

ANALYSE DE L'EFFORT DE PÊCHE DES THONIERS SENNEURS FRANCO-IVOIRO-SÉNÉGALAIS

ALAIN FONTENEAU

Océanographe biologiste

Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye, B.P. 2241, Dakar, Sénégal

RÉSUMÉ

Cet article analyse l'effort de pêche des senneurs de la flottille franco-ivoiro-sénégalaise, ou flottille F.I.S., jusqu'à fin 1977, cette flottille ayant largement évolué depuis 1973, année de la dernière analyse du problème.

Les données des livres de bord actuels ont une qualité accrue mais ne sont pas assez détaillées pour permettre des analyses aussi fines que celles obtenues par l'I.A.T.T.C. (Commission Inter-Américaine du Thon Tropical) dans le Pacifique. Un certain nombre d'éléments et de biais propres aux calculs traditionnels des prises par unité d'effort (p.u.e.) sont analysés dans le but de calculer un meilleur indice de densité des stocks d'albacores. L'étude conclut à l'intérêt de déterminer les zones à albacores, non plus d'après l'abondance relative des espèces capturées (+50 % d'albacores), mais d'après un critère hydrologique, par exemple l'existence d'eaux superficielles ayant une température favorable à l'albacore.

L'étude montre l'accroissement important de la concentration de l'effort de pêche des grands senneurs durant la période récente et suggère d'employer un indice de densité calculé par la moyenne des p.u.e. dans les carrés de 1^o exploités. Le calcul est effectué par quinzaine de pêche, avec ou sans élimination des efforts de pêche jugés non significatifs; le choix de cet effort minimum modifiant largement les p.u.e. résultantes, ce critère est discuté.

La fréquence journalière des coups de senne (calées) et la distribution des prises par calée sont étudiées pendant une année (1977) sur un sous-échantillon de 50 % de la flottille des senneurs F.I.S. Une estimation de la durée moyenne des calées en fonction de la prise, durant cette année, est donnée.

La relation prévisible entre les p.u.e. calculées à partir des temps de pêche, comme cela est le cas actuellement, et celles calculées à partir des temps de recherche (i.e. excluant les temps consacrés aux manœuvres de senne) a été calculée à partir de la relation entre la durée d'une calée et la prise; le biais possible résultant de l'emploi d'un effort en jour de pêche est analysé. La notion de l'effort de pêche exercé sur une concentration de thons a été examinée sur une base journalière à partir de données statistiques fines par calée avec la localisation précise des prises, ceci dans le secteur du Cap Lopez de juillet à septembre 1977.

L'étude suggère ensuite que les flottilles actuelles de senneurs acquièrent progressivement une mobilité accélérée et exploitent durant des périodes décroissantes un nombre accru de concentrations de thons; ce mécanisme qui reste difficile à caractériser pourrait conduire à une surestimation temporaire mais importante des estimations actuelles de l'abondance des stocks.

L'étude conclut que l'effort de pêche des senneurs F.I.S., qui est l'élément de base actuel pour les calculs d'abondance de l'albacore, reste difficile à interpréter, aussi bien par suite de la profonde et rapide évolution de la flottille que de la nature des opérations de pêche à la senne.

Il est clair toutefois que l'ensemble des biais des p.u.e., soupçonnés ou mis en évidence, tendent pour la plupart à sous-estimer la baisse d'abondance du stock.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE FISHING EFFORT OF THE FRENCH-IVORIAN-SENEGALIAN PURSE SEINERS

This paper analyses data on fishing effort of french, senegalese and ivorian (F.I.S.) purse seiners until 1977. Since 1973, the date of previous analysis, this fleet has shown a drastic change in its composition.

The present logbook system gives better information on fishing activities. All information related to fishing effort of purse seiners is analyzed in order to obtain a density index for yellowfin. This study suggests that the proportion of yellowfin and skipjack not be used as a criterion for "yellowfin effort" due to the decrease of yellowfin abundance inside its traditional fishing area; the study indicates that an hydrological criterion, such as sea surface temperature, should preferably be used to determine the area where yellowfin fishing effort is exerted.

The study shows that the fishing effort of large purse seiners has been greatly increased upon the highest densities of tunas. This is shown by GULLAND'S concentration index and the SPEARMAN rank correlation coefficient between effort and c.p.u.e. by 1° squares. These coefficients show slightly different trends when 1° squares where a small effort has been exerted are eliminated. The mean c.p.u.e. by effort class exerted by degree square is analysed.

Among all 1° squares visited by large purse seiners, 46 % and 60 % received less than 12 h and 24 h (respectively) of fishing effort, per 15 days period.

Number of sets by fishing days and frequency distribution of set sizes, by size categories of purse seiners during 1977 are given. An estimate of the relationship between the duration of setting the net and catch, is obtained from a sample of 40 sets. The expected relationship between c.p.u.e. by fishing day and by searching time is developed using this estimate.

The paper analyses fishing effort distribution upon a tuna concentration from July to September 1977 near Cap Lopez. From this analysis the underlying biomass of that concentration can be estimated. Changes of fishing areas are analysed. The total number of 1° squares exploited instantaneously shows only a minor increase. However the area exploited yearly shows a great increase since 1975. It is suggested that this increased mobility of purse seiner fleets, exploiting new tuna concentrations, could introduce a temporary bias in the relationship between c.p.u.e. and abundance, underestimating the real decrease of stock abundance.

A new c.p.u.e. index is calculated for F.I.S. purse seiners, from 1969 to 1977, taking into account the previous observations. However it is obvious that, due to the purse seine fishing technique and to existing data, this c.p.u.e. index is probably a biased index of abundance which underestimates the decreasing trend of stock abundance.

INTRODUCTION

La flottille des senneurs F.I.S. revêt une importance particulière dans les travaux de dynamique des populations des thons tropicaux du fait de sa permanence dans le Golfe de Guinée depuis plus de 10 ans et de sa couverture par des statistiques de pêche relativement complètes et détaillées. Toutefois l'effort de pêche de cette flottille n'a pas été analysé depuis 1974 (FONTENEAU-SOISSON) alors que celle-ci a largement évolué depuis cette date. L'évolution des engins ainsi que les modifications de leur stratégie de pêche feront donc l'objet de la présente étude. De plus, les livres de bord de cette flottille permettent de collecter depuis deux ans des informations détaillées sur la fréquence journalière des coups de sennes (calées) et les prises par calée. Ces renseignements essentiels à connaître pour bien appréhender l'effort de pêche seront donc analysés.

L'ensemble de l'étude a pour but de calculer des indices d'abondance dans le calcul desquels les biais majeurs détectables auront été éliminés. La principale espèce concernée dans cette analyse sera l'albacore qui reste l'espèce-cible essentielle de la pêcherie F.I.S. et pour laquelle il est indispensable de disposer d'indices d'abondance non biaisés par suite de son niveau d'exploitation élevé, et de l'emploi systématique des indices de p.u.e. dans les modèles de production.

1. ÉVOLUTION DE LA FLOTTILLE DE SENNEURS F.I.S.

1.1. Effectifs des différentes catégories

L'évolution récente de la composition de la flottille F.I.S. est montrée figure 1 et tableau I (nombre de senneurs par catégorie F.I.S. de 1969 à 1977).

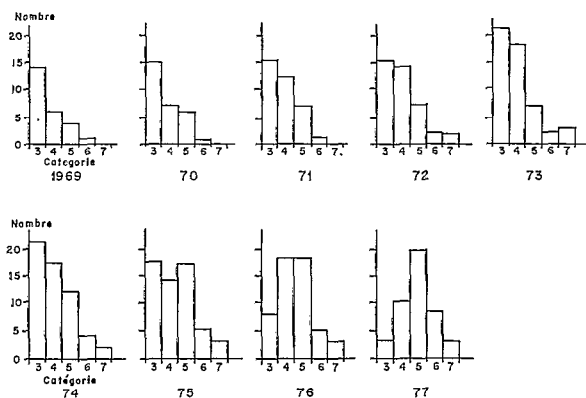


Fig. 1. — Nombre de senneurs en activité dans la flottille FIS par catégorie de jauge brute de 1969 à 1977. Catégories : 3 = — 300 Tx (environ 100 t. capacité), 4 = 300 à 450 Tx (environ 200 t. capacité), 5 = 450 à 750 Tx (environ 400 t. capacité), 6 = 750 à 1250 Tx (environ 700 t. capacité), 7 = + 1250 Tx (environ 1500 t. capacité).

TABLEAU I

Nombre de thoniers par catégorie et mode de pêche de la flottille F.I.S. de 1969 à 1977

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Canneurs glaciers.....	51	45	28	32	26	27	29	28	26
Canneurs cong. 40 t.....	11	10	8	7	6	4	4	3	3
Canneurs cong. 90 t.....	12	13	15	13	9	8	5	1	1
Senneurs moyens 90 t.....	14	15	15	15	21	21	17	8	3
Senneurs moyens 200 t.....	6	7	12	14	18	17	14	19	10
Grands senneurs 400 t.....	4	6	7	7	7	12	17	18	19
Grands senneurs 700 t.....	1	1	1	2	2	4	5	5	8
Grands senneurs +1000 t.....	0	0	0	2	3	2	3	3	3

TABLEAU II

Efforts de pêche (en jours de mer) par engin et catégorie (capacité de transport) de la flottille F.I.S. de 1969 à 1977

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Canneurs glaciers.....	6893	3835	3093	3547	3682	3588	3361	3044	2677
Canneurs cong. 50 t.....	2605	1834	1184	1458	539	663	368	399	456
Canneurs cong. 90 t.....	3067	2748	3017	2263	1533	1121	132	26	36
Senneurs 90 t.....	3257	3769	3766	3501	3513	3301	1558	611	305
Senneurs 200 t.....	749	1469	2149	2827	3460	3303	2913	2441	1899
Grands senneurs 400 t.....	400	1273	1727	1559	1558	2485	3669	5124	4775
Grands senneurs 700 t.....	93	72	50	214	259	843	1340	1298	1820
Grands senneurs +1000 t.....	0	0	0	129	307	361	644	871	692

Rappelons qu'avant 1969, seuls des senneurs de moins de 100 tonnes de capacité étaient en activité.

On note depuis cette date une augmentation régulière de la taille moyenne des senneurs par accroissement du nombre des grandes unités et réduction du nombre de petits senneurs. Le tableau II montre que l'effort de pêche exprimé en nombre de jours de mer traduit une évolution parallèle à celle du nombre de senneurs des différentes catégories.

1.2. Rendements des différentes catégories de senneurs

La figure 2 et les tableaux III et IV montrent la variabilité des rendements en fonction de la jauge brute des thoniers durant les années 1974, 1975, 1976 et 1977. Le rendement annuel total des senneurs est croissant pour les unités de 300 à 800 tonneaux de jauge brute, puis décroît en moyenne pour les unités plus grandes.

On note sur cette figure l'hétérogénéité des rendements des senneurs de catégorie 5 (450 à 750 tonneaux de jauge brute).

On la vérifie aisément en comparant les rendements de deux sous-catégories de grands senneurs

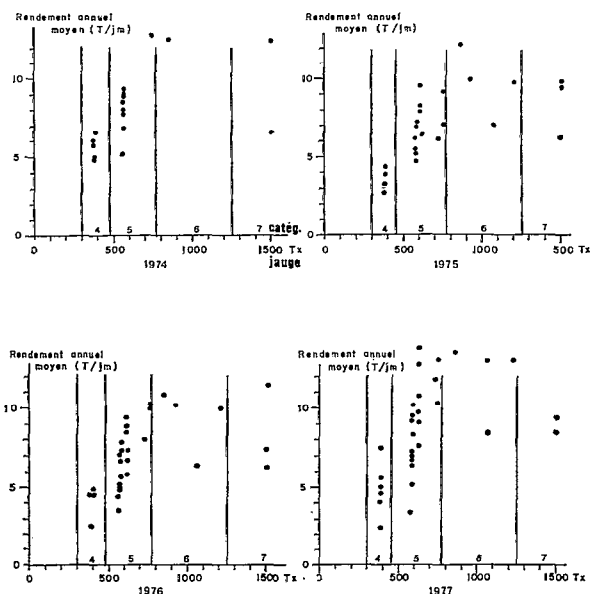


Fig. 2. - Rendements annuels moyens (toutes espèces réunies) d'un échantillon de senneurs FIS (catégories 4 à 7) en fonction de la jauge brute (un point représente un thonier annuellement) pour les années 1974 à 1977.

