

Eléments relatifs à l'Effort de Pêche exercé sur le Listao de l'Atlantique (*Katsuwonus pelamis*) et Calcul d'Indices d'Effort Spécifiques

ALAIN FONTENEAU

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), 213, rue Lafayette, 75010 Paris, France, en affectation temporaire au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, Sénégal.

L'article analyse l'hétérogénéité spatio-temporelle des densités relatives apparentes d'albacore et de listao d'une part, et de l'effort de pêche d'autre part. L'analyse est menée à un niveau pluriannuel pour l'ensemble des flottilles, et sur les flottilles FISM et espagnole durant l'exploitation de quelques concentrations d'albacore et de listao en 1981. L'article conclut qu'un triple indice de *pue*, selon la dominance de l'une ou de l'autre espèce ou selon l'équilibre de leurs proportions, serait préférable à l'emploi des indices classiques qui ne tiennent pas compte de l'espèce cible. Les biais potentiels à l'emploi d'un tel indice n'ont pas été analysés et demandent à être explorés.

L'article présente une analyse de la distribution statistique des prises par carrés de 1° et envisage la possibilité de calculer un indice d'"effort listao" à partir des trois strates dans lesquelles cette espèce est régulièrement abondante: zone du Cap Vert, zone du Cap des Trois Pointes et zone du Cap Lopez. Cet indice est comparé au précédent.

This paper analyzes the spatio-temporal heterogeneity of apparent relative densities of skipjack and yellowfin tunas on the one hand, and fishing effort on the other hand. The analysis is conducted over several years for all fleets, and during 1981 for the exploitation of certain aggregations of skipjack and yellowfin by the FISM and Spanish fleets. The paper concludes that a triple index of catch per unit of effort (CPUE) which depends on the dominance of one or another species, or on the equilibrium of their proportions, would be preferable to the use of the classical index which does not take into account the target species. The potential biases of this index have not yet been analyzed, and should be examined.

The paper also presents an analysis of the statistical distribution of catches by one degree square, and explores the possibility of calculating an index of "skipjack effort" from the three strata in which this species is regularly abundant: Cape Verde zone, zone of Cape Three Points, and zone of Cape Lopez. This index of effort is compared to the earlier one.

El artículo analiza la heterogeneidad espacio-temporal de las densidades relativas aparentes del rabil y el listado, por una parte, y del esfuerzo de pesca por la otra. El análisis se efectúa sobre varios años respecto al conjunto de las flotas y respecto a las flotas FISM y española, sobre el período de explotación de algunas concentraciones de rabil y listado, en 1981. Se llega a la conclusión que el empleo de un triple índice de CPUE, según domine una u otra especie, o según el equilibrio de sus proporciones, sería preferible al empleo de los índices clásicos, que no tienen en cuenta la especie que se persigue. Los sesgos que podría generar el empleo de este índice no han sido analizados y deben estudiarse. El artículo presenta un análisis de la distribución estadística de las capturas por cuadrado de 1° y contempla la posibilidad de calcular un índice de "esfuerzo listado" para los tres estratos en los cuales abunda el listado: Zona de Cabo Verde, Zona de Cabo Tres Puntas y Zona de Cabo Lopez. Este índice se compara con el anterior.

1. Introduction

L'effort de pêche des flottilles thonières intertropicales est par nature exercé sur trois espèces principales: l'albacore (*Thunnus albacares*), le listao (*Katsuwonus pelamis*) et le patudo (*Thunnus obesus*). Le problème du patudo ne sera pas analysé dans la présente analyse du fait des prises relativement mineures sur cette espèce, en général moins de 10%. Aucune analyse n'a à ce jour directement tenté d'analyser la notion d'effort de pêche sur le listao de l'Atlantique. Les seules analyses antérieures publiées sur l'effort de pêche des senneurs concernent essentiellement l'effort de pêche qui s'exerce sur l'albacore (Fonteneau et Soisson 1974; Fonteneau 1978).

On sait, à l'examen des statistiques de prises par 1° mois de l'ICCAT, que chaque flottille concentre préférentiellement son activité, à des degrés variables, selon la strate période-zone et selon le type et la catégorie du thonier, sur telle ou telle combinaison de ces trois espèces. On sait par ailleurs que les

albacores et patudos de petite taille sont très souvent mélangés dans certaines strates au listao dans des bancs plurispécifiques (données des observateurs scientifiques embarqués sur les canneurs et les senneurs lors de l'année listao, non publiées; Kume, le présent volume).

Dans d'autres strates, l'une ou l'autre des trois espèces est soit seule présente, soit largement dominante. En outre dans chaque strate géographique la composition spécifique évolue bien entendu en fonction du temps, d'une part en fonction des captures réalisées par les pêcheries, d'autre part des cycles biologiques de migration des espèces.

D'autre part, l'effort de pêche des senneurs se concentre saisonnièrement dans des strates géographiques et temporelles très réduites dans lesquelles l'une, l'autre, ou les deux espèces peuvent être considérées comme espèces cibles. Cette concentration géographique de l'effort de pêche s'applique aussi au niveau temporel, où d'un jour à l'autre, selon des cycles qui

restent à déterminer, une espèce est remplacée par l'autre, entraînant un changement d'espèces cibles.

