

R. PLANET  
J. MARCILLE

---

**OFFICE DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
OUTRE-MER**

---

**CENTRE DE POINTE-NOIRE**

---

**OCEANOGRAPHIE**

LES NIVEAUX D'INTERVENTION DU  
BIOLOGISTE DANS LA GESTION  
DES STOCKS DE POISSONS

Document n° 508 S.R.  
10 Janvier 1971.

LES NIVEAUX D'INTERVENTION DU BIOLOGISTE DANS  
LA GESTION DES STOCKS DE POISSONS

---

R. PIANET et J. MARCILLE

=====

S u m m a r y

The fishery biologist should take a prominent part in the management of marine animals which are being exploited by man. It should be possible for him to intervene efficiently in the management of stocks by applying the three following types of mathematical models :

- Shaefer's model is based on total fishing effort and catch per unit of effort. It has been successfully used by IATTC for the tuna stocks of the Pacific Ocean and has enabled the establishment of quotas.

- Beverton and Holt's model applies to fishing effort and age at recruitment and has been used for the rationalization of the plaice stock exploitation in the North Sea.

- Ricker's model is an adaptation of the preceding one. It requires much more data but seems to come nearer to the biological mark. It is based on fishing effort, age at recruitment and closing periods of fishing.

All these methods require a good knowledge of fishing statistics, demographic structure of the fished stocks, and biology of each species.

R é s u m é

Le biologiste des pêches doit avoir un rôle essentiel dans la gestion des stocks d'animaux marins exploités par l'homme. L'application de trois types de modèles mathématiques devraient lui permettre d'intervenir de façon efficace dans la gestion optimale des stocks.

- Le modèle de Shaefer basé sur l'effort total et la prise par unité d'effort a été utilisé avec succès par l'IATTC sur le stock de thons du Pacifique et a permis l'établissement de quotas.

- Le modèle de Beverton et Holt fait intervenir l'effort et la taille à la première capture et a été utilisé pour une exploitation plus rationnelle du stock de plies de la mer du Nord.

- Le modèle de Ricker, adaptation du précédent nécessite beaucoup plus de données mais semble plus proche des réalités biologiques. Il est basé sur l'effort de pêche, la taille à la première capture et les périodes de fermeture de la pêche.

Toutes ces méthodes nécessitent une bonne connaissance des statistiques de pêche, de la structure démographique des stocks pêchés, et de la biologie de chaque espèce.

+

+ . +

On assiste depuis plusieurs années à un développement considérable de la flotte de pêche mondiale, et les stocks de poissons - tant traditionnels que nouvellement reconnus - sont soumis à une exploitation de plus en plus intense et souvent anarchique. C'est ainsi que l'on peut maintenant voir les débarquements de certaines pêcheries baisser de manière inquiétante, et cela malgré l'accroissement des moyens mis en oeuvre ; la F.A.O. estime qu'en 1969, pour la première fois depuis 25 ans, la production mondiale de la pêche a baissé, et n'atteindra pas les 64 millions de tonnes mis à terre en 1968. A une époque où tout le monde s'accorde à penser que seul l'océan pourra combler le déficit mondial en protéines animales, ce fait peut sembler alarmant. Pour tenter d'enrayer cette évolution, le biologiste peut proposer deux types d'intervention : la découverte de nouveaux stocks et la gestion rationnelle des stocks déjà exploités.

La première intervention consiste à déterminer s'il existe des espèces - nouvelles ou non - susceptibles d'être exploitées, c'est-à-dire de taille suffisante et se trouvant - au moins à certaines périodes de l'année - en concentrations suffisantes. Dans ce but, on peut envisager des campagnes exploratoires dans des zones non fréquentées par les pêcheurs mais susceptibles d'être intéressantes. Des études préliminaires d'ordre général - connaissance physico-chimique du milieu mettant en relief des zones favorables à la présence de certaines espèces, estimation de l'importance de la production primaire, étude de la répartition des oeufs et larves de poissons à partir des récoltes par plancton-recorder, ... - permettraient de définir ces zones. Ces campagnes seraient essentiellement basées sur la recherche acoustique et sur des pêches expérimentales. L'utilisation de nouveaux engins de pêche dans des zones déjà exploitées peut également amener la découverte de nouvelles ressources : soit en touchant de nouvelles espèces - introduction du chalut pélagique dans certaines régions -, soit en touchant de nouvelles fractions d'un stock déjà exploité, comme ce fut le cas pour les canneurs, senneurs et palangriers qui ne pêchent pas à la même fraction du stock des thunnidés.

Le rôle du biologiste dans ce domaine reste cependant assez limité, et il ne peut dépasser le stade d'une étude qualitative (pêche expérimentale) et semi-quantitative (indices d'abondance à partir des méthodes acoustiques). Il appartient ensuite aux professionnels de voir dans quelle mesure ces nouvelles ressources seront économiquement exploitables. La tâche du biologiste consistera ensuite à recueillir toutes les données possibles dès l'installation de la nouvelle pêcherie, c'est-à-dire à passer immédiatement au second type d'intervention : la gestion des stocks exploités.