TABLEAU III

P.u.e. annuelles (tonnes par jour de mer) en albacore par engin et catégorie pour la flottille F.I.S. de 1969 à 1977

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Canneurs glaciers.....	0.81	0.60	0.91	.69	.77	1.05	.76	1.22	1.10
Canneurs cong. 40 t.....	1.22	1.10	1.04	1.13	0.79	1.11	0.66	1.23	.98
Canneurs cong. 90 t.....	1.75	1.42	1.35	1.94	1.57	1.71	(0.90)	(1.73)	(1.84)
Senneurs moyens 90 t.....	3.06	1.96	1.93	2.28	1.93	1.82	1.89	1.61	1.70
Senneurs moyens 200 t.....	2.41	2.70	2.92	2.87	2.76	2.80	2.45	2.41	2.37
Grands senneurs 400 t.....	4.36	4.69	3.23	4.38	4.84	4.42	4.99	5.27	5.46
Grands senneurs 700 t.....	(12.52)	(4.00)	(5.79)	6.35	6.37	6.28	8.55	7.04	7.46
Grands senneurs +1000 t.....				(2.64)	4.62	5.25	6.48	6.35	4.56

TABLEAU IV

P.u.e. annuelles (tonnes par jour de mer) en listao par engin et catégorie, pour la flottille F.I.S. de 1969 à 1977

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Canneurs glaciers.....	.30	.68	1.00	.65	.83	1.13	.50	.57	.86
Canneurs cong. 40 t.....	.52	.47	.67	.51	.39	.56	.63	.72	1.06
Canneurs cong. 90 t.....	.42	.49	.73	.38	.27	.29	(.05)	(.50)	(1.07)
Senneurs moyens 90 t.....	.89	1.10	1.53	1.43	.74	1.30	1.05	.69	2.36
Senneurs moyens 200 t.....	.79	1.57	1.92	1.89	1.04	2.25	1.37	1.21	2.44
Grands senneurs 400 t.....	.48	1.46	2.78	3.43	1.34	2.94	1.40	1.68	3.46
Grands senneurs 700 t.....	(1.62)	(4.89)	(.37)	2.76	1.83	4.60	1.49	2.54	4.39
Grands senneurs +1000 t.....				(2.06)	1.60	3.96	2.20	2.16	3.19

Nota. — Les p.u.e. des tableaux 3 et 4 sont égales à la somme des prises annuelles/somme des efforts annuels par catégorie. Les p.u.e. entre parenthèses correspondent à des efforts de pêche inférieurs à 200 jours de mer dans l'année.

de catégorie 5, ayant respectivement 570 et 608 tonneaux de jauge, pendant la période 1975 à 1977 où ces deux groupes sont en nombre suffisant pour permettre une comparaison significative de leurs rendements.

Les rendements des senneurs de 608 tonneaux sont, pendant ces trois années, significativement supérieurs à ceux des senneurs de 570 tx.

Cette hétérogénéité peut avoir des conséquences importantes dans les calculs de p.u.e. dans la mesure où l'accroissement de l'effectif de cette catégorie 5, qui a été observée à partir de 1974, s'est opéré par l'incorporation dans la flottille de senneurs de 608 tx de jauge.

Il existait de même une hétérogénéité dans la catégorie 4, entre les 200 et 300 tonneaux ; leur nombre est devenu négligeable, mais ils sont cependant importants pour l'analyse de la série historique où ces bateaux étaient nombreux et en proportion variable (FONTENEAU-SOISSON, 1975).

En conséquence, il est important de ne pas considérer les catégories 4 et 5 de senneurs comme étant homogènes, car ceci conduit à sous-estimer l'accroissement de l'effort de pêche.

2. PROBLÈME DU CHOIX DE L'UNITÉ D'EFFORT

2.1. Généralités

Trois unités d'effort sont classiquement utilisées dans la pêche thonière ; elles peuvent être définies de la façon suivante :

— LE TEMPS DE MER est mesuré par le nombre d'heures qui séparent le départ d'un thonier de son retour à un port (qui peut être différent du port de départ).

— LE TEMPS DE PÊCHE est mesuré par le temps passé sur les lieux de pêche potentiel alors que le bateau est en mesure de capturer du poisson. Les temps morts liés aux pannes, aux tempêtes, à l'absence d'appât pour les canneurs, au retour du bateau quand ses cales sont pleines..., sont exclus de cette durée. Les heures de nuit, considérées comme non propices à la pêche thonière sont également exclues. Cette durée est souvent exprimée par 12 heures dans une unité comparable au jour de mer.

— LE TEMPS DE RECHERCHE est le temps effectif-

vement passé à la recherche active du poisson. Une estimation du temps de recherche active est fournie par le temps de pêche d'où sont déduits les temps morts consacrés aux manœuvres de la senne, durées pendant lesquelles le bateau est immobilisé.

Les indices d'abondance classiquement utilisés pour la flottille F.I.S. utilisent le temps de mer et le temps de pêche. Toutefois, un meilleur indice de densité serait fourni par un indice basé sur le temps de recherche (LAUREC et LE GUEN, 1977).

Les données disponibles permettent d'estimer pour 1977 le nombre de calées, la distribution de taille des calées et la durée des calées en fonction de la prise, permettant ainsi d'estimer ces temps morts et une p.u.e. par temps de recherche.

Pour les années antérieures, une telle connaissance est malheureusement impossible à obtenir : des hypothèses complémentaires concernant le processus de diminution de l'abondance par diminution du nombre et de la taille des bancs, ainsi que sur l'évolution de la durée des calées, seront donc nécessaires pour estimer l'évolution des temps de recherche.

2.2. Relations entre la durée d'un coup de senne et la prise

Les données existantes (fig. 3) permettent d'estimer, pour un grand senneur F.I.S., la relation entre la durée d'une calée et la prise :

$$T = 0.0253 P + 2.122$$

T = durée en heures, P = prise en tonnes

Cette relation a été obtenue en 1977 et 1978 sur 5 grands senneurs (1 de catégorie 5 - 4 de catégorie 6) et 41 coups de senne (données fournies par M. PRADO

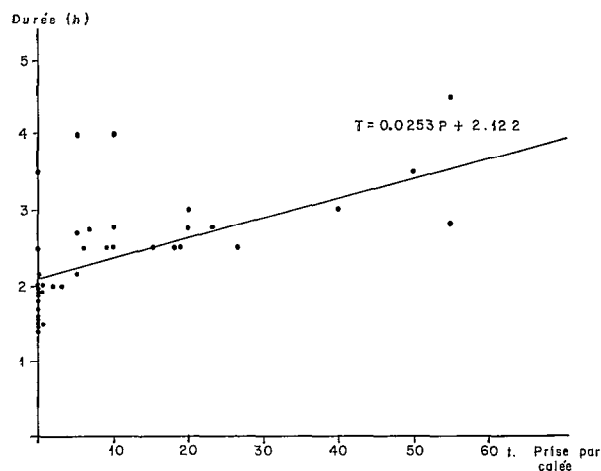


Fig. 3. -- Relation entre la durée d'une calée et la prise par calée (grand senneur F.I.S., année 1977).

de l'I.S.T.P.M.). Du fait de l'hétérogénéité des senneurs et de la taille réduite de l'échantillon, ces données doivent être considérées comme très préliminaires.

2.3. Fréquence des prises par calée

Si les livres de bord ne permettaient pas, jusqu'à une date récente, d'estimer le nombre de calées et les captures de chaque calée, il est possible d'analyser ce paramètre pour l'année 1977. On établit ainsi pour un échantillon de senneurs de catégories 4, 5 et 6 la fréquence des quantités capturées par calée (fig. 4).

On constate que les calées de fort tonnage (+ de 60 t) sont plus fréquentes chez les senneurs de grande taille. Ceci n'est pas surprenant si l'on se rappelle que les senneurs utilisent des sennes de dimensions (longueur et chute) proportionnelles à leur jauge. De ce fait, l'aptitude à capturer un banc de grande taille semble directement liée à la taille de la senne.

Au contraire, il est probable que les grands senneurs hésitent à lancer leur senne sur des petits bancs, bancs que les plus petits senneurs sont eux

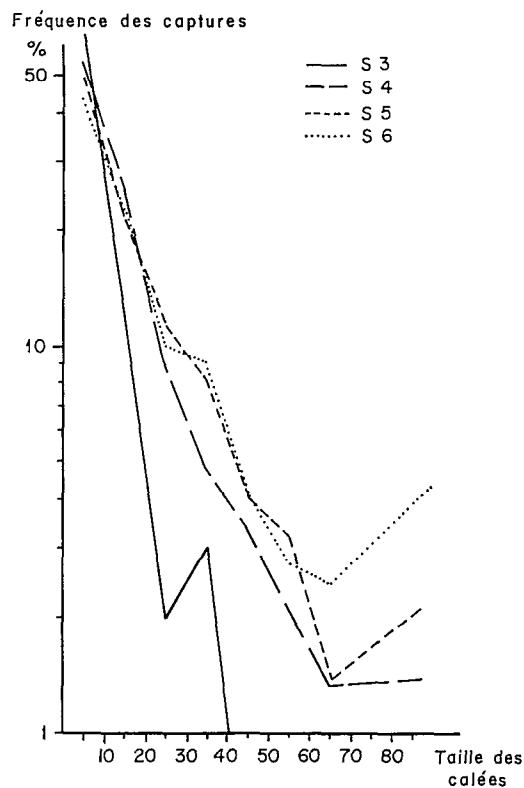


Fig. 4. - Fréquence des prises par calée en fonction de la catégorie des senneurs F.I.S. (Année 1977 pour S₄ à S₆, 1972 pour S₃).

TABLEAU V
P.u.e. moyenne des grands senneurs de 570 et 608 tx de jauge (cat. 5)

		1975	1976	1977
Senneurs de 570 tx	Nombre de bateaux.....	7	7	7
	P.u.e. annuelle moyenne.....	5.73	6.12	8.17
Senneurs de 608 tx	Nombre de bateaux.....	5	6	6
	P.u.e. annuelle moyenne.....	7.78	7.85	10.63
Test t		1 %	5 %	5 %

TABLEAU VI
Prise par calée, nombre de calées par jour de mer pour un échantillon de senneurs F.I.S. (1977)

	Nombre de thoniers dans l'échantillon	Prise moyenne par calée	Nombre de calées par jour de pêche	Prise par jour de pêche
Senneurs catégorie 4.....	3	6.63 t	0.60	3.98
Senneurs catégorie 5.....	5	10.98 t	0.86	9.44
Senneurs catégorie 6.....	6	13.62 t	0.86	11.71

à même de capturer. Cette constatation se traduit par une prise moyenne par calée croissante de 6,63 t, 10,98 t et 13,62 t pour les senneurs de catégories 4, 5 et 6 (tabl. VI).

2.4. Fréquence journalière des calées

La fréquence journalière des calées semble, chez les grands senneurs, peu dépendante de la taille des bateaux (fig. 5). On notera toutefois une plus grande fréquence relative des jours sans calée chez les petits senneurs de catégorie 4 : cette observation est sans doute à mettre en relation avec le fait que, durant les périodes de faible abondance, cette catégorie ne peut exploiter que les zones côtières alors que les grands senneurs ont la possibilité de partir exploiter les zones du large. Le nombre moyen de calées par jour de mer varie, selon la catégorie, entre 0,60 calée/jour pour les senneurs de catégorie 4, à 0,86 calée/jour pour ceux de catégorie 5 et 6 (tabl. VI).

En faisant l'hypothèse que la relation durée d'une calée en fonction de la prise (établie d'après les données de PRADO, fig. 3) s'applique pour toute

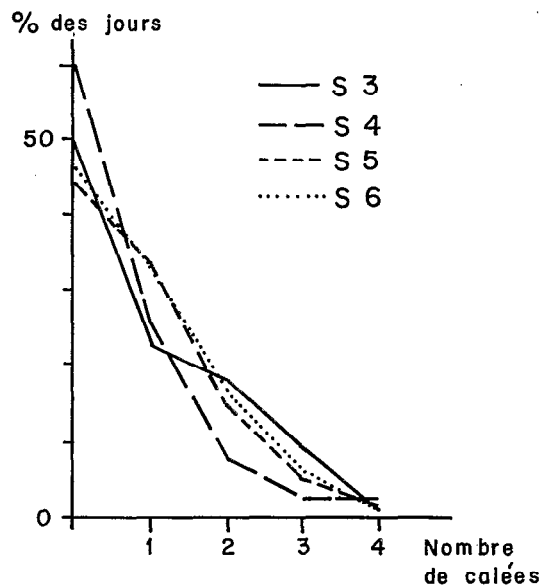


Fig. 5. — Fréquence du nombre de calées par jour de mer des différentes catégories de senneurs F.I.S. (Année 1977 pour S₄ à S₆, 1972 pour S₃).

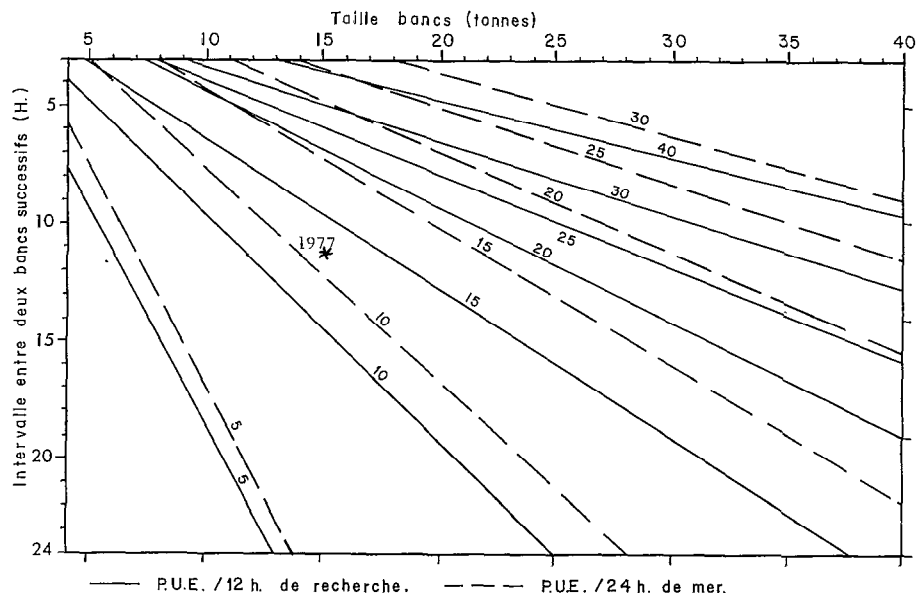


Fig. 6. — Diagramme des isocourbes de p.u.e. par jour de mer et par 12 h de recherche selon l'intervalle de temps moyen entre deux calées successives et la prise moyenne par calée (la relation entre durée d'une calée et prise par calée est celle de la figure 3). La situation de l'année 1977 est figurée dans le diagramme par un astérisque (la taille moyenne des bancs tient compte de la fréquence des calées nulles).