Des estimations de l'effort de pêche exercé sur l'albacore sont classiquement obtenues depuis 1969 à partir de la *pue* de la flottille homogène française, ivoirienne, sénégalaise et marocaine (FISM) (Fonteneau 1978). Ces estimations sont rendues possibles par le fait que l'albacore est pour cette flottille l'espèce toujours dominante, et que les observations à bord des senneurs montrent que l'albacore est en permanence recherché par cette flottille, mais pas le listao. Pour le listao il n'existe pas de flottille thonière ayant exercé en permanence son effort de pêche sur cette espèce dans une zone significative et disposant de bonnes statistiques de pêche (prises et efforts).

L'objectif de la présente étude est de tenter de déterminer comment, connaissant la prise par espèce, par zone et période (1° mois), ainsi que les temps de pêche, estimer un effort de pêche "spécifique", et en particulier distinguer un effort de pêche sur le listao d'un effort de pêche sur l'albacore, et comment calculer un effort de pêche "effectif" exercé sur le listao, effort dont la tendance traduirait celle de la mortalité par pêche du stock. Il est pour cela nécessaire de bien décrire et comprendre comment s'exerce l'effort de pêche des thoniers senneurs sur le listao. Ce sera le premier objectif de la présente étude.

On notera toutefois que certains problèmes ponctuels ayant un rapport direct avec l'effort de pêche ne sont pas abordés dans la présente étude, mais dans d'autres documents de l'année listao. Ce sera le cas de la standardisation des puissances de pêche des thoniers individuels (Fonteneau et Mamolar le présent volume) et celui de l'analyse de la durée des coups de senne en fonction de la prise (Fonteneau, Laloe et Mamolar, le présent volume).

Par ailleurs l'analyse des données statistiques afférentes aux concentrations de thonidés exploitées en 1981 suggère qu'on pourrait classifier l'effort de pêche des senneurs intertropicaux selon trois types:

- (1) un effort sur l'"albacore"
- (2) un effort sur le "listao"
- (3) un effort mixte "albacore-listao"

En retenant ce concept comme hypothèse de travail, la présente étude aura pour autre objectif de déterminer les possibilités d'employer cette méthode et des critères objectifs qui permettraient de classifier tout effort de pêche dans l'une de ces trois catégories.

2. Matériel et Méthode

L'analyse porte d'une part sur les livres de bord des senneurs FISM, d'autre part sur ceux des senneurs

espagnols dont les prises sont disponibles journellement et par carré de un degré.

L'examen des statistiques de pêche des senneurs révèle qu'une grande majorité des prises de listao provient d'un nombre limité de zones durant des périodes limitées qui seront appelées des "concentrations".

Seront donc analysées les principales concentrations de l'effort de pêche qui ont été observées en 1981. Les concentrations analysées dans la présente étude sont données dans le Tableau 1.

Tableau 1. Dates et zone des concentrations de listao étudiées.

Concentration	Ref. dans la Fig. 3	Dates		Zones	
		Début	Fin	Lat.	Long.
EQUATEUR Trim. 1	A	1/1	30/4	5N-5S	15W-0
SENEGAL Trim. 2	B	1/4.g	30/6	20N-5N	20W-10W
CAP LOPEZ GHANA Trim. 3	C	1/5	31/8	5N-5S	5E-10E
SENEGAL Trim. 3	D	1/7	30/9	6N-0	5W-5E
	E	1/9	30/11	20N-10N	20W-10W
	F	1/10	31/12	5N-5S	25W-10W
	G	1/10	31/12	5N-5S	10W-10E
	H	1/9	31/12	5S-20S	5E-15E

Pour chaque "concentration" on analysera, par périodes de cinq jours, pour les senneurs FISM d'une part, et espagnols d'autre part:

- la prise par espèce et l'effort de pêche;
- la prise par unité d'effort non standardisée (*pue*) en albacoré et celle en listao;
- le pourcentage de chacune des espèces;
- le nombre de carrés de 1° (secteurs de soixante milles de côté à l'équateur), par cinq jours, où le listao est dominant (+ 50% de prise);
- la prise moyenne de chaque espèce par carré de 1° avec une prise.

L'examen du niveau et de l'évolution spatiotemporelle de ces critères pour chacune des deux flottilles étudiées doit apporter une meilleure compréhension de la plurispécificité de l'effort de pêche.

L'analyse portera enfin sur une statistique plurianuelle des prises spécifiques par carré de 1° combinant les prises annuelles de toutes les flottilles afin de mettre en évidence les strates géographiques caractéristiques du listao. Un indice de prise par unité d'effort pourra alors être calculé dans ces zones caractéristiques du listao.