On estime souvent que la production de la pêche sera multipliée au moins par 5 d'ici la fin du siècle ; cet accroissement sera du en grande partie à la découverte de nouvelles ressources. Leur nombre ira cependant en décroissant, et ce n'est que grâce à une meilleure conservation des stocks connus que l'on pourra maintenir une production suffisamment élevée pour satisfaire les besoins alimentaires mondiaux. C'est à ce niveau que l'intervention du biologiste est indispensable : seul il pourra mener les études qui permettront de définir les moyens d'intervention grâce auxquels on pourra obtenir une prise maximale sans épuiser les ressources marines. Il ne s'agit d'ailleurs là que d'un rôle de conseiller, les décisions ne pouvant être prises que par les pouvoirs politiques.

Selon le nombre d'informations dont il dispose, le biologiste pourra mettre au point des modèles mathématiques plus ou moins complexes et aussi proches que possible de la réalité. Ceux-ci lui permettront d'étudier l'influence de l'intensité de l'exploitation sur son rendement et les variations de l'effectif du stock, ainsi que de prévoir les conséquences des mesures prises au niveau de la réglementation des pêches. Selon le modèle qu'il utilisera, il aura besoin de renseignements plus ou moins complets, et pourra intervenir de manière plus ou moins efficace. Son premier souci sera donc de recueillir une information aussi complète que possible. Elle se situe à trois niveaux différents :

En premier lieu, il s'agit des résultats statistiques généraux. Ce sont ceux qui existent depuis le plus longtemps et qui sont les plus faciles à obtenir : débarquements totaux mensuels et annuels, débarquements par espèces, temps passé à la pêche ... Ces données permettent de calculer les

prises totales par mois et par espèce, ainsi que les prises par jour de mer et autorisent une première approche de l'importance du stock pêché et de ses variations d'une année sur l'autre.

Il devient ensuite indispensable de disposer d'informations plus précises, ce qui a amené la création des fiches de pêche. Celles-ci nécessitent le concours des professionnels, lesquels ne comprennent pas toujours leur utilité. Il ne suffit pas en effet de connaître les tonnages débarqués : la provenance des apports, les engins de pêche utilisés, le temps réel passé à la pêche sont également indispensables au biologiste. Il peut à partir de ces renseignements définir de manière précise le stock exploité et l'effort de pêche réellement fourni. A partir d'une technique de pêche connue, il pourra choisir une unité d'effort adaptée et calculer les prises par unité d'effort pour une zone géographique et pour un stock donné. A partir de là, l'évaluation de ce stock, de ses variations et de son rendement potentiel seront beaucoup plus précises.

Enfin, il reste les données récoltées par le biologiste lui-même, et qui lui permettront d'affiner ses méthodes en fonction de ses connaissances sur la biologie des espèces exploitées. Elles proviennent d'abord des échantillonnages au port, à partir desquels il peut établir des distributions de longueur ; des sous-échantillonnages ensuite, examinés de manière plus approfondie au laboratoire, à partir desquels il détermine des clefs âge-longueur, des relations poids-longueur, ce qui lui permet d'estimer la structure démographique du stock, et de calculer les différents paramètres biologiques nécessaires à l'utilisation des modèles mathématiques existants.

Il est aussi important que le biologiste ait une idée aussi précise que possible de la mortalité due à la pêche, quel que soit le modèle qu'il utilisera. Une méthode commode pour lui consiste dans le marquage de l'espèce qu'il étudie. Là encore, il est entièrement dépendant de la bonne volonté des professionnels qui souvent, n'en comprenant pas l'intérêt, négligent de retourner les marques.

Le modèle le plus simple que puisse utiliser le biologiste est celui de Schaefer (1954) ; il a été utilisé dans le cadre de l'Inter American

Tropical Tuna Commission pour définir une politique d'exploitation rationnelle du stock des thons du Pacifique Tropical. Ce modèle n'a besoin que de données statistiques simples sur les prises totales et les prises par unité d'effort pour chaque espèce de thon, et repose sur trois hypothèses simples :

- seul le facteur pêche est susceptible d'être contrôlé par l'homme ; tous les autres facteurs sont considérés comme des variables aléatoires indépendantes de la taille de la population exploitée ;
- dans un environnement stable, aux ressources alimentaires limitées, une population tend vers un effectif stable ; ceci sera représenté par une relation parabolique entre le taux de croissance annuelle du stock et le stock lui-même :

$$\frac{dP}{dt} = K_2 P(L-P)$$

où P = effectif du stock au temps t

L = effectif maximum possible du stock

$$\frac{dP}{dt} = \text{accroissement instantané du stock}$$

$K_2$  = constante

- la prise par unité d'effort est proportionnelle au stock et les variations de la prise par unité d'effort pendant un intervalle de temps donné, seront proportionnelles aux variations du stock. On peut déterminer le coefficient de proportionnalité à partir de marquages.