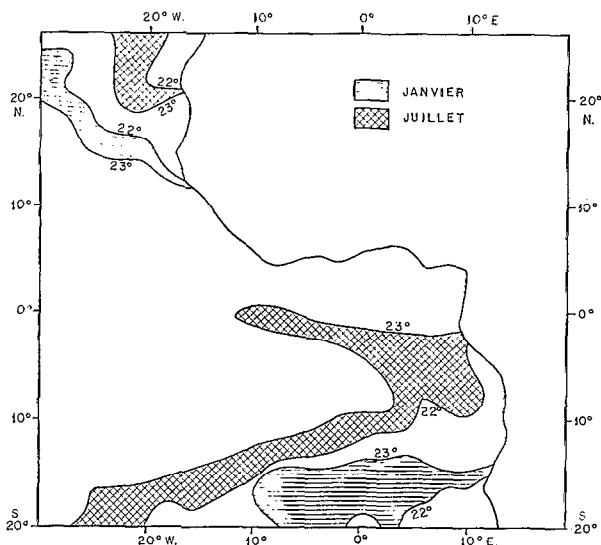


Fig. 7. — Carte des isothermes moyennes de surface 22 et 23° en janvier et en juillet (d'après l'atlas d'Hastenrath et Lamb 1977).

l'année 1977, et pour toutes les catégories de grands senners, il est possible d'estimer une prise par heure de recherche active.

Pour les années antérieures, seules malheureusement les p.u.e. par temps de mer, ou de pêche, peuvent être calculées, le problème est alors de faire

des hypothèses sur l'évolution possible de la prise par temps de recherche en fonction de la prise par temps de mer ou de pêche.

2.5. Estimation du biais introduit par l'emploi des temps de pêche

Une simulation de la relation prévisible entre les p.u.e. calculées dans ces deux unités, en fonction de l'évolution de la taille et du nombre de bancs, a été réalisée dans ce but. Cette simulation adopte et suppose constante la relation durée d'une calée et prise selon les paramètres estimés en 1977 :

$$T : 0.0253 P + 2.122$$

elle permet de tracer des isocourbes théoriques (fig. 6) de p.u.e. par temps de mer et par temps de pêche en fonction de la fréquence des calées et des prises moyennes par calée.

Cette méthode permet d'estimer les conséquences sur nos deux indices d'une baisse locale de l'abondance selon qu'elle intervienne :

- 1 - par une diminution du nombre de bancs, donc une augmentation du temps de recherche entre deux bancs successifs,
- 2 - par une diminution de la taille moyenne des bancs, donc de la prise par calée,
- 3 - par une combinaison de ces deux paramètres.

On constate que dans tous les cas la p.u.e. par 12 heures de pêche sous-estime la baisse de l'abondance mesurée par la p.u.e. par heure de recherche. La sous-estimation est particulièrement forte dans le cas où la baisse de l'abondance intervient par une diminution du nombre des bancs.

3. RÉPARTITION DE L'EFFORT DE PÊCHE ENTRE L'ALBACORE ET LE LISTAO

3.1. Nature du problème

La zone traditionnelle de distribution de l'albacore est relativement facile à connaître, au moins en première approximation, dans la mesure où pratiquement toutes les prises de surface sont obtenues dans des eaux ayant une température de surface supérieure à 23° (BAGES et FONTENEAU, à *paraitre*). Notons que les captures d'albacores de surface qui sont parfois observées dans des eaux plus froides sont explicables :

— soit par des pièges thermiques par isolement rapide d'une poche d'eau chaude au sein d'une masse d'eaux froides (STRETTA, 1977),

— soit par une mauvaise identification de l'espèce pêchée, les confusions étant très fréquentes entre petits albacores et patudos.

Cette zone, dite à « albacores », n'est pas fixe géographiquement, mais effectue des oscillations saisonnières nord-sud (fig. 17). Au sein de cette zone favorable à l'albacore se trouvent, en mélange, diverses espèces de thonidés, par exemple, le listao (*Katsuwonus pelamis*), le patudo (*Parathunnus obesus*) ou le germon (*Germo alalunga*).

Le changement progressif des conditions de pêche à partir d'une pêcherie recherchant presque exclusi-

vement l'albacore vers une pêcherie multispécifique se traduira différemment selon les zones de pêche :

— dans le cas de la zone à « albacores », i.e. dans la zone écologiquement favorable à cette espèce, on constate que les deux espèces sont capturées indifféremment là où seul l'albacore l'était à l'origine,

— simultanément une partie de l'effort de pêche se dirige vers des zones dites à « listao » où cette espèce est la seule présente en quantités significatives.

Ces deux types d'évolution de la pêcherie ont des conséquences distinctes sur les indices de prise par unité d'effort calculés pour estimer l'abondance de l'albacore.

3.2. Biais introduits dans les calculs de p.u.e. sur l'albacore par la capture du listao

(a) DANS LA ZONE TRADITIONNELLE DE L'ALBACORE : l'effet le plus direct de la capture variable de listao est que, pendant la capture de cette espèce, le thonier n'est plus en mesure de rechercher l'albacore : il convient donc d'éliminer de l'effort de pêche sur l'albacore ces durées improductives. Les livres de bord actuels n'indiquant pas les temps consacrés aux manœuvres de la senne, seules des p.u.e. en temps de mer ou de pêche peuvent être calculées. Le problème est par ailleurs complexe dans la mesure où le listao peut être capturé soit en bancs purs, soit en bancs mélangés avec de l'albacore.

En première approximation, on pourra admettre l'hypothèse que l'estimation du temps total consacré à capturer le thon peut être divisée au prorata des captures sur les deux espèces.

Les données de 1977 permettent ainsi d'estimer que la capture de 100 tonnes de listao diminuera

TABLEAU VII
Estimation du pourcentage du temps de mer consacré à la capture du listao

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Prises listao grands senneurs dans zone albacore.....	218	1881	13700	5345	6510	8043	8160	13039	16405
Temps de pêche total.....	528	1049	1653	1674	1550	3141	5878	6726	5205
Estimation du temps de pêche consacré à capturer du listao (J. pêche senneurs cat. 5)....	4,0	34,4	250,7	97,8	119,1	147,2	149,3	238,6	300,2
% d'immobilisation due au listao (senneurs cat. 5).....	0,8	3,3	15,2	5,8	7,7	4,7	2,5	3,5	5,8

en moyenne le temps de recherche d'un senneur de catégorie 6 ou 5, de 18,1 à 21,9 heures.

Si on analyse les captures de listao dans la zone à albacores (définie entre 5° S et 10° N), on obtiendra des estimations concernant les prises annuelles des grands senneurs F.I.S. et la durée d'immobilisation correspondante (tabl. VII).

La capture variable de listao dans la zone à albacore peut donc introduire un biais non négligeable dans le calcul des indices d'abondance d'albacores, biais qui peut conduire à une sous-estimation de l'abondance dépassant 14 % (1971 par rapport à 1969).

(b) HORS DE LA ZONE TRADITIONNELLE À ALBACORES

Certaines années à certaines périodes, l'effort de pêche se déplace massivement à la recherche de listao dans des zones où l'albacore est absent en raison des conditions écologiques défavorables.

Un exemple de ce type est mis en relief sur la figure 11, qui représente une situation typique pour la flottille américaine d'exploitation intensive de listao le long des côtes de l'Angola. La flottille américaine, comme d'ailleurs la flottille espagnole, exerce fréquemment cette pêche pure de listao contrairement aux senneurs français chez qui cet effort de pêche est plus rare.

De toute évidence, l'effort de pêche ainsi exercé ne doit pas être comptabilisé dans l'effort de pêche sur l'albacore. Au moins deux techniques permettront de distinguer l'espèce-cible :

(a) importance relative des deux espèces dans les captures : il est bien évident que le listao sera dominant dans les zones « à listao ». La méthode utilisée jusqu'à ce jour pour la flottille F.I.S. considère que si le listao représente plus de 50 % des prises, l'effort de pêche s'exerce sur cette espèce (BROADHEAD, 1962 ; FONTENEAU-SOISSON, 1974).

Cette technique est satisfaisante dans les zones propres au listao comme l'Angola. Toutefois, dans certains secteurs où la pêche est véritablement plurispécifique, ce procédé de calcul n'est pas sans poser de sérieux problèmes potentiels : en effet, il n'est pas rare que dans la zone qui est indiscutablement la zone traditionnelle à albacores, les captures de listao soient localement plus importantes que celles d'albacores, par suite en particulier d'une abondance réduite d'albacores (fig. 10).

On pressent immédiatement le danger de cette méthode de calcul : un effondrement éventuel du stock d'albacores conduirait progressivement à considérer que tout l'Atlantique intertropical est une zone à listao, sans effets notables sur la p.u.e. calculée dans les dernières strates de bonne abondance relative de l'albacore.

(b) Critère écologique : le critère le plus simple semble être la présence d'une température favorable à l'albacore. Divers travaux ont montré que les captures de cette espèce par des engins de surface étaient très rares pour des températures de surface inférieures à 23°. BAGES et FONTENEAU (à paraître) ont confirmé ce résultat pour les captures de la flottille F.I.S. en 1977.

4. DISTRIBUTION ET CONCENTRATION DE L'EFFORT DE PÊCHE DES SENNEURS F.I.S.

4.1. Généralités

Deux méthodes sont souvent utilisées pour calculer les indices mensuels de prises par unités d'effort (p.u.e.) :

(1) p.u.e. moyenne pondérée par l'effort de pêche : elle est calculée comme le rapport de la prise totale et de l'effort total (standardisé ou non) durant l'unité de temps choisie. Ce procédé est équivalent à une pondération de la p.u.e. de chaque strate géographique par l'effort exercé dans la strate. Cette méthode, outre sa séduisante simplicité, permet de réduire l'importance relative des strates dans lesquelles un faible effort de pêche a été exercé et où l'estimation de l'abondance par la p.u.e. est imprécise, voire aberrante. Par contre, elle introduit un biais dû à la concentration variable de l'effort de pêche dans les strates de forte abondance relative de l'espèce.

(2) p.u.e. moyenne pondérée par la surface :

Calculée comme la moyenne des p.u.e. obtenues dans les différentes zones (carrés de 1° par exemple) exploitées durant la période, cette méthode est, d'un point de vue théorique, plus satisfaisante comme l'ont montré GULLAND (1956) pour les pêcheries démersales et GRIFFITH (1960) pour les pêcheries thonières du Pacifique Oriental. Elle permet en effet de calculer un indice de densité qui supprime le biais de la première méthode. Pour fournir un indice correct de densité du stock, le choix des strates géographiques doit répondre à un certain nombre de conditions (GULLAND, 1956) :

- la zone de pêche doit couvrir la zone de distribution du stock,
- la distribution des poissons et de l'effort de pêche doit être homogène au sein de chaque strate géographique,
- un effort de pêche doit être exercé dans chaque strate. Ces conditions sont, le plus souvent, loin d'être remplies dans les pêcheries thonières atlantiques.

4.2. Distribution géographique de l'effort de pêche

4.2.1. NOMBRE DE CARRÉS DE 1° EXPLORÉS

L'examen de la distribution géographique des prises d'albacores révèle l'extension vers le large des pêcheries qui se traduit par l'accroissement du nombre de carrés de 1° et de 5° exploités annuellement par la flottille F.I.S. (tabl. VIII).

Le tableau VIII montre que les senneurs de plus de 450 tx de jauge brute, ou grands senneurs, sont la cause principale de cet accroissement observé surtout depuis 1975.

Dans le même temps, la surface prospectée par les canneurs est en baisse constante par suite du

départ de cette flottille de Pointe-Noire et de son regroupement à Dakar; les senneurs moyens, après avoir accru leur zone de prospection jusqu'en 1975, restreignent leur zone d'activité depuis cette date.

On notera que le nombre de carrés exploités en moyenne chaque quinzaine par l'ensemble de la flottille F.I.S. est relativement constant alors que le nombre total annuel est en forte augmentation. Cette caractéristique de l'évolution de la pêche F.I.S. traduit le fait que les zones explorées instantanément par les flottilles se sont peu accrues, les flottilles effectuant des déplacements saisonniers plus importants au cours de l'année en étendant vers le large leur zone de pêche.