3. Résultats et Discussions

3.1. HOMOGENEITE DES EFFORTS DE PECHE SPECIFIQUES ESPAGNOLS ET FRANÇAIS

Il est important de déterminer si deux flottilles de senneurs de nationalité et de techniques de pêche différentes opérant dans une même strate ont une composition spécifique de leur prise comparable. Une première analyse quantitative des puissances de pêche locales par espèce montre que les senneurs FISM et espagnols pêchant dans des mêmes strates ont des rendements par espèce qui, par catégorie de senneur, évoluent d'une manière identique (Fonteneau, Laloë et Mamolar, le présent volume).

La comparaison des statistiques de prises des flottilles (par carré de 1° et quinzaine de pêche) FISM et espagnole en 1981 (données disponibles à l'ICCAT) permet de faire un certain nombre d'observations:

- la composition spécifique par quinzaine des deux flottilles est très voisine quand les deux flottilles exploitent une zone commune ou proche;
- la composition spécifique et les rendements peuvent diverger notablement quand les deux flottilles exploitent à un moment donné des zones différentes.

On acceptera donc dans la suite de l'analyse l'hypothèse de travail de l'homogénéité qualitative de l'effort de pêche spécifique des flottilles de senneurs français et espagnols, ce qui permettra de ne traiter qu'un seul jeu de données combinées.

3.2. RESULTATS DE L'ANALYSE DES CONCENTRATIONS

L'étude traite les statistiques combinées des senneurs FISM-et espagnols. Les critères suivant ont été examinés:

a) Le critère prise par carré de 1° (soixante milles de côté dans la zone équatoriale) présente un certain intérêt potentiel: les prises par carré très élevées (par exemple plus de 100 t en cinq jours), correspondent de toute évidence à un effort dirigé vers l'espèce. Toutefois, dans de nombreux cas où l'effort de pêche est réduit, la prise par carré est modérée, (par exemple de 50 à 100 t par carré 1° et cinq jours), alors que l'effort est orienté très probablement vers l'espèce (Figure 1).

b) L'indice de prise/carré par unité d'effort n'est pas un indice très intéressant, car les strates avec un faible effort tendent à avoir des valeurs très élevées, contrairement aux strates dans lesquelles l'effort est élevé, dont la production par unité de surface et d'effort est modeste, alors qu'il s'agit de toute évidence d'un effort spécifique.

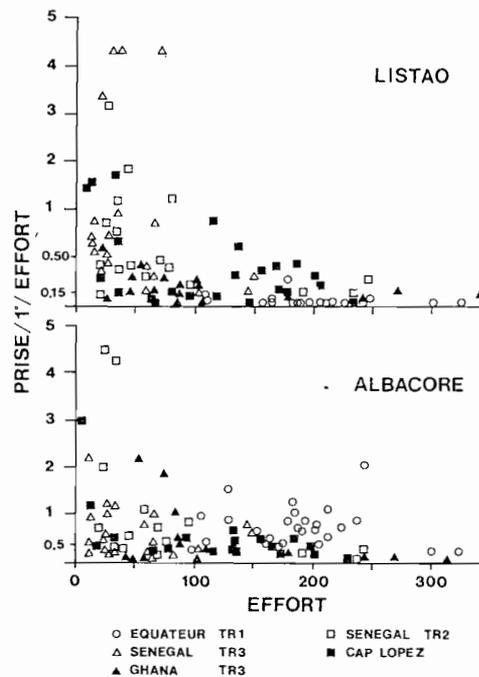


Figure 1. Relation entre effort et prise moyenne par carré 1° (5/8 jours), par jour de mer, dans les 5 principales concentrations étudiées et définies au tableau 1.

Par exemple un point situé à droite de la Figure 1 (effort élevé, par exemple 250 jours) à un niveau bas, par exemple de 0,10 ou 0,20 tonnes par 1°/jour de mer, correspondra approximativement à la présence dans la zone de vingt-cinq senneurs ayant capturé 1000 à 2000 t de listao en dix jours (selon la surface pêchée). Bien que cet indice prise par carré par effort soit dans l'exemple faible, la forte prise laisse à penser que l'effort de pêche de l'importante flottille en jeu s'exerçait effectivement sur le listao.

On peut expliquer cette observation par une saturation de l'effort de pêche quand l'intensité de pêche est trop élevée. Il s'agit d'un problème non encore étudié qui mériterait des analyses ultérieures. Cette constatation n'a en fait rien de surprenant pour un pêcheur: quand un carré de soixante milles de côté ayant une biomasse quelconque est exploité simultanément par cinquante thoniers (capables de prospecter chacun environ un cinquième de la zone chaque jour!) il est très logique pour le pêcheur que le rendement de chaque thonier soit plus faible que s'il y avait deux ou trois thoniers à exploiter la même biomasse. Les *pue* à des niveaux d'efforts très variés ne traduisent donc pas l'abondance de la même manière.

Une première analyse des *pue* FISM par quinzaine et carré de 1° durant la période 1980 et 1981 est tentée en examinant la distribution des *pue* par 1° en fonction de l'effort de pêche.