Le modèle de Schaefer donne une relation entre l'effectif de la population, son taux de croissance annuel et la prise annuelle par la pêche. Pour que le stock reste stable, il suffit que la prise annuelle par la pêche soit égale à son taux de croissance ; on l'appelle "prise maximale équilibrée". On peut la déterminer pour différents niveaux de la population et calculer la prise maximale équilibrée optimale ainsi que l'effectif correspondant du stock.

Ce modèle possède deux avantages importants : il ne demande que les données statistiques les plus faciles à obtenir et il permet une réglemen-

tation simple, basé sur un système de quotas avec fermeture de la pêche lorsque ce quota est atteint. Il n'est cependant applicable que sur un stock unique bien déterminé, exploité par une flottille homogène, ce qui n'est pas toujours le cas des pêcheries à étudier. On peut d'ailleurs lui faire un reproche : il suppose que le taux de croissance est indépendant de la structure démographique de la population, ce qui n'est généralement pas vrai.

Il n'en reste pas moins que ce modèle simple, permet une action au niveau de la prise totale, et a été appliqué avec succès dans le cadre de l'Inter American Tropical Tuna Commission. Nous reviendrons plus loin sur cet exemple.

Le modèle élaboré par Beverton et Holt (1957) est déjà plus complexe et nécessite beaucoup plus de données : connaissance de la structure démographique du stock et de la loi de croissance pondérale de l'espèce en particulier. Des informations biologiques viennent s'ajouter aux données purement statistiques. Ce modèle fait intervenir les facteurs positifs - recrutement, croissance pondérale - et négatifs - mortalités naturelle et due à la pêche - qui affectent l'accroissement du stock, et les explicite sous forme mathématique. On peut alors estimer les différents paramètres de la population, et tracer des courbes théoriques "d'égal rendement" pour un nombre donné de recrues en fonction de la mortalité due à la pêche et de la taille à la première capture. A partir de ces courbes il est possible de définir l'effet sur le rendement de la pêche d'une variation de deux facteurs, le maillage et l'effort de pêche de sorte que le rendement par poisson soit maximal.

Cependant, l'élégance du modèle masque certaines réalités biologiques : les taux de mortalité et de croissance ainsi que la disponibilité du poisson sont supposés rester constants toute l'année. Or les coefficients de mortalité tant naturelle que due à la pêche peuvent varier considérablement avec l'âge ainsi que la disponibilité ; de plus, la loi de croissance pondérale ne tient pas compte des variations de condition des poissons selon les saisons ; enfin, la relation stock-recrutement implicitement comprise dans le modèle de Schaefer n'est pas envisagé par Beverton



et Holt. On peut également lui reprocher de ne pas prévoir les conséquences de périodes de fermeture de la pêche. Malgré cela, il autorise une approche plus serrée du problème que le modèle de Schaefer en permettant d'agir sur la taille à la première capture (maille des engins, zones de pêche interdite ...).

Le dernier des modèles classiquement utilisés est celui proposé par Ricker en 1958. Il permet, à partir du même type de données biologiques mais en nombre beaucoup plus grand, d'obtenir des résultats beaucoup plus compatibles avec la réalité. Le principe en est simple et utilise l'équation classique du rendement d'un stock en fonction du temps :

$$Y_W = \int_{t_0}^{t_n} F_t N_t W_t dt$$

où .  $t_n - t_0$  = durée maximale de la présence du poisson dans la pêcherie

- .  $F_t$  = taux instantané de la mortalité due à la pêche
- .  $N_t$  = effectif instantané du stock
- .  $W_t$  = poids moyen instantané d'un poisson appartenant au stock

Ricker divise la période de disponibilité du poisson en intervalle de temps tels que "dans chaque intervalle, ni le taux de mortalité ni le taux de croissance ne changent trop rapidement". Il calcule alors le rendement du stock pour chacun de ces intervalles en considérant une mortalité moyenne due à la pêche, un nombre moyen de poissons et leur poids moyen pendant la période considérée.

Le principal avantage de cette méthode réside dans sa souplesse d'utilisation, car elle s'applique facilement, même si les lois de variations des paramètres ne sont pas des fonctions intégrables. Sa précision dépend de la longueur des intervalles choisis ; c'est-à-dire du nombre de données recueillies. Ce modèle s'écarte moins des réalités biologiques que celui de Beverton et Holt. Il aboutit aux mêmes genres de courbes "d'égal rendement", mais permet en outre de tenir compte des arrêts éventuels de la pêche. Il n'a cependant pu devenir utilisable que grâce à l'utilisation des ordinateurs, son principal inconvénient étant la masse

considérable des données et des calculs qu'il impose. Malheureusement, son champ d'action reste limité à une technique de pêche bien déterminée sur un stock bien défini, et il n'autorise les comparaisons qu'entre des pêcheries strictement identiques.

Les modèles que nous avons vus permettent donc au biologiste plusieurs niveaux d'intervention : système de quotas avec fermeture de la pêche, contrôle de l'effort de pêche et de la maille des engins de pêche, influence des dates d'ouverture et de fermeture de la pêche.