TABLEAU VIII
Nombre de carrés de 1° explorés

	Moyenne/quinzaine				TOTAL annuel			
	Canneurs	Senneurs moyens	Grands senneurs	F.I.S.	Canneurs	Senneurs moyens	Grands senneurs	F.I.S.
1969.....	50	33	18	69	229	185	109	260
1970.....	46	40	25	76	218	209	166	283
1971.....	47	46	33	82	200	231	193	292
1972.....	40	52	34	83	170	199	189	265
1973.....	35	54	29	84	141	210	207	279
1974.....	26	55	42	87	125	223	210	275
1975.....	16	56	65	98	106	247	284	343
1976.....	14	42	68	90	74	238	356	403
1977.....	13	31	63	82	68	215	376	412

4.2.2. DISTRIBUTION DE L'EFFORT

L'effort des senneurs est, bien entendu, réparti très inégalement selon les carrés de 1° qui sont explorés chaque quinzaine. En particulier, une grande proportion de carrés subissent un effort très faible d'une ou deux journées de pêche durant une quinzaine.

Près de 50 % (46,2 %) des carrés explorés en moyenne par les grands senneurs, dans la période 69-77, subissent un effort inférieur à 12 h par quinzaine, et 70,2 % un effort inférieur à 24 h (tabl. IX).

Le fort pourcentage de carrés de 1° très sommairement explorés mérite un examen attentif car il est bien évident que dans le calcul des indices de p.u.e. non pondérés par l'effort, ils auront un poids statistique considérable. Ces carrés se caractérisent, si on les compare aux carrés qui subissent un effort plus élevé, par des faibles p.u.e. et un écart type élevé de leurs distributions.

Les figures 8 et 9 montrent pour les senneurs moyens et les grands senneurs la relation entre la p.u.e. moyenne et l'effort moyen exercé par quinzaine. Les rendements moyens s'accroissent

TABLEAU IX
Pourcentage moyen du nombre de carrés de 1° explorés en fonction de l'effort exercé (période 1969-1977)

	Effort moyen exercé par carré par quinzaine (jours de pêche)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
Senneurs moyens.....	34.6	27.7	10.6	6.5	4.0	2.9	2.3	1.6	1.2	.8	7.6
Grands senneurs.....	46.2	24.0	8.7	5.0	3.2	2.2	1.4	1.1	1.1	.7	6.3

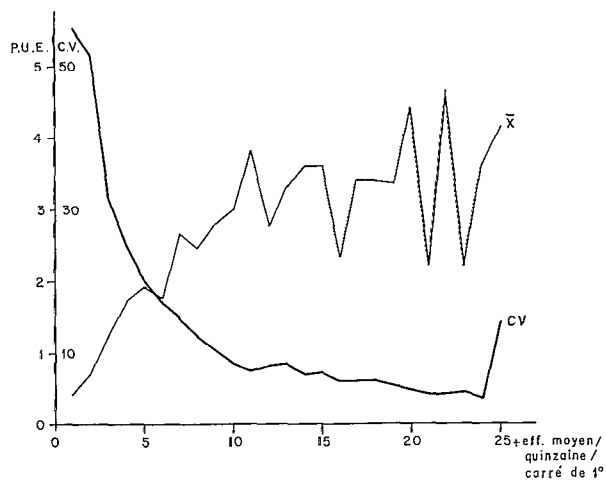


Fig. 8. — Moyenne (\bar{x}) et coefficient de variation de la p.u.e. (CV) en fonction de l'effort moyen exercé par carré de 1° par quinzaine pour les senneurs moyens F.I.S.

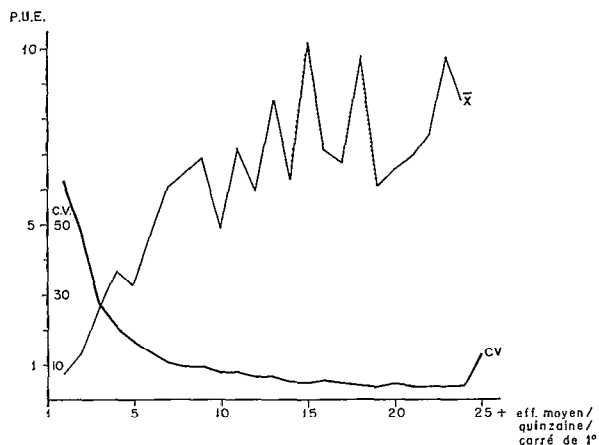


Fig. 9. — Même résultat que la figure 8 pour les grands senneurs F.I.S.

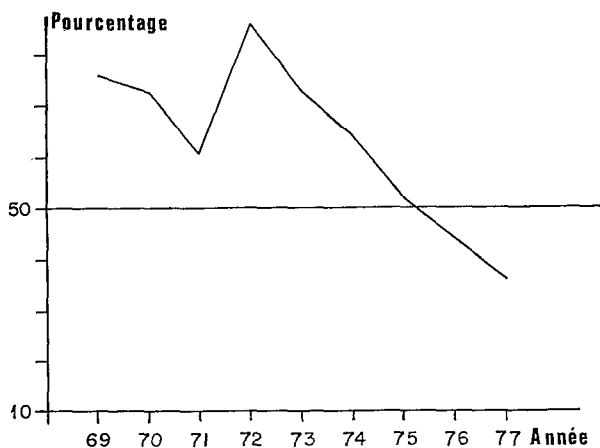


Fig. 10. — Évolution du pourcentage d'albacores capturés par la flottille F.I.S. au troisième trimestre dans le secteur du cap Lopez défini de l'équateur à 5° sud et de 5° à 10° est.

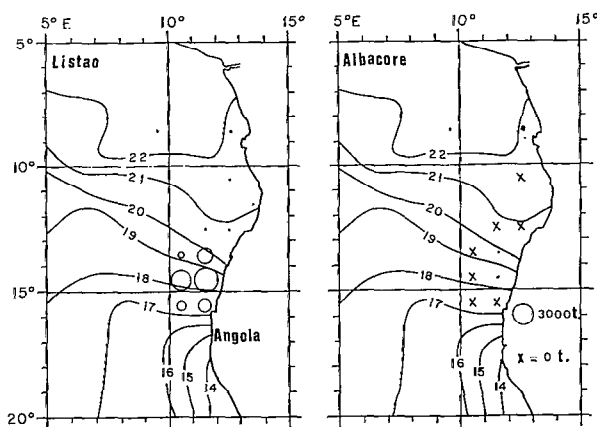


Fig. 11. — Prises d'albacore et de listao par les grands senneurs américains en septembre 1973 en relation avec les températures de surface.

jusqu'à un effort voisin de 10 jours de pêche par carré de 1° par quinzaine, puis se stabilisent au-delà. Le coefficient de variation des p.u.e. (écart type/moyenne) est lui fortement décroissant de 1 à 10 jours de pêche par quinzaine pour se stabiliser ensuite.

L'extension vers le large des zones de pêche, associée à de forts rendements saisonniers durant des saisons de pêche traditionnellement médiocres (fig. 24), rend particulièrement inadaptée la méthode précédemment mise au point avant l'expansion géographique des pêcheries (FONTENEAU-SOISSON, 1975). En effet, celle-ci ne permet pas de tenir

compte du facteur zone de pêche dans la mesure où elle est basée sur le rendement moyen global par jour de mer de chaque catégorie après corrections de l'effort sur le listao.

Le poids statistique moyen des nombreux carrés qui subissent un effort de pêche très faible nécessite d'analyser l'évolution de leur nombre et de leur p.u.e. en fonction du temps. Ces résultats sont représentés figures 12 et 13.

Chez les senneurs moyens, la p.u.e. moyenne des carrés où l'effort est inférieur ou égal à 12 h par quinzaine s'est fortement accrue depuis 1973. Par contre, dans les carrés subissant un effort par

PUE moyenne annuelle

Senneurs Moyens

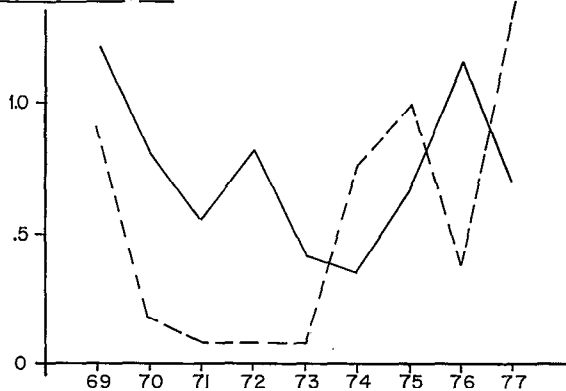


Fig. 12. — Évolution de la p.u.e. dans les carrés de 1° où un effort inférieur à 12 heures (---) ou compris entre 12 et 24 heures (—) a été exercé par quinzaine par les senneurs moyens F.I.S.

PUE moyenne annuelle

Grands Senneurs

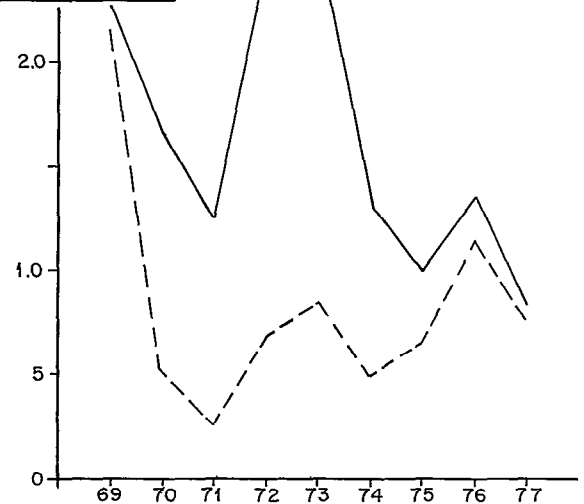


Fig. 13. — Même résultat pour les grands senneurs F.I.S.

quinzaine entre 12 et 24 h, les p.u.e. ont une moyenne supérieure mais qui ne montre pas de tendance nette.

Chez les grands senneurs, on observe une p.u.e. régulièrement croissante de 1971 à 1977 dans les carrés subissant moins de 12 h de pêche, et régulièrement décroissante pour ceux où est exercé un effort moyen de 12 à 24 h par quinzaine.

4.3. Évolution de la concentration de l'effort de pêche des senneurs

4.3.1. GÉNÉRALITÉS

La concentration de l'effort de pêche sur les zones de fortes abondances relatives des albacores est mise en évidence de diverses manières. Parmi celles-ci deux méthodes ont été retenues :

— les indices de GULLAND calculés par le rapport de la p.u.e. moyenne à la moyenne des p.u.e. des carrés de 1° explorés. Un tel indice est égal à 1 si l'effort de pêche est distribué indépendamment des densités locales. Il devient supérieur à 1 si l'effort de pêche se concentre dans les zones de plus fortes abondances, et inférieur à 1 si l'effort se concentre dans les zones de faibles abondances (par exemple quand l'effort de pêche se concentre sur le listao).

— Le calcul du coefficient de corrélation entre l'effort et la p.u.e. dans les différents carrés de 1° explorés. Le coefficient de corrélation de rang de SPEARMAN a été employé par suite de la non normalité

de la distribution des valeurs qui rend impossible de tester la signification des coefficients de Bravais Pearson. Les coefficients de corrélation présentent, comme l'ont souligné ROTSCILD et ROBSON 1972, par rapport aux indices de GULLAND, l'avantage d'être bornés entre -1 et $+1$ et de pouvoir être testés.

Ces deux indices ont été calculés par quinzaine de pêche : en effet, le mois, durée plus souvent employée dans ces calculs, semble une unité trop hétérogène par suite de la forte variabilité des rendements et de la grande mobilité des flottilles thonières, spécialement celles des grands senneurs.

Pour calculer ces indices, on doit choisir d'utiliser ou d'éliminer les carrés dans lesquels un effort de pêche réduit a été exercé.

Ces carrés faiblement explorés se caractérisent par leur grand nombre (4.2.2.) et par la faible moyenne et la grande variance des p.u.e.