Les Tableaux 2 et 3 montrent à cet effet la fréquence des *pue* en albacore et en listao pour les années 1980 et 1981 en fonction de l'effort de pêche et de la *pue* par 1° quinzaine.

On vérifie à l'examen de ces tableaux que les strates spatiotemporelles (1° - quinzaine) dans lesquelles l'effort est très élevé ont rarement de forts rendements, contrairement aux strates où un effort réduit est exercé qui atteignent parfois des rendements très élevés. La tendance à un effort de pêche accru de 1969 à 1981 a largement accru la fréquence relative des carrés subissant un effort de pêche élevé, réduisant ainsi d'autant la fréquence des rendements élevés (Figure 2).

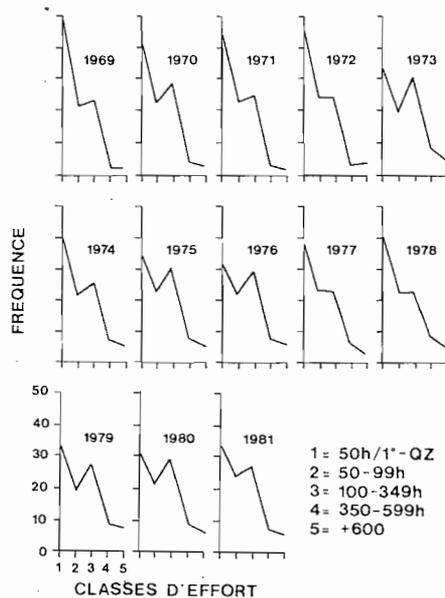


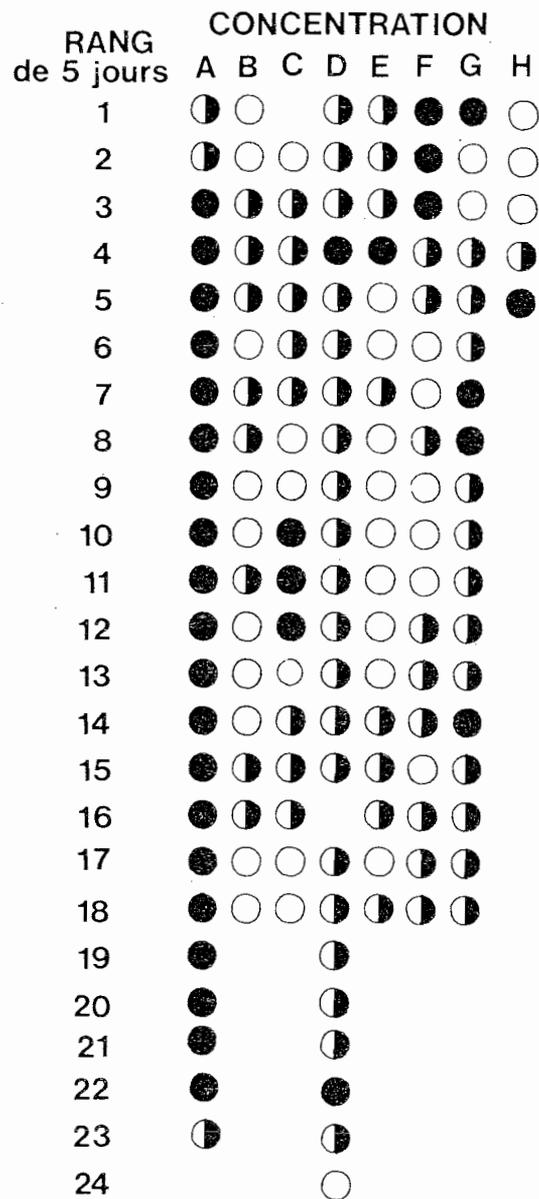
Figure 2. Evolution de la fréquence de la concentration de l'effort des senneurs FISM par 1° et quinzaine.

Cette saturation progressive de l'efficacité de l'effort de pêche de chaque thonier aux densités croissantes de bateaux est un paramètre qui a toujours été négligé par les scientifiques. Son approche est complexe car elle nécessite des fichiers internationaux selon une stratification très fine. En effet, dans l'optique de ce problème, le bas rendement d'un senneur isolé du pays A dont l'effort est réduit pourra être diminué par la présence de nombreux senneurs de la flottille du pays B présents dans la même strate.

En outre le problème de la compétition entre unités d'effort de pêche opérant dans une strate restreinte n'est évoqué ici que pour les senneurs; il se pose très vraisemblablement à un degré encore plus aigu entre des canneurs et des senneurs opérant simultanément. Enfin la comparaison des Tableaux 2 et 3, où les mêmes résultats sont représentés pour l'albacore et le listao, laisse penser que cette saturation de l'efficacité de l'effort de pêche est plus forte pour le listao, qu'elle ne l'est pour l'albacore (cette observation pouvant être lié à la biogéographie et à la distribution des deux espèces, chapitre 3.4).

En conclusion, cet indice semble d'un intérêt certain pour prolonger l'analyse générale de l'effort de pêche, mais peu utile pour distinguer un effort spécifique.