Dans la nature, une espèce n'est jamais seule. Si parfois on peut considérer certains stocks de poissons pélagiques comme relativement indépendant (c'est le cas du thon par exemple), ceci n'est pas toujours vrai, et on a le plus souvent des relations entre groupements d'espèces. On a aussi généralement une interaction entre différentes pêcheries : il est rare qu'une méthode de pêche ne prélève que l'espèce recherchée, et une réglementation basée sur l'étude approfondie d'une espèce peut avoir des effets non négligeables sur une autre. On observera essentiellement deux cas :

- une réglementation adéquate de la maille calculée pour un engin de pêche et pour une espèce donnée peut avoir des répercussions néfastes sur une autre espèce qui peut être exploitée elle aussi. En fait, il faudra avoir fait l'étude dynamique des deux espèces et trouver le meilleur compromis possible.
- le cantonnement de la zone où se trouvent les jeunes d'une espèce donnée, s'il les protège efficacement, entraîne la perte totale de toute la production des poissons sédentaires de cette zone, et une partie de la production des espèces qui y séjournent temporairement. Il faut là encore trouver un compromis, et chercher à établir des cantonnements limités dans le temps en fonction des périodes de ponte et des rendements de la pêche, ce qui nécessite une très bonne connaissance biologique des espèces.

On cherche ainsi à mettre au point des modèles plus complexes, faisant intervenir plusieurs espèces et leurs relations alimentaires.

Riffenburgh (1969) par exemple a mis au point un modèle qu'il a appliqué aux pêcheries de sardines, d'anchois et de merlus du Pacifique. Ces modèles, exigeant cependant des données biologiques considérables sont moins opérationnels que les autres.

Il est également important d'étudier les relations qui existent entre le recrutement et le stock reproducteur. En effet, avec les niveaux d'exploitation actuellement atteints dans certaines régions, le recrutement est affecté. Ce phénomène peut devenir d'autant plus important que la tendance à la surexploitation se maintient avec l'accroissement continu de la pêche.

La pêche d'albacore ou yellowfin (*Thunnus albacares*) de l'Océan Pacifique Tropical est un bel exemple d'une réglementation efficace, acceptée par les pays membres de l'Inter American Tropical Tuna Commission. Cet organisme avait été créé en 1950 dans le but de surveiller l'exploitation des stocks de thunnidés et de poissons servant à l'appât (anchois, sardines et harengs) et de mener des études biologiques d'ordre général. L'effet de la pêche sur le stock d'albacore a été décrit grâce au modèle de Schaefer.

De 1959 à 1962, la conversion des canneurs en senneurs plus efficaces et la croissance rapide de la flottille furent à l'origine d'un début de surexploitation du stock se traduisant par une chute très nette de la prise par unité d'effort (figure 1). De 1962 à 1965, la Commission de l'IATTC recommandait une limitation de la prise totale d'albacores par l'instauration de quotas qui varièrent de 70.000 t à 75.000 t entre 62 et 65, lesquels devaient permettre une restauration du stock à son niveau initial. L'absence d'une réglementation acceptée par tous les membres fit que les débarquements restèrent nettement supérieurs aux quotas, sauf en 1963 où une diminution de la demande de thon sur le marché américain entraîna une réduction très nette de l'effort de pêche ; ceci permit une certaine restauration du stock mais masqua l'urgence d'une réglementation efficace. En 1965, la situation devint suffisamment alarmante pour qu'une réglementation soit mise en place pour 1966 et respectée par les pays membres de l'IATTC.

En 1967 et 1968, les débarquements restèrent supérieurs aux quotas indiqués (77.000 t) sans cependant amener une réduction du stock ; aussi en 1968 le quota fut-il porté à 84.000 t et à nouveau dépassé d'environ 8.000 t. Il semblait alors que le stock était juste en dessous du niveau permettant de supporter la prise maximale équilibrée.

Dans ces conditions, le bureau scientifique de l'IATTC décida de porter le quota à 110.000 t pour une période expérimentale allant de 1969 à 1971, c'est-à-dire à un niveau légèrement supérieur au rendement maximum équilibré afin d'observer une diminution du stock, un système plus strict devant être mis en place si la prise par unité d'effort tombait à moins de 2.7 t/jour de pêche. Le but de cette expérience est de tester l'efficacité du modèle, et d'approcher empiriquement le rendement maximum équilibré en observant les variations de la prise par unité d'effort sur une période de 3 ans.

Cet exemple précis montre qu'après une période de surexploitation qui fit tomber la prise totale de 110.000 t (1960) à 79.000 t (1962) alors que l'effort de pêche doublait, une réglementation efficace et simple - basée sur un système de quota avec fermeture de la pêche de l'espèce considérée une fois ceux-ci atteints - a permis en moins de 3 ans de ramener le stock à son niveau initial, permettant une prise totale de 115.000 t d'albacore en 1969.