L'élimination de ces carrés subissant un très faible effort peut se justifier si l'on considère le peu de signification probable des rendements ainsi calculés : en effet, un temps de recherche de 12 h signifiera qu'un senneur faisant route à 14 nœuds aura traversé une surface de 11 600 km² en observant une zone dont la surface peut être estimée d'après GREENBLATT (1977) entre 3 000 et 5 000 km², selon les conditions de visibilité, soit 26 à 43 % de la surface durant 7 % de la durée de la période. En toute logique, l'absence de captures dans de si médiocres conditions d'échantillonnage ni signifiera donc pas l'absence de poissons. De même, une forte capture accidentelle — obtenue

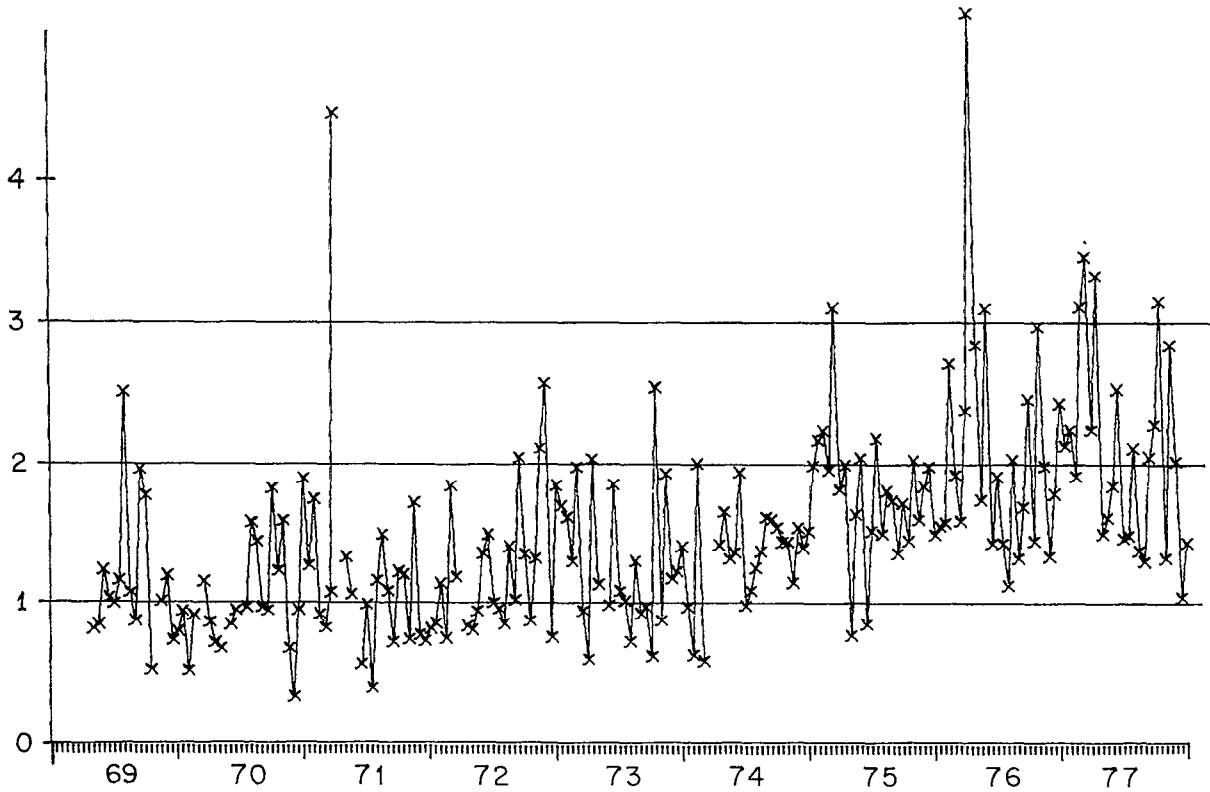


Fig. 14. — Indices de concentration de Gulland sur l'albacore, par quinze jours de pêche de 1969 à 1977, pour les grands senneurs F.I.S. (catégories 5 à 7). Les carrés dans lesquels un effort inférieur à 12 heures de pêche a été exercé sont éliminés des calculs.

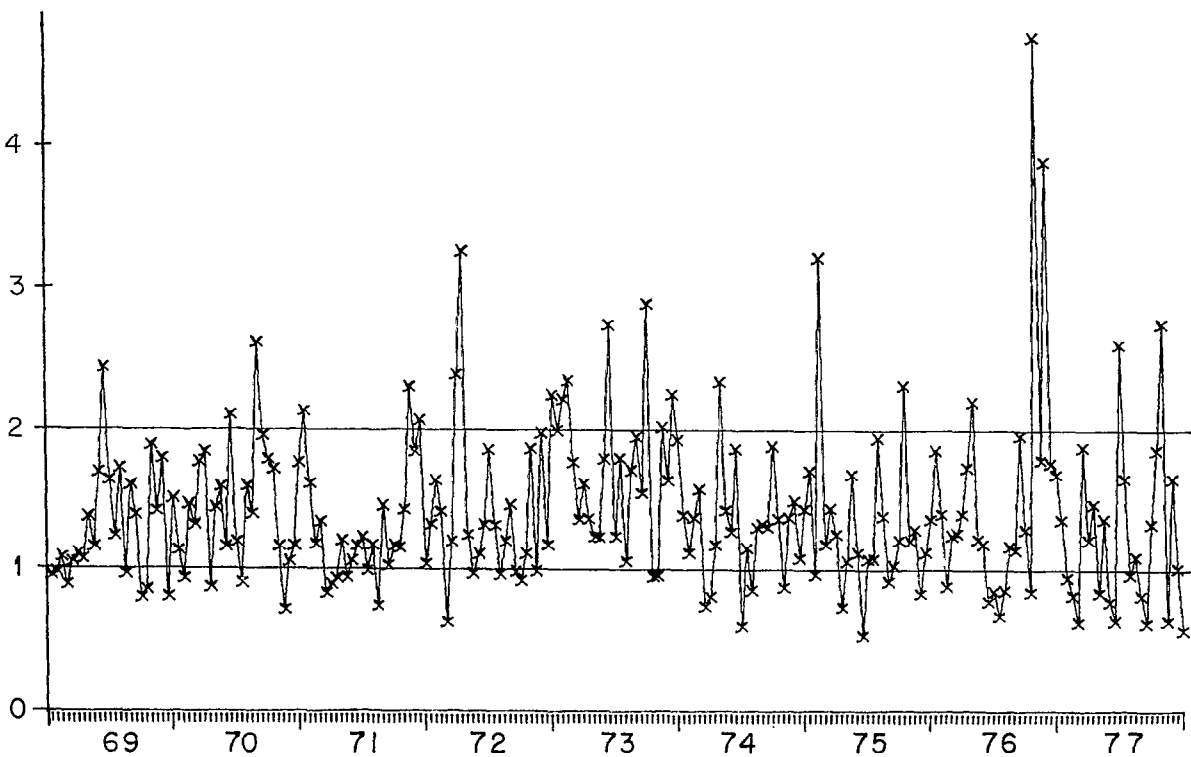


Fig. 15. — Même résultat que la figure 14, pour les senneurs moyens F.I.S. (catégories 3 et 4).

en un jour de pêche par exemple sur une épave --- ne traduira pas non plus une forte densité de la strate secteur de 1^o/quinzaine.

S'il est aisé d'admettre le peu de signification des indices de p.u.e. calculés avec des efforts très faibles, il s'avère très difficile de déterminer objectivement un seuil d'efforts significatifs.

Le problème est d'autant plus sérieux que l'élimination, dans le calcul de la p.u.e. moyenne, des nombreux carrés peu explorés risque d'introduire un biais important.

Les deux indices, de concentration de GULLAND et corrélation de SPEARMAN, ont donc été calculés avec des seuils d'efforts de pêche jugés significatifs, respectivement égaux à 0,12 et 24 h (par 1^o et par quinzaine).

4.3.2. RÉSULTATS : INDICES DE CONCENTRATION DE GULLAND

Les calculs ont été effectués successivement pour les senneurs moyens (catégorie moins de 450 tx de jauge brute) et les grands senneurs (plus de 450 tx de jauge brute).

— Senneurs moyens

Les résultats annuels, de 1969 à 1977 (moyenne des 24 quinzaines) sont donnés sur le tableau X et représentés figure 15. Pour l'ensemble des carrés exploités, l'indice de GULLAND montre une tendance légèrement croissante de 2.0 à plus de 2.5 de 1969 à 1976, puis décroît fortement en 1977. Avec un seuil d'effort de 12, 24 ou 48 h l'indice ne montre pas de tendance marquée et demeure stable de 1969 à 1977 à un niveau plus faible s'expliquant aisément par l'élimination des nombreux carrés ayant un effort et des p.u.e. faibles.

— Grands senneurs

Les résultats sont donnés sur le tableau 10 et représentés figure 14. Pour l'ensemble des carrés exploités sans discrimination de l'effort exercé, les indices de GULLAND sont en augmentation régulière et forte de 1969 à 1977. La même tendance s'affirme encore plus marquée si les carrés de 1^o avec moins de 12 h sont éliminés. La tendance de l'indice reste croissante pour un seuil d'effort de 24 h.

TABLEAU X

Indices de concentration de GULLAND sur l'albacore pour les senneurs F.I.S. Moyenne annuelle des 24 quinzaines. Les carrés dans lesquels un effort inférieur à *f* a été exercé dans la quinzaine sont éliminés des calculs (*f* = 0, 12 h, 24 h)

	f (h.)	69	70	71	72	73	74	75	76	77
Senneurs moyens	0	2.1	2.6	2.2	2.5	3.6	2.5	2.6	2.5	1.8
	12	1.3	1.5	1.3	1.5	1.8	1.3	1.3	1.6	1.2
	24	1.0	1.2	1.1	1.2	1.3	1.3	.9	1.1	.8
Grands senneurs	0	2.1	2.6	2.2	2.7	2.8	2.6	3.1	2.7	2.6
	12	1.2	1.0	1.2	1.3	1.3	1.4	1.8	2.1	2.1
	24	.9	.9	.9	1.0	.9	1.1	1.2	1.5	1.3

4.3.3. RÉSULTATS : INDICES DE CORRÉLATION DE SPEARMAN ENTRE L'EFFORT ET LA P.U.E. PAR CARRÉ DE 1^o

La figure 16 montre pour les senneurs moyens et les grands senneurs les coefficients par quinzaine de pêche en fonction de leur signification selon une classification en 3 groupes : corrélation non significative entre l'effort exercé dans les différents carrés et les p.u.e. obtenues, existence d'une corrélation significative au seuil de 5 % et au seuil de 1 %.

— Senneurs moyens

Les corrélations sont le plus souvent significatives entre effort et p.u.e. si tous les carrés de 1^o sont retenus. Le grand nombre de carrés de 1^o, avec des faibles efforts et des faibles p.u.e., est sans doute

largement responsable de ces fortes corrélations. Les corrélations sont moins bonnes quand les carrés avec un effort réduit sont éliminés. Dans les deux cas, on note que l'année 1977 se caractérise par une médiocre corrélation des efforts et des p.u.e. chez les senneurs moyens.

— Grands senneurs

On constate une augmentation régulière dans le temps des corrélations effort-p.u.e. Dans la phase initiale d'activité des grands senneurs — 1969 à 1973, et durant certaines saisons de pêche (avril à juin par exemple) — l'effort de ces thoniers est distribué indépendamment des p.u.e., alors qu'à d'autres périodes de l'année la corrélation effort-p.u.e. est toujours élevée. Dans la période récente

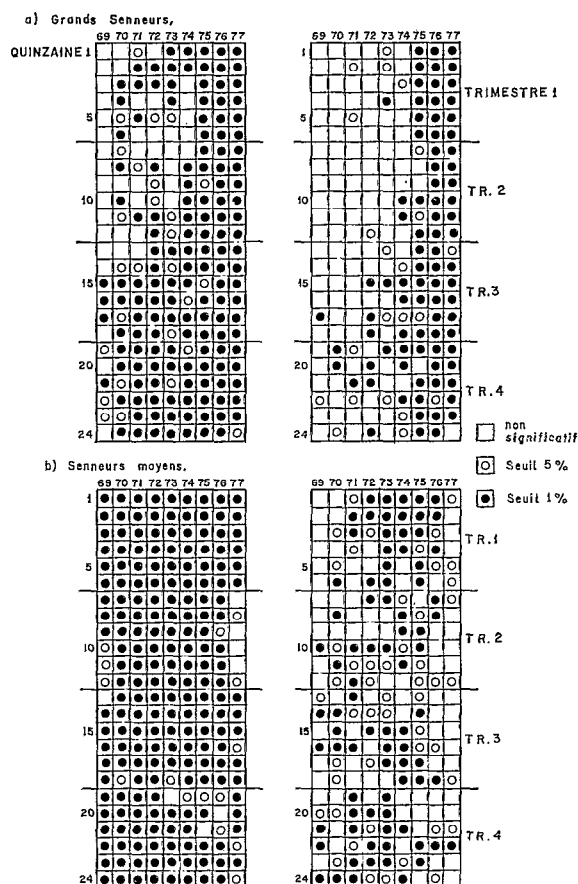


Fig. 16. — Signification des coefficients de corrélation de rang de Spearman entre l'effort et la p.u.e., par quinzaine de pêche de 1969 à 1977, pour les grands senneurs (figures du haut) et les senneurs moyens (figures du bas). Tous les carrés de 1° sont retenus sur les figures de gauche; les carrés de 1° avec un effort inférieur à 12 h sont éliminés des calculs dans la figure de droite.

1974-1977, la proportion des quinzaines avec une forte corrélation effort-p.u.e. s'accroît, toutes les quinzaines de pêche montrent des coefficients significatifs durant 1976 et 1977. Comme pour les senneurs moyens l'élimination des carrés faiblement prospectés diminue les corrélations effort-p.u.e., spécialement de 1969 à 1973 où l'effort est plus faible.

4.3.4. DISCUSSION

L'évolution marquée de la concentration des flottilles sur l'albacore est un fait majeur dans l'évolution de la pêcherie F.I.S. Il est très probable que ces changements sont partiellement en relation avec l'évolution de l'effort de pêche des différentes

catégories. Cela est particulièrement net chez les grands senneurs dont l'effort s'est fortement accru de 1969 à 1977. Cette constatation est à rapprocher du nombre de carrés de 1° explorés en moyenne chaque quinzaine, qui s'accroît aussi avec l'effort de pêche mais moins vite que celui-ci. En outre, il est important de noter que si les indices de concentration sont calculés indépendamment pour les deux groupes de senneurs, ceux-ci participent en réalité à une même pêcherie (ainsi que les canneurs mais marginalement) où la découverte d'une nouvelle zone de pêche par l'un quelconque des engins peut bénéficier à l'ensemble des flottilles ayant accès à la zone. Ainsi, une nouvelle concentration de thons découverte dans la zone côtière sera exploitée par tous les engins, alors que située très au large, elle ne le sera que par les grands senneurs.