Le pourcentage de chaque espèce dans la prise reste probablement l'indice le plus intéressant et véritablement significatif de l'espèce recherchée dans une strate. Le seuil 50%, parfois employé pour déterminer



- +70% Listao
- (with horizontal line) Prise intermédiaire
- +70% Albacore

Figure 3. Classification de l'effort selon un seuil de prises par espèce = 70% dans les huit concentrations étudiées (tableau 1) par périodes de cinq jours dans leur rang chronologique.

un effort albacore ou listao selon l'espèce dominante, ne semble pas intéressant et même dangereux à retenir (Fonteneau 1978).

Ainsi un tel indice employé à une espèce qui est dominante dans la phase initiale d'une pêcherie, mais qui disparaît progressivement, victime d'une surexploitation, conduirait à sous-estimer considérablement la baisse réelle de l'abondance de l'espèce, en ne calculant plus l'indice de *pue* que dans les dernières strates de forte abondance.

On pourrait par contre envisager de distinguer trois types d'efforts de pêche basés sur le pourcentage des prises spécifiques:

- un effort listao "pur", si les prises de listao sont très dominantes (par exemple plus de 70%).
- un effort albacore "pur", si les prises de albacore sont très dominantes (par exemple plus de 70%).
- un effort "mixte", quand aucune des deux espèces n'est pondéralement dominante.

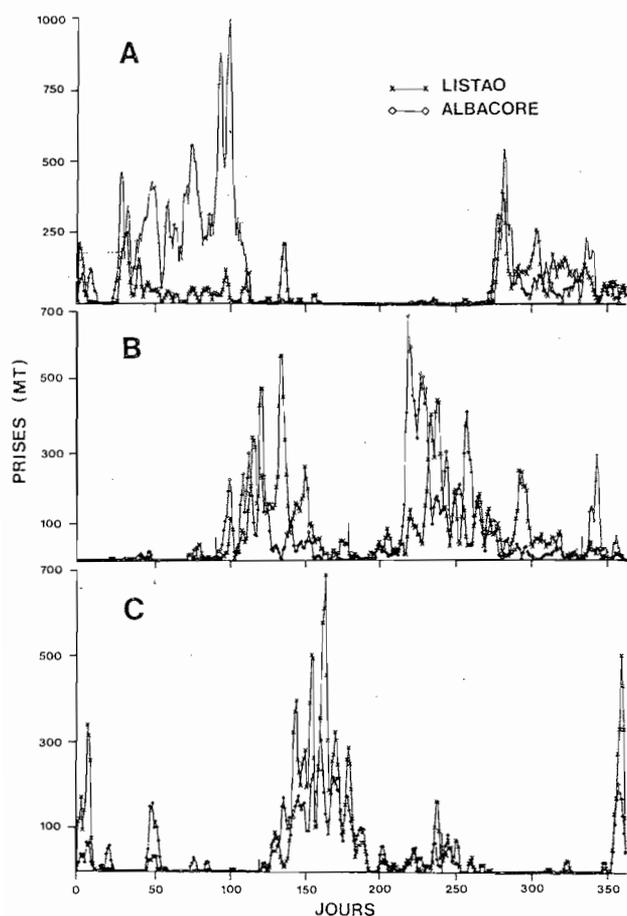


Figure 4. Prises journalières par espèce des senneurs FISM, des canneurs FISM et des senneurs espagnols (A et B) et senneurs FISM et espagnols (C) en 1981. A. dans le secteur A, "Equateur"; B. dans le secteur B, Sénégal; C. dans le secteur C, Cap Lopez.

Les concentrations étudiées pour l'année 1981 ont ainsi été classifiées schématiquement selon cette approche (Figure 3). Ces résultats semblent logiques et bien conformes à ce qu'on connaît des pêcheries. Une telle classification de l'effort de pêche a donc été envisagée et ses possibilités explorées. Bien entendu les strates fines de l'étude actuelle des concentrations ne peuvent être employées du fait que les strates employées ont une définition spatiotemporelle beaucoup plus fines que les standards statistiques de l'ICCAT; il est donc nécessaire d'envisager l'emploi de strates spatiotemporelles plus grandes adaptées aux normes de l'ICCAT; on peut penser que des strates mois et secteur $5 \times 5^\circ$ seraient une bonne base pour ce travail.

3.3. HETEROGENEITE SPATIOTEMPORELLE DE L'EFFORT ET DES CAPTURES

3.3.1. Généralités: Les moyens informatiques modernes permettent une visualisation rapide des activités fines des pêcheries; cette meilleure visualisation des opérations des flottilles thonières ne peut que faciliter la définition d'un effort de pêche spécifique. Dans ce but ont été tracés deux types de résultats:

- les prises journalières d'albacore et de listao par secteur de pêche (senneurs FISM et espagnols);
- les routes prospectées par les senneurs FISM et espagnols durant certaines quinzaines de pêche en 1981.