La pêcherie de thon profond de l'aire Atlantique Africaine (fig. 6: NOE, CV, GG, BEN) par les palangriers japonais a vu son taux de capture diminuer fortement en 1959-1960 ; ce phénomène est beaucoup plus net pour l'albacore que pour le germon (fig. 2 à 5). L'analyse des débarquements en thon de surface de la flottille homogène des canneurs français à Pointe-Noire confirme depuis 1968 cette tendance. La chute de la prise par unité d'effort (fig. 7) et la diminution de la taille moyenne des individus pêchés sont généralement considérés comme les caractéristiques d'un stock surexploité. Dans ce cas, il semble que seul un système de quotas analogue à celui que nous venons de décrire pourrait être efficace. Il se pose cependant un autre problème avec l'apparition et le développement des senneurs : celui de la taille à la première capture. Pour pêcher de gros

individus, les senneurs peuvent être amenés à tourner des mattes constituées en surface par de très petits thons de 1 à 2 kg, qu'ils doivent ensuite rejeter, ceux-ci n'étant pas commercialisables. (Comme ils sont de toute façon condamnés, il aurait d'ailleurs été plus logique de les garder).

Examinons ce qu'auraient pu devenir 100.000 jeunes thons de 1 kg rejetés à l'eau s'ils avaient vécu :

Age (ans)	Nombre d'individus	Taille moyenne d'un individu (cm)	Poids moyen d'un individu (kg)	Poids total des individus ayant survécu (tonnes)
1.0	100.000	38	1	100
1.5	70.000	64	6	420
2.0	46.000	85	14	644
2.5	35.000	108	27	945
3.0	21.000	120	35	735
4.0	10.000	139	50	500

Devenir de 100.000 jeunes thons de 1 kg dans le cas d'une mortalité naturelle de 0,70, la mortalité due à la pêche étant supposée nulle.

Dans cet exemple on a pris le taux de mortalité naturelle estimé pour l'albacore dans le Pacifique, et supposé la mortalité due à la pêche comme nulle. La croissance du stock jusqu'à l'âge de 2 ans 1/2 pose le problème de son exploitation rationnelle. Pour une mortalité due à la pêche donnée on doit prévoir par les méthodes de Ricker ou de Beverton et Holt quelle est la taille à la première capture donnant le maximum de rendement.

Ces exemples montrent que, pour le biologiste au moins, il est évident que des mesures de protection doivent être rapidement mises en place pour éviter une destruction massive des stocks exploités. Cependant, les

intérêts à court terme des professionnels sont souvent très différents : devant un marché qui se développe sans cesse, ils ne peuvent que pousser à l'accroissement de la puissance de pêche. De plus, la modernisation des techniques de pêche jointe à la hausse des cours, permet de compenser largement la diminution de la prise par unité d'effort, supprimant ainsi une certaine régulation économique qui se faisait naturellement autrefois.

L'exemple du thon tropical n'est pas un cas particulier, et des problèmes identiques se posent déjà ou se poseront bientôt avec de plus en plus d'acuité.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME - Annual Report of the Inter-American Tropical Tuna Commission - 1963-1969. La Jolla, California.
- BEVERTON (R.J.H.) and HOLT (S.J.) - 1957 - On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agr. and Fish., Fish. Invest., ser. 2, 19, 533 p.
- FINK (B.D.) - 1965 - Estimations, from tagging experiments, of mortality rates and other parameters respecting yellowfin and skipjack tuna. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Commission, 10, n° 1, pp. 1-49.
- GULLAND (J.A.) - 1964 - Manual of methods of fish populations analysis. Bull. Tech. Pêches F.A.O., 40, 64 p.
- LE GUEN (J.C.) et WISE (J.P.) - 1967 - Méthode nouvelle d'application du modèle de Schaefer aux populations d'albacores de l'Atlantique. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., vol. V, n° 2, pp. 79-93.
- LE GUEN (J.C.) - 1967 - La pêche des palangriers japonais dans l'Atlantique africain de 1956 à 1963. Doc. Centre ORSTOM, Pointe-Noire, 382, 6 p. multigr.
- LE GUEN (J.C.), BAUDIN-LAURENCIN (F.) et CHAMPAGNAT (C.) - 1969 - Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans les régions de Pointe-Noire et de Dakar. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., vol. VII, n° 1, pp. 19-40.
- MARCILLE (J.) et POINSARD (F.) - 1970 - La campagne thonière 1969 à Pointe-Noire. Doc. Centre ORSTOM, Pointe-Noire, n° 4 NS, 12 p. multigr.
- PAULIK (G.J.) and BAYLIFF (W.H.) - 1967 - A generalized computer program for the Ricker model of equilibrium per recruitment. J. Fish. Res. Bd., Canada, 24, 2, pp. 249-259.
- POINSARD (F.) - 1969 - Relation entre longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores *Thunnus albacares* (Bonnaterre) pêchés dans le sud du Golfe de Guinée. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., vol. VII, n° 2, pp. 89-94.
- RICKER (W.E.) - 1958 - Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd, Canada, 119, 300 p.

- RIFFENBURG (R.H.) - 1969 - A stochastic model of interpopulation dynamics in marine ecology. J. Fish. Res. Bd., Canada, 26, 11, pp. 2843-2880.
- SCHAEFER (M.B.) - 1954 - Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull. Inter Amer. Trop. Tuna Comm., I, n° 2, pp. 26-56.
- SCHAEFER (M.B.) - 1957 - A study of the dynamics of the fishery for Yellowfin Tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., II, n° 6, pp. 247-285.