En outre, les indices calculés concernent l'espèce principale de la pêcherie F.I.S., l'albacore, alors que les thoniers F.I.S. exploitent d'autres espèces, en particulier le listao. Il est certain que, durant les périodes de forte abondance du listao, une partie de l'effort de pêche peut se concentrer sur cette espèce. Cette situation est particulièrement nette chez les senneurs moyens en 1977 pour lesquels les indices de concentration sur l'albacore ont été très faibles : la prise de ces bateaux étant composée de 52 % de listao (contre 38 % chez les grands senneurs), il est très vraisemblable que l'effort de pêche de ces bateaux s'est régulièrement concentré non pas sur l'albacore, mais sur le listao.

5. LES CONCENTRATIONS D'ALBACORES

Cette notion de concentration est un concept fréquemment évoqué dans l'étude des pêcheries de thonidés. Dans le détail, peu d'études descriptives basées sur des observations à bord de flottilles thonnières ont été publiées.

Pour mener à bien une telle étude, il est nécessaire d'analyser les statistiques de pêche selon une stratification fine : le jour et le mille par exemple, ce qui rend difficile l'étude systématique de ce paramètre.

Un exemple, la saison de pêche du cap Lopez de juillet à septembre 1977, a été choisi au vu des prises importantes et de la permanence pendant presque trois mois d'un effort de pêche significatif. Ce secteur est défini entre les latitudes 1° N et 5° S et les longitudes 3 à 10° Est. Cette exploitation intensive fait suite à une période de 6 mois pendant laquelle aucun effort de pêche significatif n'a été exercé dans ce secteur. L'analyse porte sur un échantillon sélectionné de grands senneurs français dont les livres de bord ont été remplis journalièrement avec précision en ce qui concerne les positions de pêche, le nombre de calées et les prises. Il est aisé

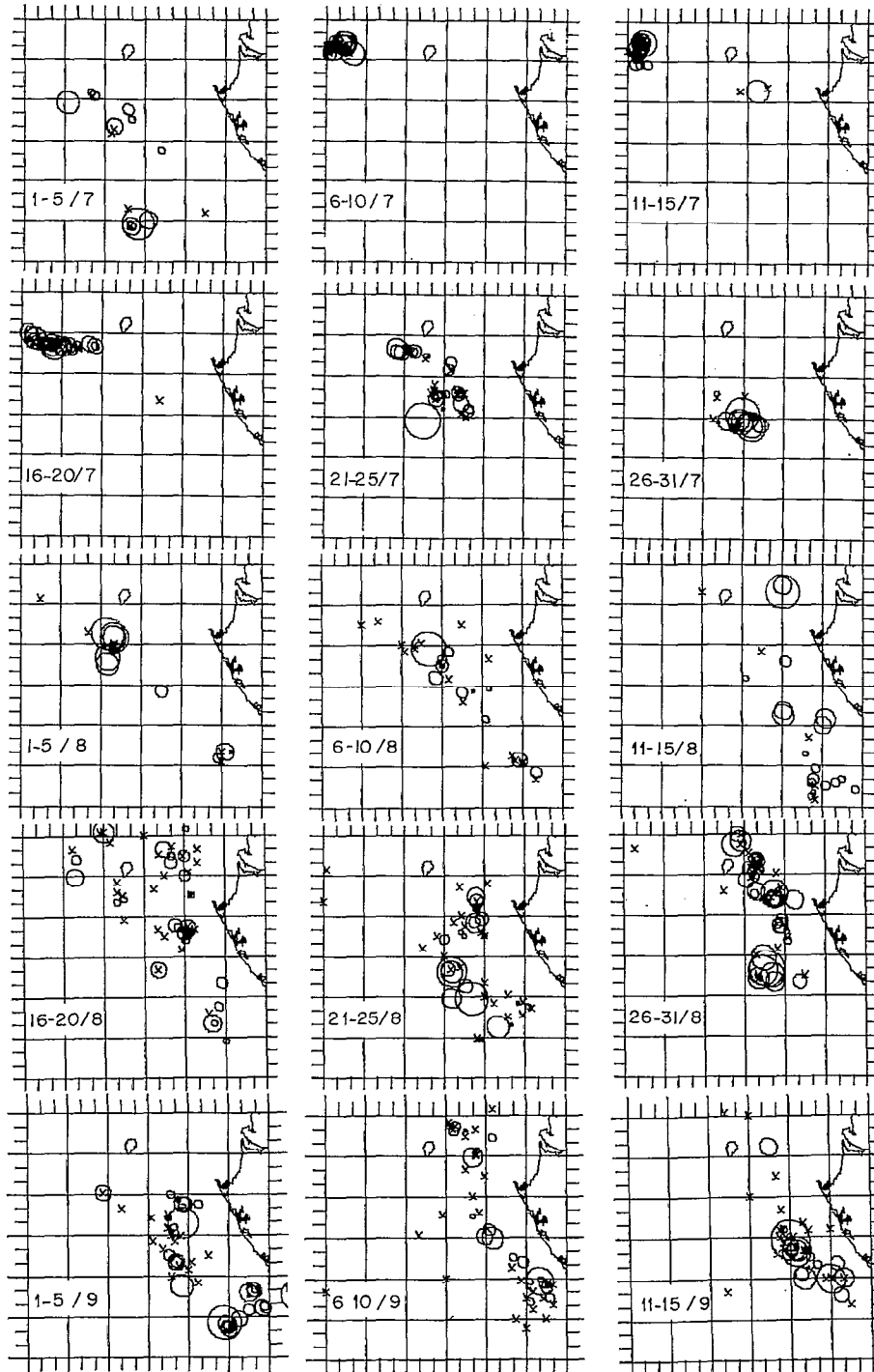


Fig. 17. — Prises des senners français dans le secteur du Cap Lopez du 1^{er} juillet au 15 septembre 1977. Une croix (x) signifie un jour de pêche sans prise. Un cercle signifie une prise proportionnelle à la surface du cercle (maximum = 100 tonnes).

de connaître les prises par quinzaine dans le secteur pour l'ensemble de la flottille F.I.S. et de calculer les facteurs d'extrapolation correspondants. Cette opération est malheureusement difficile à réaliser au niveau de l'ensemble des flottilles ayant exploité la concentration par suite de l'insuffisance des statistiques de pêche de certains pays : seules les captures des grands senneurs américains et des canneurs japonais sont connues.

Deux types de concentration de thons peuvent schématiquement être mis en évidence :

(1) « Hyperconcentrations » ou très fortes concentrations présentes plusieurs jours sur une très petite surface : un tel type de concentration est observé du 6 au 15 juillet 1977 à l'ouest de l'île de Sao Tomé. La surface moyenne exploitée de cette concentration est d'environ 400 milles soit seulement 1/9 d'un carré de 1° qui est l'unité géographique standard des statistiques thonières (fig. 17). Du 5 au 28 juillet, un nombre élevé de calées est effectué par la flottille échantillonnée : 329 calées pour 166 jours de mer, soit une moyenne de 2 calées par jour et par bateau. Les prises de l'échantillon atteignent 4 228 tonnes, dont 54 % d'albacores, avec un rendement moyen de 24,7 tonnes par jour.

On notera que cette concentration garde la même position géographique durant une période de 8 jours, puis après s'être déplacée vers le sud d'une trentaine de milles, dérive rapidement vers l'est à une vitesse apparente d'environ 17 milles par jour du 15 au 22 juillet, puis semble se disperser dans le secteur du Cap Lopez. Ce déplacement apparent correspond probablement à un mouvement réel des thons au sein du sous-courant de Lomonosov, qui est situé très exactement dans l'axe du déplacement de cette concentration. La vitesse apparente de cette concentration est inférieure à la vitesse de la veine la plus rapide du dit courant qui, située vers 40 m de profondeur, possède à cette saison une vitesse d'environ 80 cm/s à 1 m/s, soit 38 milles par jour (HISARD *et al.*, 1976).

(2) Concentrations lâches : ce type de concentration est observé en août et septembre 1977 dans le secteur du Cap Lopez (fig. 17), cette concentration étant sans doute issue, au moins partiellement, de celle exploitée en juillet plus à l'ouest. On constate que jusqu'à l'arrêt de la pêche dans le secteur, le 19 septembre, la zone de pêche est relativement étendue et couvre en permanence plusieurs carrés de 1° de côté. Le listao est largement majoritaire et représente 66 % des captures dans le secteur durant les mois d'août et septembre, cette proportion étant très constante durant les deux mois d'exploitation. Un total de 5 676 tonnes de thons sera capturé par la flottille échantillonnée durant 424 jours de mer, 452 calées ayant été effectuées, soit 1,07 calée par jour de mer.

Sans vouloir chercher à déterminer dans quelle mesure ces observations sont extrapolables ou non à l'exploitation d'autres concentrations, il est du plus grand intérêt d'analyser à titre d'exemple la dynamique de la concentration exploitée et les paramètres de cette pêcherie locale.

Quelques traits majeurs de l'évolution de la concentration doivent être notés :

— ce secteur a une surface exploitable de 33 carrés statistiques de 1°, les prises provenant de 22 carrés de 1°. La surface de la concentration exploitée est approximativement constante durant la saison de pêche.

— Les prises par unité d'effort exprimées par temps de pêche ou par temps de recherche (c'est-à-dire en excluant du temps de pêche les temps morts consacrés aux calées) montrent des fluctuations et des tendances voisines; la p.u.e. par temps de recherche montre toutefois une diminution plus forte durant la saison de pêche (fig. 18).

— Très forte prise par unité d'effort du 6 au 10 (supérieure à 30 tonnes par jour de mer) suivie d'une diminution rapide (du 11 au 26 juillet) puis d'une relative stabilité à un bas niveau, et d'une forte baisse à partir du 13 septembre (fig. 18 a et d).

— Tendence décroissante de la p.u.e. e1 listao,

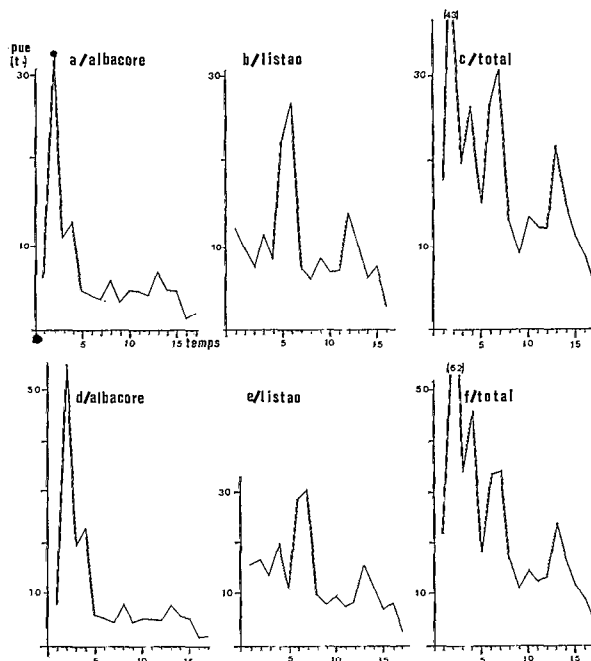


Fig. 18. - - Prises par unité d'effort d'un échantillon de senneurs F.I.S. dans le secteur du cap Lopez par périodes de 5 jours du 1^{er} juillet au 25 septembre 1977. Cette p.u.e. est calculée par jour de pêche (a à c) et par 10 heures de recherche (d à f), pour l'albacore (a et d), pour le listao (b et e) et pour les deux espèces réunies (c et f).

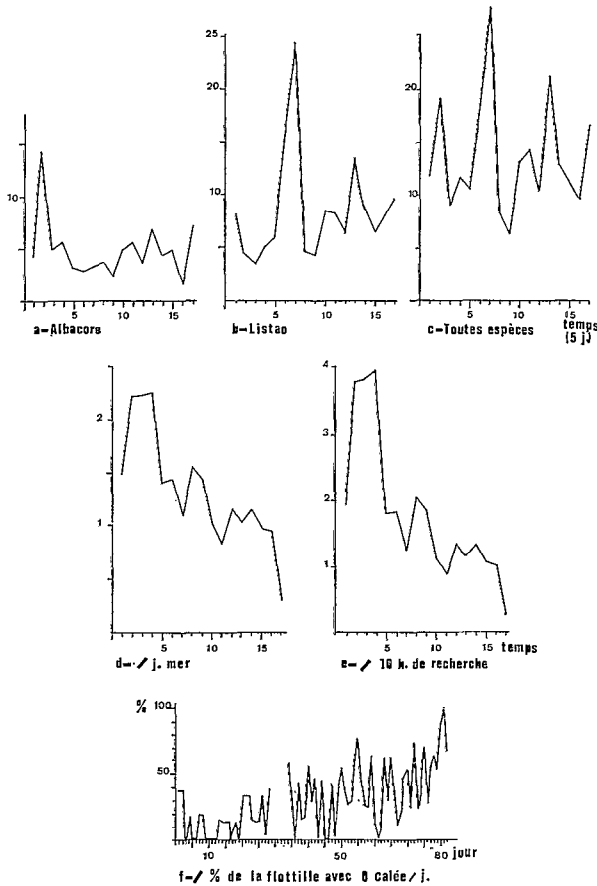


Fig. 19. — Évolution de quelques paramètres caractéristiques de la pêcherie de senneurs F.I.S. durant la période du 1^{er} juillet au 25 septembre 1977 dans le secteur du cap Lopez (19 a à e par périodes de 5 jours, 19 f par jour); a, b, c : prises par calée; d, e : nombre de calées.

exception faite d'un maximum des p.u.e. observé du 25 juillet au 5 août (fig. 18 b et c).