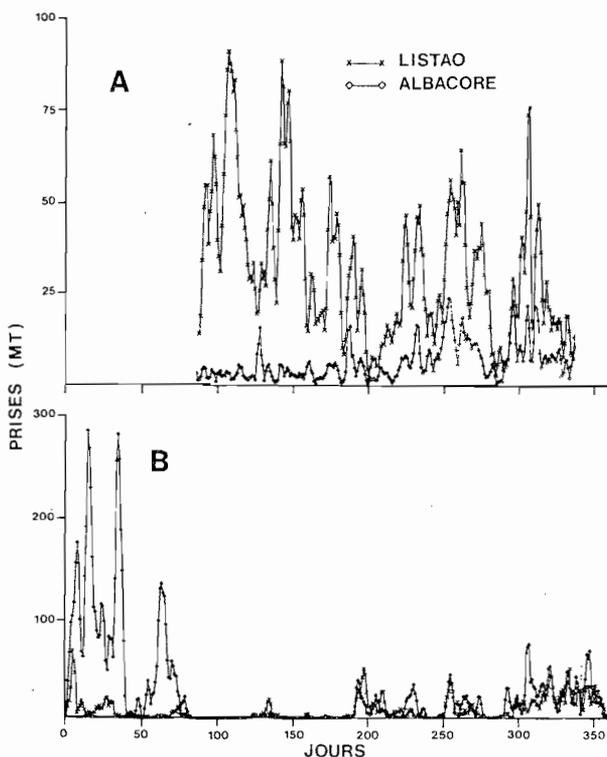


Figure 5. Prises journalières par espèce dans le secteur D. Ghana (Tableau 1). A. échantillon de canneurs de Téma d'avril à mi-décembre 1981. B. senneurs FISM et espagnols.

3.3.2. *Prises journalières par secteur et engin:* Ces résultats sont représentés sur les Figures 4 et 5. L'examen de ces figures montre l'existence de "cycles" des prises par espèce dans chaque secteur. Par exemple, au Sénégal on retrouve chaque année un cycle à deux saisons de pêche pendant lesquelles albacore et listao sont en proportions variables d'une semaine à l'autre (Figure 6). On note par ailleurs dans le secteur du Ghana la forte variabilité des prises journalières des senneurs et la relative stabilité du niveau et de la composition spécifique des prises des canneurs durant la même période (Figure 5).

3.3.3. *Analyse des zones prospectées:* On sait par les observateurs scientifiques embarqués sur les senneurs que la surface prospectée s'étend à quelques milles (trois ou quatre) de la route suivie par les navires en prospection. Le simple tracé des trajets des thoniers durant une période donnée est donc une indication de la surface réellement prospectée par la flottille. Le résultat est représenté Figures 6 à 8 avec pour la flottille FISM une représentation des prises de la période. (Une croix sur le tracé représente un coup de senne positif).

On peut faire sur ces figures divers commentaires:
 — le comportement lors des prospections des senneurs FISM et espagnols semble comparable;

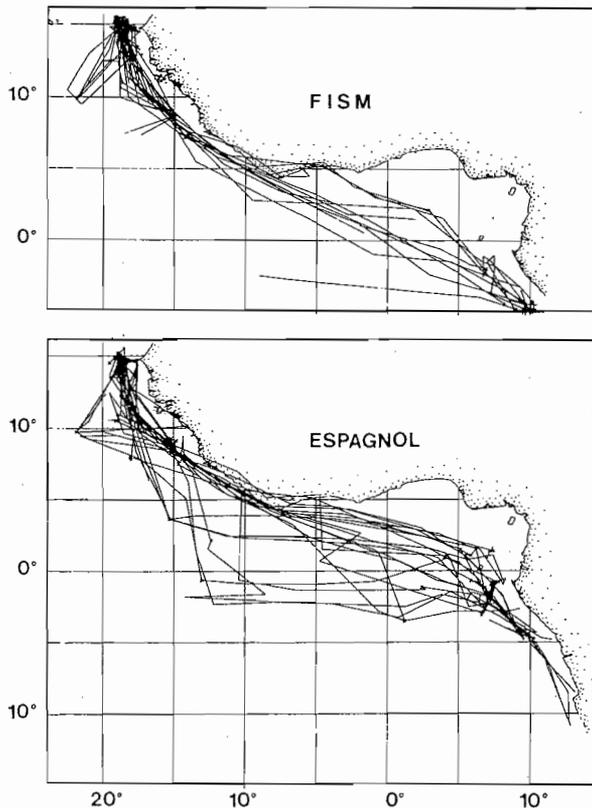


Figure 6. Routes prospectées pour les senneurs FISM et espagnols durant la première quinzaine de mai 1981.