+

+ +



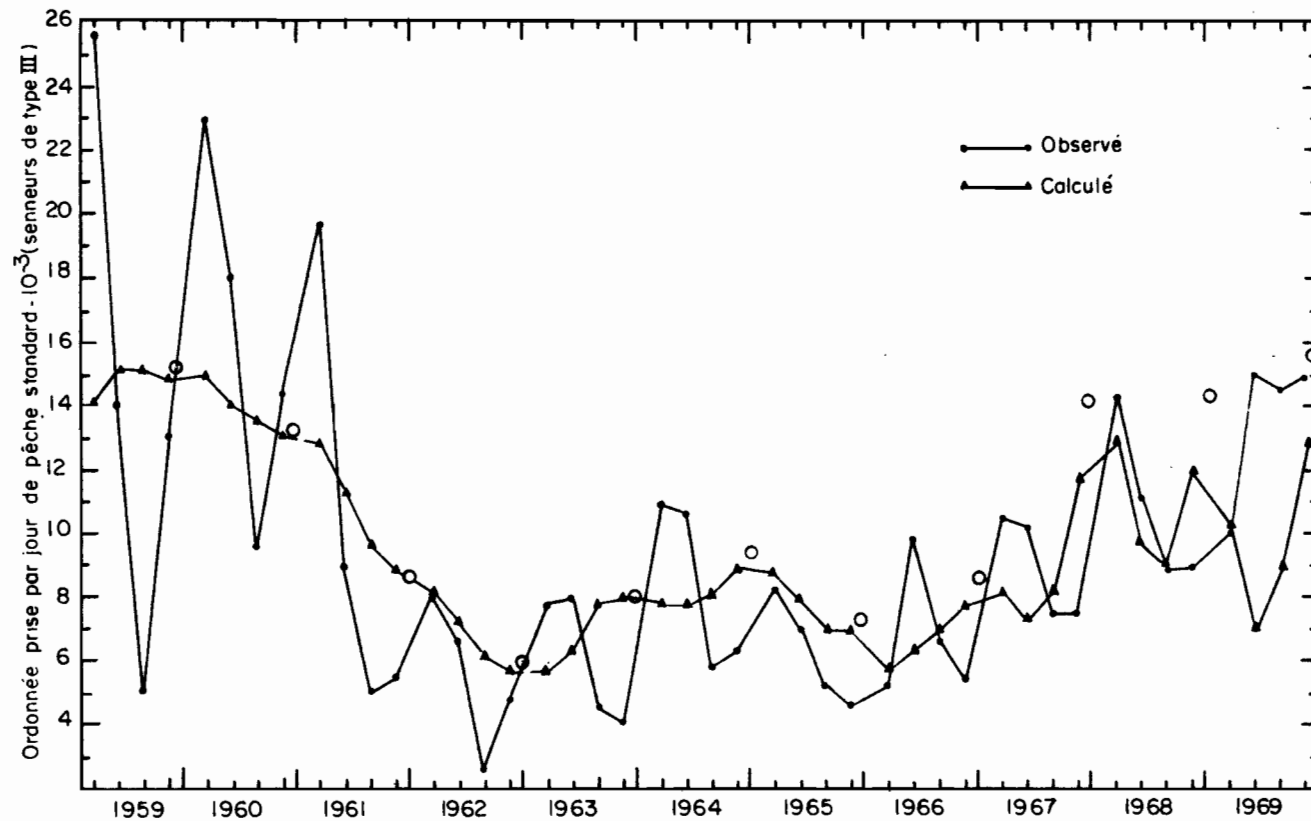


FIG. 1- Prise par jour de pêche standard et par trimestre observée et calculée à partir du modèle logistique, 1959-1969  
 Les ronds représentent la taille instantanée de la population au début de chaque année

