif serait de moindre valeur que l'effort nominal. Ils ne contiennent pas la même information et aucun n'est à lui seul satisfaisant. La relation entre capture pour le stock A et nombre total d'unités de pêche est en effet très fragile. Le doublement du prix ou la modification de l'accessibilité d'une des deux espèces changerait totalement cette relation alors que celle existant entre capture et nombre d'unités recherchant le stock correspondant est bien plus robuste (à condition que la dynamique du stock soit bien restituée par le modèle choisi pour la représenter, ce qui ne peut être démontré par la qualité des ajustements réalisés (Feller 1940, Laloë et Samba 1990).

CONCLUSION

L'exemple présenté ci-dessus donne une représentation très caricaturale de l'activité de pêche. Il est en effet totalement irréaliste de supposer d'une part que les unités peuvent choisir entre plusieurs alternatives, et d'autre part que ce choix pourrait être réalisé une fois pour toute. C'est pourtant ce qui est supposé en recherchant pour chaque valeur donnée du nombre d'unités, le nombre N_a d'entre elles recherchant le stock A. Il conviendrait bien évidemment de poursuivre l'exercice en admettant que les choix ne sont pas définitifs et que, même pour un nombre total donné d'unités, N_a (et donc N_b) peuvent varier (voir Laloë et Samba 1990). La question halieutique intègre dès lors la recherche de déterminants de ces variations.

L'intérêt de cet exercice est en définitive de montrer que cette question peut se poser, et, surtout, d'indiquer qu'elle devient nécessaire dès qu'on abandonne l'hypothèse selon laquelle à un effort nominal donné ne correspond plus un unique effort effectif, et donc une unique distribution de mortalité par pêche.

- En s'en tenant à la seule question de l'impact, exprimé en termes de mortalités, de l'activité de pêche sur la ressource, on ne peut discuter des résultats d'un changement d'activité que selon le changement qu'il entraîne en termes de changement de mortalité. Cette situation peut être plus ou moins satisfaisante selon les cas ; elle permet d'évoquer l'exploitation réalisée par des unités de pêche spécialisées dont l'effort nominal peut être modulé dans le cadre d'accords et règlements de pêche par exemple. Dans un tel contexte, il n'est pas déraisonnable d'envisager une gestion à l'équilibre, caractérisée par des résultats durables, ou stationnaires en adoptant la terminologie de l'analyse des séries chronologiques. L'évocation de la stationnarité deviendra cependant d'autant plus délicate qu'une partie importante de l'exploitation peut être le fait d'unités de pêche "non spécialisées".

- Dans certains cas, concernant par exemple nombre de pêcheries multisécifiques tropicales, on ne peut guère espérer produire une connaissance efficacement utilisable pour la gestion sans réaliser une étape préalable d'identification

de sources de variations (Gulland 1982). Lorsque les unités de pêche sont caractérisées par une capacité de choisir parmi plusieurs alternatives se traduisant par des impacts différents sur la ressource, l'hypothèse de l'existence d'un effort effectif fonction d'un seul effort nominal pouvant rester stable ne peut plus être acceptée. On ne doit plus rechercher une distribution de mortalité, mais une distribution de distributions de mortalité, et les diagnostics éventuels portés sur l'exploitation dans son ensemble doivent être faits à la lumière de cette distribution de distributions. Il est alors nécessaire de se donner un cadre de représentation de l'activité autorisant une variabilité à haute fréquence de l'effort effectif. Un tel cadre peut être obtenu en identifiant séparément les actions de pêche (pouvant être définies à partir d'un impact sur la ressource) et les unités de pêche qui mettent en oeuvre ces actions (pouvant être définies à partir de centres de décisions). Une fois adopté un tel cadre de représentation, il devient nécessaire de décrire comment et en fonction de quelles informations se réalisent les choix d'activité, c'est-à-dire comment est "adoptée" à un moment donné une distribution donnée de mortalité.

La recherche de cadres de représentation de l'exploitation autorisant une variabilité à haute fréquence de l'effort effectif n'est pas nouvelle (Allen et MacGlade 1986, Hilborn 1987, Laloë et Samba 1990, Laurec et al. 1991, Bousquet et al. 1993, Lefur ce volume). Cette recherche est probablement un axe majeur pour l'halieumétrie. Les divers modèles proposés laissent entrevoir l'énorme richesse des questions et des problématiques scientifiques associées à cet axe. Nombre de questions apparemment fort "classiques" sont posées à la lumière de l'existence de couplages des dynamiques des divers stocks exploités. Les questions portant sur la répartition spatio-temporelle des stocks, sur leur variabilité non exclusivement provoquée par la pêche, figurent ainsi en excellente position en étant étroitement associées à la stratégie des unités de pêche et à ses conséquences.