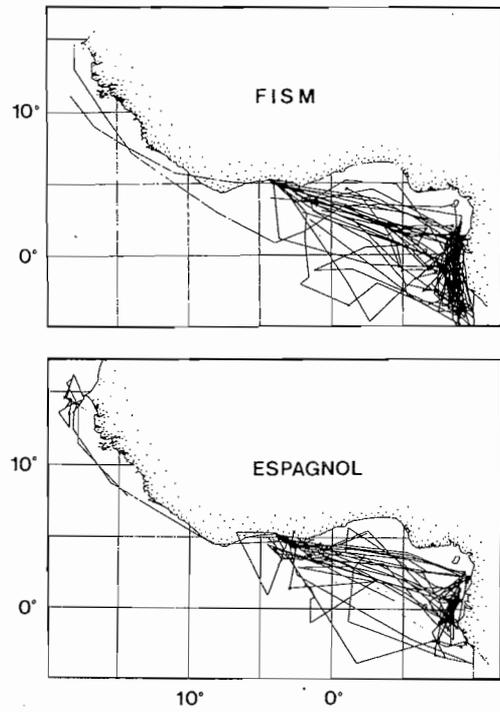


Figure 7. Routes prospectées par les senneurs FISM et espagnols durant la première quinzaine de juillet 1981.

— la surface de la zone explorée est très variable d'une quinzaine à l'autre;
 — on distingue à l'examen des routes suivies, au moins deux types d'activités de prospections:

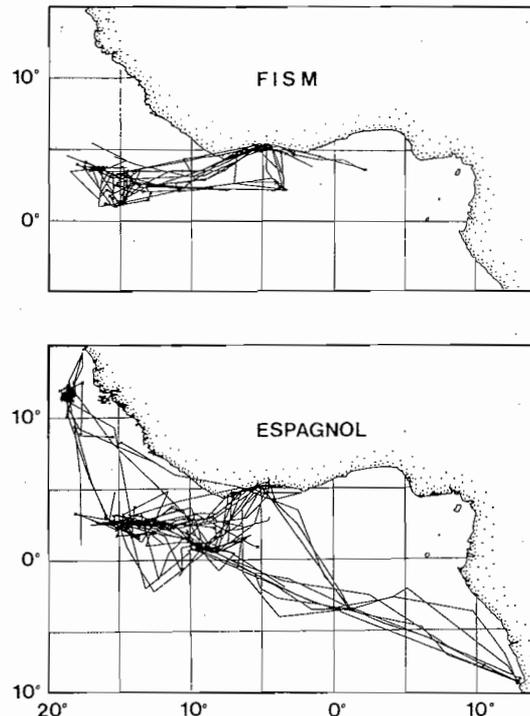


Figure 8. Routes prospectées par les senneurs FISM et espagnols durant la première quinzaine d'octobre 1981.

- (a) les prospections de "routes" entre un port et une zone de pêche, ou entre deux zones de pêche qui sont dispersées et linéaires;
- (b) les prospections au sein des concentrations; les thoniers y sont très nombreux et repassent de multiples fois durant la quinzaine dans chaque unité de surface en y donnant de multiples coups de senne.

C'est logiquement dans ces conditions d'extrême concentration de l'effort de pêche qu'on peut penser à une saturation de l'efficacité de l'effort.

On notera aussi que le taux de concentration de l'effort de pêche dans une zone restreinte dépend largement de la zone de pêche: ainsi l'exploitation dans la concentration du Sénégal (par exemple Figure 6) et du Cap Lopez (par exemple Figure 7) couvre souvent une zone extrêmement réduite dans laquelle sont agglomérés tous les thoniers. Les concentrations dans les zones du large (Libéria par exemple, Fig. 8) semblent par contre plus diffuses, les trajets des bateaux étant alors souvent plus dispersés.

Bien entendu (et malheureusement) cette distinction qui apparaît à l'examen des Figures 6 à 8 n'est pas absolue, et il est de fait difficile par exemple de tracer une frontière objective entre les deux types d'activité envisagés.

3.4. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES PRISES DE LISTAO ET CALCUL D'UN INDICE DE PUE DANS LES ZONES A LISTAO

L'analyse des rendements de la flottille FISM par 1° quinzaine de 1969 à 1981 montre que les rendements de listao sont souvent élevés pour des efforts de pêche réduits, et en général faibles quand les efforts de pêche sont élevés, alors que pour l'albacore de bonnes *pue* associées à des efforts élevés sont plus souvent observées (Tableaux 2 et 3). Il faut garder à l'esprit le fait que la flottille FISM concentre son effort de pêche en moyenne préférentiellement sur les strates à forte abondance d'albacore et la *pue* ne représente donc pas nécessairement bien le potentiel de productivité des deux espèces selon des strates spatiotemporelles fines.

Afin de mieux analyser ce point, les statistiques de prises annuelles par carré de 1° ont été compilées durant la période récente 1978 à 1981 pour l'ensemble des flottilles travaillant dans l'Atlantique est et disposant de statistiques de pêche (prises et efforts) par secteurs de 1° de côté et par mois (classiquement appelée "Tâche 2" selon les normes de l'ICCAT).

Ces résultats sont représentés sur la Figure 9 (prises moyennes d'albacore et de listao dans la période récente, 1978 à 1981), et sur la Figure 10 où est

représentée la décroissance des prises par carré de 1° pour chacune des deux espèces, en fonction du rang de la production de chaque carré.