# ALBACORE

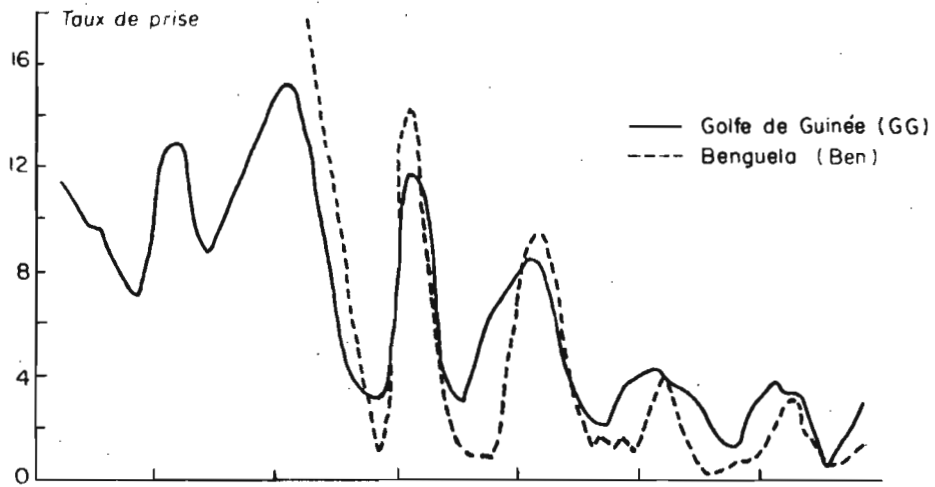


Fig.2

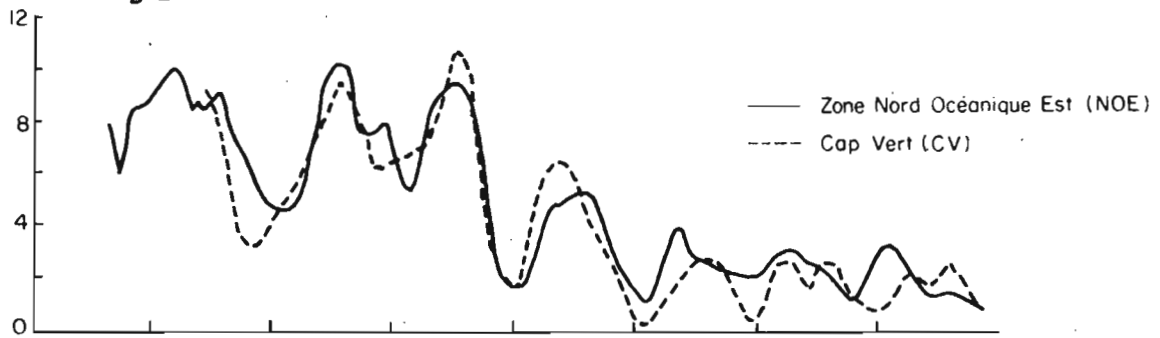


Fig.3

# GERMON

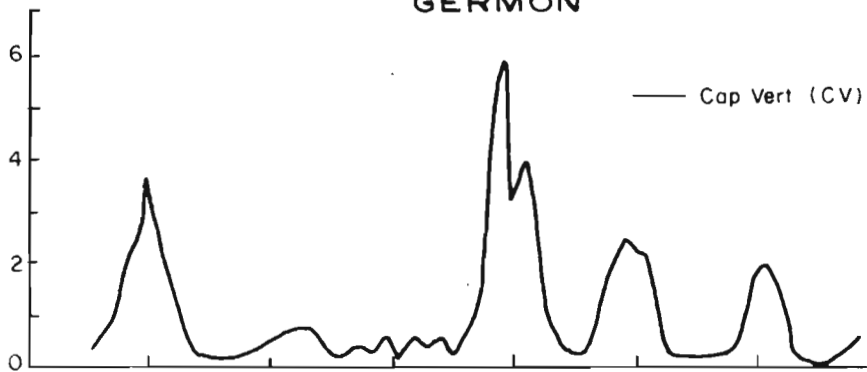


Fig.4

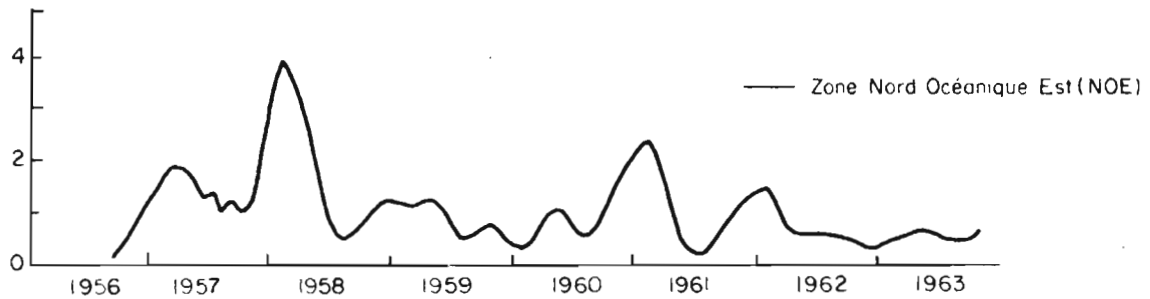


Fig.5