— Diminution régulière du nombre total de calées par jour de mer durant toute la période, c'est-à-dire du nombre de bancs rencontrés dans le secteur (malheureusement les livres de bord ne permettent pas de déterminer les espèces constituant les bancs rencontrés) (fig. 19 a).

— Parallèlement au point précédent, augmentation régulière durant toute la période de la proportion des jours où aucune calée n'a été effectuée, c'est-à-dire de la proportion des senneurs présents dans le secteur sans avoir rencontré au moins un banc dans la journée considérée (fig. 19 f).

— La prise par calée (fig. 19 a, b et c) montre une variabilité importante. Toutefois, ce paramètre ne semble manifester aucune tendance nette durant la période étudiée. De ce fait, la diminution de la p.u.e. est probablement explicable, beaucoup plus

par une diminution du nombre de bancs que par une baisse de leur taille moyenne (cela ne sera vrai que dans la mesure où la prise par calée traduit la taille des bancs).

La capture totale enregistrée dans le secteur du 1^{er} juillet au 20 septembre par les flottilles française, ivoirienne, américaine et japonaise peut être estimée à 21 000 tonnes (soit 21 % de la prise annuelle

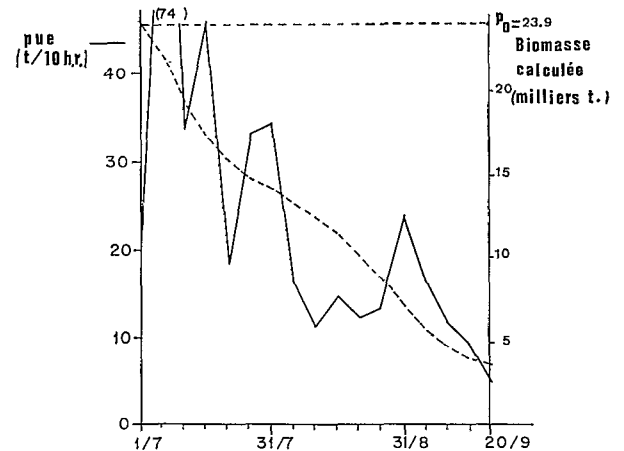


Fig. 20. — Évolution comparée des p.u.e. et de la population théorique exploitée dans le secteur du cap Lopez du 1^{er} juillet au 20 septembre 1977 par périodes de 5 jours.

réalisée par les pêcheries de surface atlantique). Ont probablement aussi exploité cette concentration les canneurs coréens et ghanéens dont les zones de pêche exactes ne sont pas connues. Les senneurs espagnols exploitaient à cette saison le secteur de Dakar et se trouvaient tous, semble-t-il, hors du secteur de l'étude.

Grâce à quelques hypothèses il est possible d'estimer le taux d'exploitation de la concentration et l'importance de la population sous-jacente. La méthode employée est l'analyse des cohortes qui est ici utilisée dans un cadre particulier : le vecteur des prises est constitué par le tonnage total capturé par périodes de 5 jours, la population sous-jacente calculée étant donc la biomasse théorique exploitée.

On fait, dès lors, les hypothèses suivantes :

— la croissance pondérale est supposée nulle durant l'intervalle de 3 mois.

— La mortalité naturelle est nulle et la population exploitée est supposée isolée, c'est-à-dire qu'il n'y a ni émigration, ni immigration dans la zone durant la période.

— La baisse de la prise par unité d'effort traduit donc la baisse de l'abondance; la p.u.e. employée est calculée par 10 heures de recherche, cette unité étant jugée la plus représentative (LAUREC et LE

TABLEAU XI

Facteurs q et taux d'exploitation sur la concentration exploitée dans le secteur du cap Lopez du 1/07/1978 au 20/09/1978

Période 5 jours du 1/7 au 20/9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Facteur q (a).....	793	1985	1005	1442	857	1860	2252	1029	800	1200	1175	1341	2977	2661	2365	2316	1458
(b).....	747	1859	933	1329	784	1691	2037	925	715	1064	1025	1148	2471	2117	1806	1699	1041
Taux d'exploitation (a).. sur 5 jours	38	148	81	112	69	61	44	76	38	102	139	129	221	185	152	146	34
(b).. (%)	36	140	76	104	63	56	40	69	34	91	122	111	187	150	119	109	25

(a) d'après p.u.e. par jour de pêche ;

(b) d'après p.u.e. par 10 h de recherche.

GUEN, 1977). On admet donc que les variations du milieu introduisent un résidu aléatoire dans la p.u.e. mais que la disponibilité du stock ne manifeste pas de tendance durant les 3 mois de la saison de pêche.

Cette hypothèse supplémentaire permet de choisir parmi les multiples solutions de l'analyse des cohortes le vecteur de taux d'exploitation qui correspond à une population sous-jacente ayant la même tendance que la p.u.e. observée; on choisira cette solution en minimisant la somme des carrés des écarts entre les deux vecteurs des populations théoriques et des p.u.e. observées.

Les résultats obtenus sont représentés fig. 20.

Dans le cadre de nos hypothèses, on obtient les estimations suivantes : la population initiale est

estimée à 23 900 t si les p.u.e. de référence sont exprimées en tonnes par 10 heures de recherche, et à 25 300 t si les p.u.e. sont en nombre de calées par 10 heures de recherche.

Le taux moyen d'exploitation par périodes de 5 jours est de 10 % (tabl. XI). Les facteurs q de « capturabilité » reliant la mortalité par pêche au nombre de jours de pêche et de recherche sont donnés sur le tableau XI. On notera un accroissement de ce facteur durant la deuxième moitié de la période d'exploitation. Cet accroissement est particulièrement net quand l'effort est exprimé en jours de pêche. Cela peut s'expliquer par le fait que, durant les périodes de fortes abondances, le thonier est immobilisé par des manœuvres de senne durant une partie importante de son temps de mer, alors qu'aux faibles niveaux d'abondance, les temps de prospection durant chaque jour de mer seront beaucoup plus importants.

6. CONSÉQUENCES POSSIBLES DE L'ÉVOLUTION DES STRATÉGIES DE PÊCHE SUR DES STOCKS A CONCENTRATIONS SAISONNIÈRES

En ce qui concerne l'albacore, l'existence de fractions de populations qui se concentrent temporairement dans certaines zones, où ils deviennent particulièrement vulnérables à certaines pêcheries, peut aussi jouer un rôle très important dans la dynamique du stock et de la pêcherie.

On montre aisément les conséquences éventuelles de ces mécanismes grâce à un modèle de simulation ayant les caractéristiques suivantes : un certain nombre d'individus sont disponibles dans une unité spatio-temporelle donnée pour une flottille de grands senneurs. La mortalité naturelle est supposée nulle, car jugée négligeable durant une saison de pêche. Il n'y a ni émigration ni immigration à

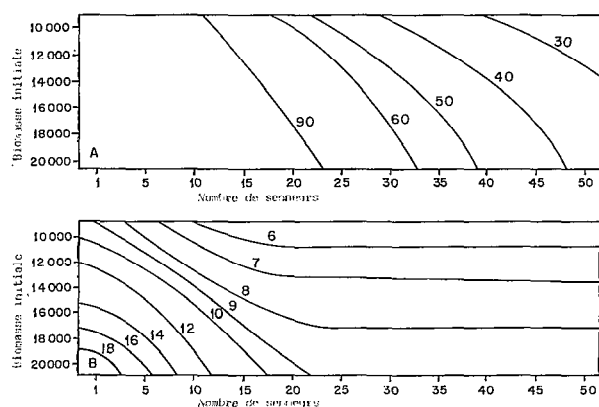


Fig. 21. -- Exploitation simulée d'une concentration, évolution en fonction de la biomasse initiale présente et du nombre de senneurs : A, du nombre de jours de pêche pour que la p.u.e. par jour de pêche décroisse jusqu'à un niveau de 3 tonnes par jour. B, de la p.u.e. par jour de pêche obtenue pendant la durée de l'exploitation de la concentration

partir de (ou vers) la cellule qui est isolée. Le nombre de grands senneurs qui exploitent la concentration est variable; ces bateaux restent dans la même zone de pêche tant que leurs rendements sont supérieurs à 3 tonnes par jour de pêche; sinon, tous les thoniers partent à la recherche d'une autre concentration indépendante qu'ils trouvent immédiatement et exploitent à nouveau. Le nombre d'individus, dans chacune des concentrations, est variable de 500 000 à 1 000 000, d'un poids moyen de 20 kg. Le facteur q permettant de calculer la mortalité par pêche générée par unité d'effort nominal est constant et égal à 0.001.

On obtient les *résultats* suivants :

Pour des valeurs jugées « raisonnables » des populations initiales présentes dans une concentration (10 000 à 20 000 t), les captures réalisées par 10 à 15 senneurs sont relativement faibles et les rendements ne descendent pas jusqu'au niveau critique de 3 t/J (fig. 21). Si le nombre de thoniers est plus élevé (20 à 50) le rendement ne décroît plus parce que les bateaux exploitent de nouvelles concentrations.

On peut ainsi, à titre d'exemple, comparer la dynamique de 3 concentrations indépendantes, soumises à des efforts de pêche croissants, dans le cadre des hypothèses de base du modèle.

Trois concentrations de 10 000 t chacune sont présentes, dans un premier exemple. Cinq senneurs exploitent la première concentration rencontrée pendant les 3 mois où elle est disponible et laissent vierges les deux autres concentrations. Ils obtiennent un rendement moyen de 8,1 t/JM et capturent 3 645 t. La biomasse totale de la population constituée par les 3 unités a diminué de 30 000 t à 26 355 t.

Dans un deuxième exemple 40 senneurs exploitent la même ressource. Ils auront atteint le rendement critique en 31 jours pour chaque concentration. Ils obtiendront, en 3 mois, un rendement moyen de 5,7 t/j et captureront 21 318 tonnes. La biomasse totale de la population n'est plus que de 6 860 tonnes.

La p.u.e. a donc, entre ces deux exemples, subi une diminution d'un indice 1.00 à 0.70, alors que la biomasse était réduite d'un niveau 1.00 à un niveau 0.26. Dans le même temps, l'effort augmentait dans un rapport 1 à 8 et entraînait une augmentation de la prise de 1 à 5.9.

Ces résultats ne seront représentatifs d'une réalité que dans la mesure où les concentrations de thonidés se comportent comme autant de stocks momentanément isolés, exploités par des flottilles ayant une stratégie voisine de la précédente. Il est cependant probable que ce mécanisme peut conduire à sous-estimer temporairement, mais peut-être largement, les baisses d'abondance du stock qui résultent de l'accroissement rapide de l'effort de pêche quand

une pêcherie exploite un nombre croissant de concentrations. Ce biais dans l'estimation de l'abondance, s'il existe, ne sera que temporaire. A moyen terme, par exemple après un cycle annuel ou deux, ce biais doit être résorbé progressivement par les migrations et les mélanges des individus qui conduisent à la formation de nouvelles concentrations de thons.

7. CALCUL D'UN INDICE DE PRISE PAR UNITÉ D'EFFORT POUR L'ALBACORE

7.1. Méthode de calcul

L'analyse des données qui précède a mis en évidence un certain nombre de biais possibles dont il est indispensable de tenir compte si l'on cherche à estimer l'évolution de l'abondance de la ressource. Un nouvel indice d'abondance a donc été calculé pour l'albacore de la manière suivante :

— la base de temps est la quinzaine de pêche, strate jugée plus homogène que le mois de débarquement précédemment utilisé, du fait des variations de rendements rapides dans la pêche thonière,

— la zone d'albacore dans laquelle la p.u.e. est calculée et déterminée selon un critère hydrologique

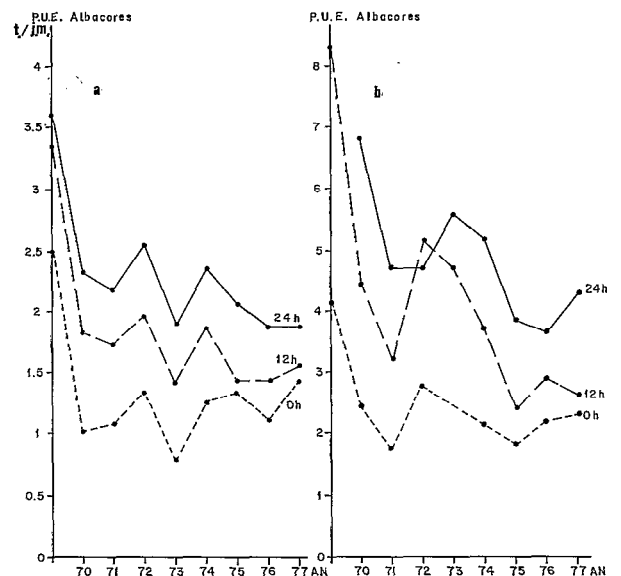


Fig. 22. — p.u.e. en albacore des senneurs moyens (a) et des grands senneurs F.I.S. (b). Moyennes annuelles de 1969 à 1977 calculées selon la méthode de calcul décrite au paragraphe 7.1 dans le secteur côtier de l'Atlantique est (réunion des trois secteurs de Dakar, Abidjan et Pointe-Noire). Les carrés de 1° dans lesquels un effort égal ou inférieur à 0,12 et 24 heures de pêche par quinzaine sont éliminés du calcul.

par la présence d'eaux de surface ayant une température supérieure à 23°, sans tenir compte des captures de listao. Les isothermes moyens mensuels extraits de l'atlas d'HASTENRATH et LAMB (1978), obtenus à partir des observations de navires marchands ont été utilisés. L'emploi de cette méthode est rendue indispensable par la baisse des prises d'albacores dans certaines zones traditionnelles de cette espèce (cf. fig. 10). Ce procédé de calcul semble surtout intéressant dans l'avenir où on ne peut exclure l'hypothèse d'une future baisse d'abondance du stock d'albacores déjà fortement exploité. Dans cette hypothèse, ce mode de calcul permettra de ne pas éliminer des calculs les strates spatio-temporelles dans lesquelles l'albacore est devenu moins abondant que le listao par suite de son abondance réduite, ou d'une abondance exceptionnellement forte de listao.