Cette recherche implique aussi un intérêt plus marqué sur la nature et la variabilité de l'environnement socio-économique, sur tous les aspects qui peuvent permettre de mieux comprendre comment se prennent les décisions et sur la variabilité associée à ces prises de décisions. Si une grande partie de la connaissance relative à ces questions relève de disciplines de sciences humaines, les disciplines de nature mathématique ou informatique doivent également jouer en ce domaine également un rôle très important, comme en témoignent déjà nombre de travaux relatifs à la modélisation et à la typologie des unités de pêche s'appuyant sur la mise en place et l'exploitation de suivis de ces unités (Murawski et al. 1983, Biseau et Gondeaux 1988, Morand et Laë 1992, Ferraris et Samba 1992, Chavance et Diallo, 1993, Rochet et Durand 1993).

REFERENCES

- Allen P.M. and J.M. MacGlade 1986. Dynamics of discovery and exploitation, the case of scotian shelf groundfish fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1187-1200.
- Biseau A. et E. Gondeaux E. 1988. Apport des méthodes d'ordination en typologie des flottilles. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 44 : 261-275.
- Bousquet F. , C. Cambier, C. Mullon, P. Morand, J. Quensière et A. Pavé, 1993. Simulating the interaction between a society and a renewable resource. *J. Biol. Systems*, 1 : 199-214.
- Chavance P. et A. Diallo (à paraître). Suivi et compréhension de la dynamique des exploitations halieutiques. Premières réflexions sur un observatoire des pêches en Guinée. Table ronde "Questions sur la dynamique de l'exploitation halieutique", Montpellier, 6-8 septembre 1993.
- Feller, W. 1940. On the logistic law of growth and its empirical verifications in biology. *Acta biotheoretica*, series A. vol. V: 51-65.
- Ferraris J. et A. Samba 1992. Variabilité de la pêche artisanale sénégalaise et statistique exploratoire. In Séminfor 5, Laloë (ed), Montpellier, 2-4 septembre 1991, p. 169-190. ORSTOM Paris
- Garrod D.J. 1973. Management of multiple resources. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30 : 1977-1985.
- Gulland J. 1982. The management of tropical multispecies fisheries. In D. Pauly and G. Murphy eds. *Theory and management of tropical fisheries*. ICLARM Conf. Proc. 9 : 287-298.
- Gulland J. and S. Garcia. 1984. Observed patterns in multispecies fisheries. In *Exploitation of marine communities*, R.M. May ed. Dahlem Konferenzen, Springer Verlag, 155-190.
- Hilborn R. 1985. Fleet dynamics and individual variations~ why some people catch more fish than others ? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42 : 2-13.
- Hilborn R. and C.J. Walters 1987. A general model for simulation of stock and fleet dynamics in spatially heterogeneous fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44 : 1366-1369.
- Laloë F. 1988. Un modèle global avec quantité inaccessible liée aux conditions environnementales. Application aux données de la pêche ivoiro-ghanéenne de *Sardinella aurita*. *Aquat. Living Resour.* 1, 289-298.
- Laloë F. and A. Samba 1990. La pêche artisanale au Sénégal : ressource et stratégies de pêche. Thèses de l'univ. Paris Sud (juin 1989). Coll. Etudes et thèses, ORSTOM ed. 393 p.
- Laurec A. et J.C. Le Guen 1981. Dynamique des populations marines exploitées. CNEXO, Rapports Scientifiques et Techniques. 45, 117 p.

- Laurec A., A. Biseau and A. Charuau, 1991. Modelling technical interactions. ICES Mar. Symp., 193 : 225-234.
- Laurec A. Etalonnage de l'analyse des cohortes en halieutiques. In Biométrie et environnement, J.-D. Lebreton et B. Asselain (eds), p.205-240, Masson.
- Lefur J. (à paraître). Praticabilité de l'approche système pour la modélisation d'un système d'exploitation halieutique. Forum halieumétrique. Rennes ,29 juin - 1 juillet 1993.
- Morand P. et R. Laë 1992. L'analyse des enquêtes halieutiques par les tableaux de contingence. In Séminfor 5, Laloë (ed), Montpellier, 2-4 septembre 1991, p. 343-354. ORSTOM Paris
- Murawski, S.A., A.M. Lange, P.P. Sissenwine and R.K. Mayo. 1983. Definition and analysis of multispecies otter-trawl fisheries off the Northeast coast of the United States. J. Cons. Int. Explor. Mer. 41: 13-27.
- Rochet M.J. et J.L. Durand, 1993. Dynamique à moyen terme des flottilles artisanales du Mor Braz. Table ronde "Questions sur la dynamique de l'exploitation halieutique", Montpellier, 6-8 septembre 1993.
- Ulltang O. 1979. Sources of errors in and limitations of Virtual Population Analysis (Cohort Analysis). J. Cons. Int. Expl. Mers. 37 : 249-260
- Ulltang O. 1980. Factors affecting the reaction of pelagic fish stocks to exploitation and requiring a new approach to assessment and management. In Rapp. P.-v. Réunion. Cons. int. Explor. Mer, 177 : 489-504.