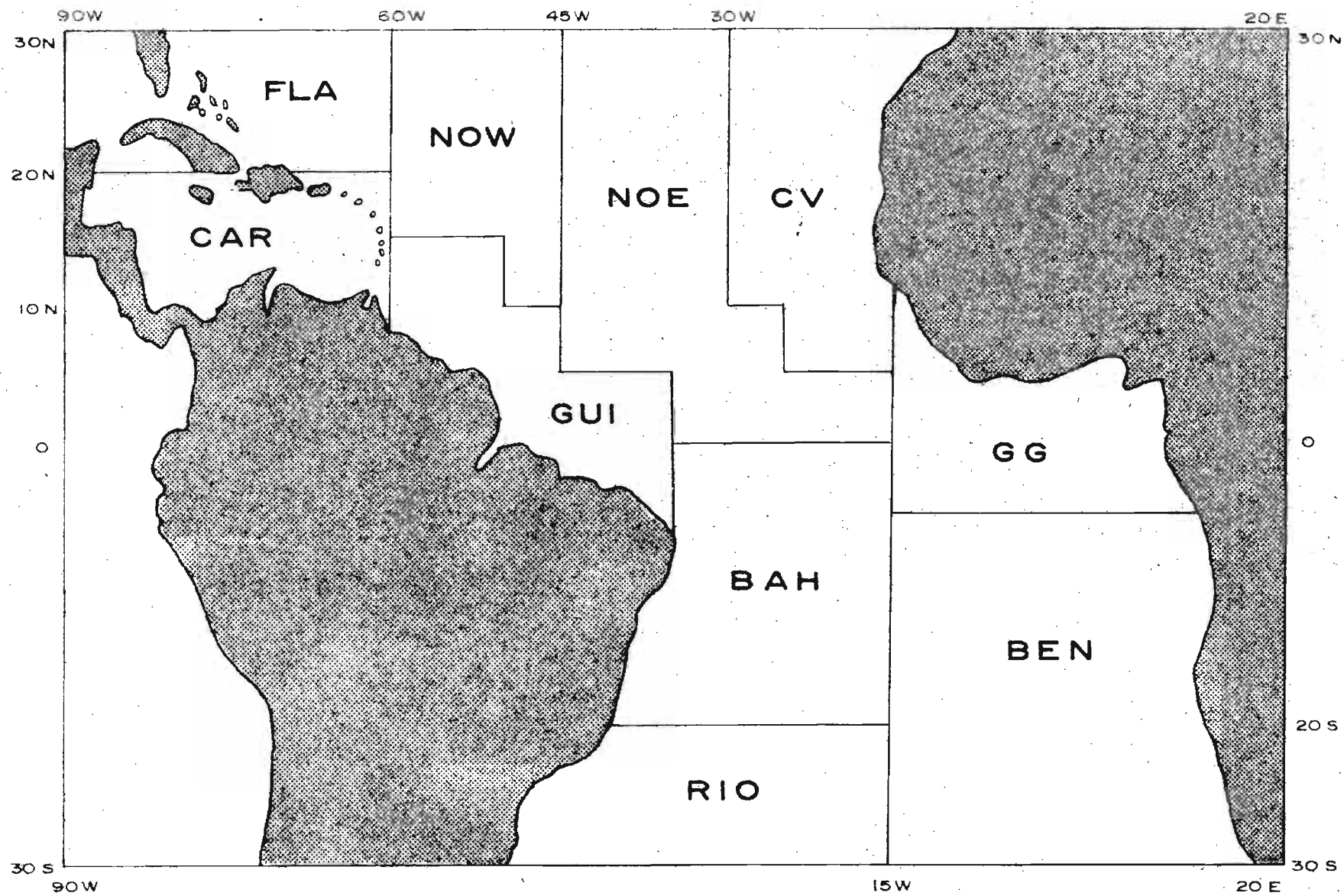


Fig.6 Division de l'Atlantique en zones de pêche

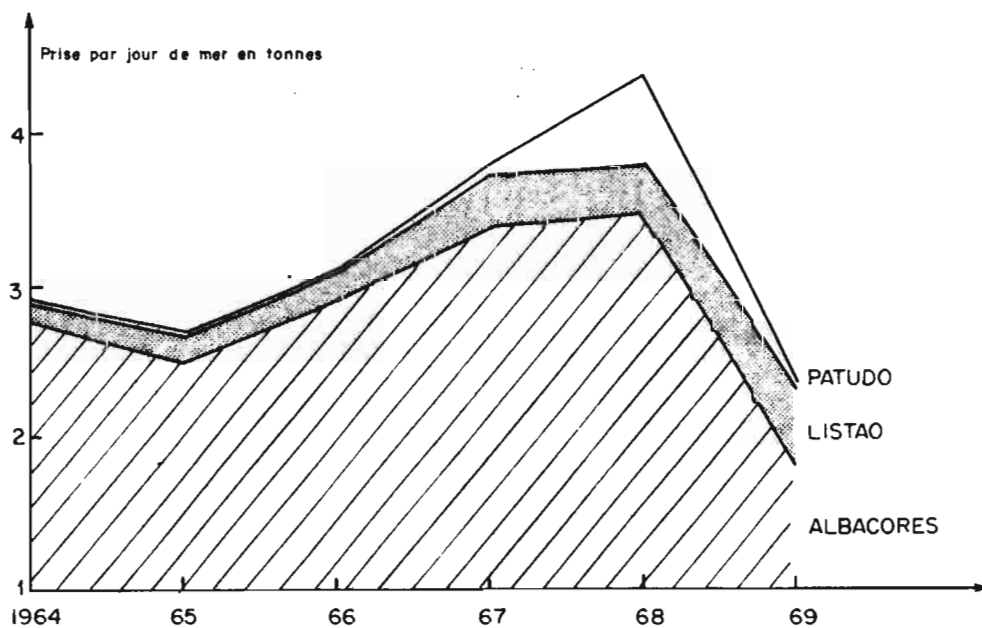


Fig.7 - Evolution des prises annuelles par unité d'effort de la flottille homogène des canneurs français