— L'analyse des rendements des senneurs a montré la forte hétérogénéité des catégories actuelles, spécialement les catégories 4 et 5. Il apparaît surtout que l'accroissement de l'effort de pêche de chaque catégorie se fait par l'incorporation au sein de chaque groupe, de senneurs ayant des caractéristiques très voisines mais une puissance de pêche supérieure; ceci introduit un sérieux biais tendant à sous-estimer l'accroissement de l'effort de pêche si la catégorie est jugée homogène.

Une standardisation des puissances de pêche des senneurs est donc effectuée au sein de chaque engin (sanneur moyen et grand sanneur), en calculant pour chaque bateau individuellement un coefficient de puissance de pêche. Ces coefficients sont calculés

en fonction d'un bateau type de référence (choisi dans la moyenne de chaque engin) par le rapport des rendements annuels moyens de chaque sanneur durant la période où les deux senneurs ont pêché en commun. Le temps de mer de chaque sanneur (par carré de 1° et par quinzaine) est ensuite multiplié

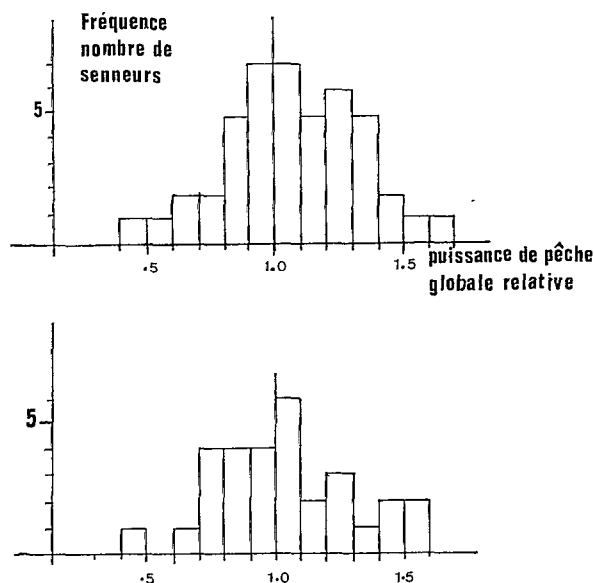


Fig. 23. — Distribution des puissances de pêche globales relatives à un bateau type ayant une puissance de pêche égale à 1.0 pour les senneurs moyens des catégories 3 et 4 (figure du haut) et les grands senneurs F.I.S. des catégories 5 à 7 (figure du bas) (Période 1969 à 1977).

TABLEAU XII

Moyennes des p.u.e. en albacore par carré de 1° par quinzaine pour les secteurs côtiers (zones I.C.C.A.T. de Dakar, Abidjan et Pointe-Noire) et pour tout l'Atlantique est. Les carrés de 1° dans lesquels un effort de pêche inférieur à f a été exercé durant la quinzaine sont éliminés des calculs ($f = 0, 12 \text{ h}, 24 \text{ h}$)

	Engin	f (h.)	Moyennes des p.u.e. en albacore								
			69	70	71	72	73	74	75	76	77
Secteur côtier	Senneurs moyens.....	0	2.49	1.01	1.07	1.32	0.78	1.26	1.31	1.11	1.42
		12	3.39	1.82	1.68	1.97	1.41	1.79	1.37	1.31	1.54
		24	3.64	2.28	2.12	2.55	1.88	2.25	1.99	1.64	1.89
	Grands senneurs.....	0	4.12	2.43	1.74	2.77	2.42	2.14	1.80	2.23	2.31
		12	8.31	4.45	3.22	5.17	4.72	3.72	2.40	2.86	2.66
		24	—	6.65	4.13	4.77	5.61	5.02	3.36	3.62	4.02
Atl. est.	Senneurs moyens.....	0	2.44	1.03	1.07	1.31	0.76	1.29	1.37	1.31	1.44
		12	3.33	1.82	1.70	1.96	1.40	1.85	1.56	1.67	1.63
		24	3.59	2.31	2.16	2.53	1.87	2.37	2.39	2.00	2.12
	Grands senneurs.....	0	3.87	2.35	1.67	2.79	2.44	2.21	2.21	2.34	2.74
		12	8.05	4.70	3.28	5.17	4.81	4.06	3.45	3.20	3.36
		24	15.46	6.78	4.63	4.77	5.61	5.05	5.00	4.62	5.09

par son facteur de puissance de pêche. La distribution des facteurs de puissances de pêche ainsi calculés est représentée figure 23.

— L'indice de p.u.e. est calculé chaque quinzaine comme la moyenne des p.u.e., en jours de pêche dans les différents carrés de 1° exploités pour chaque engin (moyens et grands senneurs). Ce calcul est effectué dans la zone côtière de l'Atlantique (définie par la somme des trois zones I.C.C.A.T. de Dakar, Abidjan et Pointe Noire), puis dans l'ensemble de l'Atlantique de l'est. Le même calcul est réalisé successivement en incluant tous les carrés de 1° explorés, puis en éliminant ceux dans lesquels un effort de pêche inférieur à 12 h puis 24 h a été exercé par quinzaine.

L'indice de p.u.e. de chaque quinzaine n'est calculé que si un nombre minimum de carrés de 1° ont été exploités : un seuil de 5 carrés de 1° par quinzaine a été choisi pour ces calculs.

Ce type de calcul (moyenne des p.u.e. dans les différents carrés de 1°) a été employé afin d'éliminer les biais dus à la concentration variable de l'effort de pêche dans les zones de forte abondance relative. Cette méthode a en outre l'avantage de permettre des calculs de p.u.e. pour des secteurs de pêche quelconques et de tenir compte en particulier de l'extension vers le large des zones de pêche.

7.2. Résultats

Les résultats obtenus sont donnés sur le tableau XII et sur la figure 22. Les rendements en albacores manifestent une tendance décroissante régulière mais variable en valeur absolue selon la méthode de calcul (seuil d'effort en particulier) et la zone d'étude. Les estimations d'abondance obtenues selon la méthode traditionnelle (FONTENEAU-SOISSON, 1974) sont finalement assez peu différentes de celles obtenues par la présente méthode, si ce n'est que la baisse de l'abondance est en général plus accentuée par la nouvelle méthode de calcul.

8. CONCLUSIONS

La présente analyse des données existantes confirme, s'il en était besoin, que les prises par unité d'effort d'une flottille de senneurs ne permettent vraisemblablement pas d'estimer sans biais les variations d'abondance des stocks de thons. L'ensemble des biais mis en évidence ou soupçonnés concourent, pour la plupart, à surestimer l'abondance actuelle des stocks. Cela s'expliquera très simplement par le fait que le pêcheur améliore sa technique de pêche et modifie sa stratégie afin de maintenir

des rendements stables malgré la baisse d'abondance des ressources.

Divers facteurs permettent d'expliquer cette tendance particulièrement forte dans l'évolution de la pêcherie de senneurs F.I.S.

Certains sont facilement mis en évidence : par exemple la puissance de pêche accrue des nouveaux thoniers, l'évolution de la concentration des flottilles sur les concentrations de thons. La présente étude suggère que ce mécanisme pourrait introduire un biais provisoire mais important dans les estimations actuelles de l'abondance, biais lié au fait que les p.u.e. restent bonnes tant que la flottille est en mesure de détecter de nouvelles concentrations de thons.

D'autres biais apparaissent vraisemblables et pourraient être mis en évidence si des données adéquates avaient été recueillies dans le passé, par exemple :

(1) une diminution probable, de 1969 à 1978, de la durée des coups de senne, à taille égale de bancs.

(2) La nature de la relation entre la p.u.e. par temps de pêche et celle par temps de recherche qui fait qu'une forte diminution du nombre des bancs peut n'entraîner qu'une baisse modérée des p.u.e. par jour de pêche, données seules disponibles actuellement.

(3) Une amélioration technologique des sennes qui les rend plus performantes (vitesse de plongée).

Enfin, divers biais non quantifiables sont aussi probables :

- amélioration de la connaissance des lieux et des saisons de pêche favorables,
- amélioration de la compétence d'un nombre croissant de capitaines de pêche,
- acquisition d'informations permettant des prospections plus efficaces (télé-détection par satellites, prospections par avion, point par satellite, etc.).

L'ensemble de ces éléments suggère fortement que la baisse des p.u.e. observée de 1969 à 1977 sous-estime sans doute largement la baisse de la biomasse du stock d'albacores.

REMERCIEMENTS

Nos vifs remerciements sont adressés à l'équipe pêche du C.O.B. pour les programmes d'ordinateur qu'elle nous a fournis et à M. PRADO, chercheur à l'I.S.T.P.M., pour ses excellentes observations sur la durée des calées des senneurs F.I.S., données qu'il nous a fournies aimablement. MM. PIANET et CHAMPAGNAT, chercheurs à l'O.R.S.T.O.M., ont revu le manuscrit de cet article et y ont apporté des corrections.

*Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.
le 8 mai 1979.*

BIBLIOGRAPHIE

- BROADHEAD (G.), 1962. - Recent changes in the efficiency of vessels fishing for yellowfin in the eastern Pacific Ocean. *Inter Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.*, 6 (7) : 281-332.
- FONTENEAU (A.) et SOISSON (P.), 1975. - Effort et prise par unité d'effort dans la flottille thonière franco-ivoiro-sénégalaise. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XIII, n° 2 : 145-161.
- GREENBLATT, 1977. - Factors effecting tuna purse seine fishing effort. *Rec. Doc. Scient. I.C.C.A.T.*, vol. VI, n° 1 : 18, 30 p.
- GRIFFITHS (R.), 1960. - A study of measures of population density and of concentration of fishing effort in the fishery for yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, in the eastern tropical pacific ocean, from 1951 to 1956. *Bull. I.A.T.T.C.*, vol. IV, n° 3 : 41-136.
- GULLAND (J. A.), 1956. - On the fishing effort in english demersal fisheries. *Fish Invest.* (2) vol. XX.
- GULLAND (J.), 1964. - Catch per unit effort as a measure of abundance I.C.E.S. Rapports et procès-verbaux, vol. 155, 1963, Symposium on the managment of fish stocks : 8-14.
- HASTENRATH (S.) and LAMB (P.), 1978. - Climatic Atlas of the tropical Atlantic and eastern Pacific ocean. The University of Wisconsin press.
- HISARD (P.), CITEAU (J.) et MORLIÈRE (A.), 1976. - Le système des contre-courants équatoriaux sub-superficiels. Permanence et extension de la branche sud dans l'océan Atlantique. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* vol. XIV, n° 3 : 209-220.
- LAUREG (A.), 1977. - Analyse et estimation des puissances de pêche. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 37 (2) : 173-185.
- LAUREG (A.) et LE GUEN (J.-C.), 1977. - Prise par unité d'effort des sennieurs et abondance : impact des structures fines. *Rec. Doc. Scient. I.C.C.A.T.*, vol. VII (S.C.R.S./77/97), n° 1 : 30-54.
- PELLA (J. J.) and PSAROPOULOS (C. T.), 1975. - Measures of tuna abundance from purse seine operations in the eastern Pacific ocean adjusted from fleet wide evolution of the increasing fishing power, 1960-1971. *Bull. I.A.T.T.C.*, vol. 16, n° 4 : 283-399.
- POINSARD (F.), LE GUEN (J.-C.), 1970. - Observations sur la définition d'une unité d'effort de pêche applicable à la pêcherie de thon de l'Atlantique tropical africain. *Doc. scient. du centre O.R.S.T.O.M. de Pointe Noire.* N.S. n° 5, 8 p.
- POSTEL (E.), 1965. - Les thoniers congélateurs français dans l'Atlantique africain. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. III, n° 2 : 19-62.
- ROBSON (D.), 1966. - Estimation of the relative fishing power of individual ships. *Res. Bull. Int. Com. NW Atlant. Fish.*, 3 : 5-14.
- ROTSCHILD (B. J.) et ROBSON (D. S.), 1972. - The use of concentration indices in fisheries. *Fish. Bull.*, vol. 70 : 511-514.
- STRETTA (J. M.), 1977. - Température de surface et pêche thonière dans la zone frontale du Cap Lopez (Atlantique tropical oriental) en juin et juillet 1972, 1974 et 1975. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XV, n° 2 : 163-180.