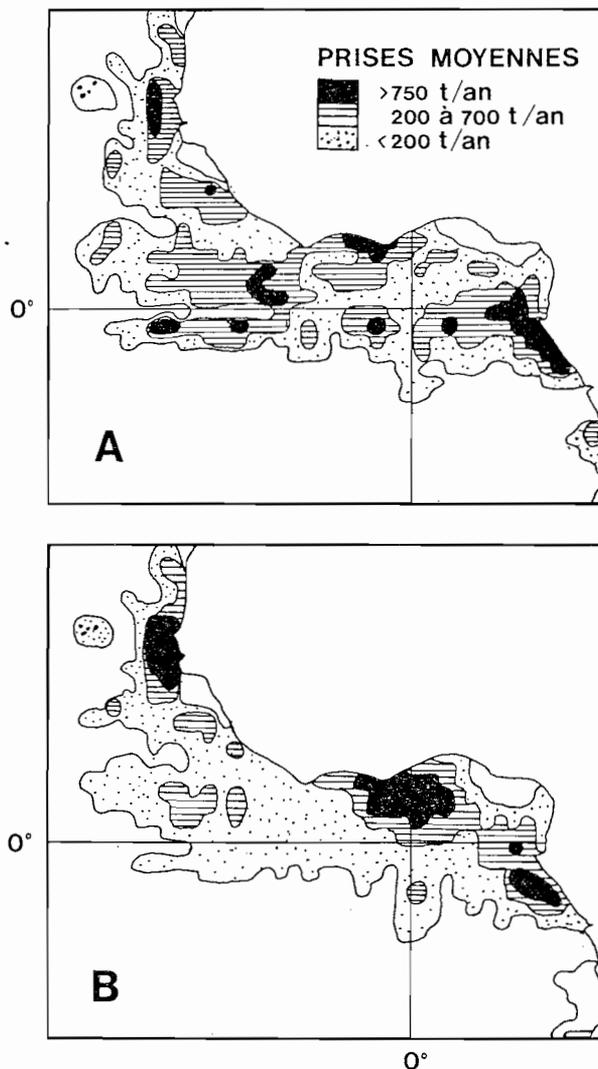


Figure 9. Prises moyennes par carré de 1°, période 1978 à 1981 (toutes flottilles). A. Albacore; B. Listao.

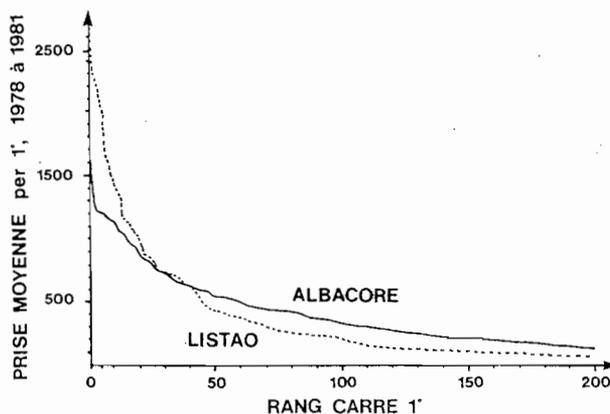


Figure 10. Prise moyenne par carré de 1° pour l'albacore et le listao, période 1978 à 1981, toutes flottilles du Golfe de Guinée; les prises par carré de 1° sont classées de gauche à droite par valeurs décroissantes.

La comparaison des cartes de pêche de l'albacore et du listao montre une distribution géographique différente des zones de fortes prises: les prises de listao proviennent principalement de trois secteurs situés au large du Cap Vert, du Cap des Trois Pointes et du Cap Lopez, qui constituent trois secteurs où les prises moyennes par carré de 1° sont supérieures à 750 t (trente-trois carrés de 1° totalisant 52% de la prise). Les zones avec des prises "moyennes", par exemple de 200 à 750 tonnes, sont assez rares pour le listao (soixante-douze carrés de 1°, soit 30% des prises) et plutôt concentrées géographiquement. Les zones de forte production d'albacore sont par contre moins fréquentes et moins productives (vingt-huit carrés totalisant 30% de la prise), et plus dispersées géographiquement. Les zones de production "moyenne" (200 à 750 t) sont beaucoup plus fréquentes pour l'albacore que pour le listao (134 carrés de 1° totalisant 53% de prises).

Cette distribution des prises moyennes par 1° d'albacore et de listao, qui apparaît géographiquement sur la Figure 9, est aussi très caractéristique sur la Figure 10 où la loi de décroissance des prises en fonction du rang du carré de 1° est très différente pour les deux espèces.

La prise moyenne de listao en fonction du rang du carré de 1° débute à un haut niveau, bien supérieur à la prise d'albacore, puis au niveau des carrés de rangs 20 à 30 devient bien inférieure à celle d'albacore.

Divers commentaires peuvent être faits sur ces résultats:

— Il se dégage qu'il existe des strates géographiques où le listao est très abondant et très disponible (Figure 9), et ceci régulièrement d'une année à l'autre (statistiques de la Tâche 2 ICCAT).

Certaines de ces zones "à listao" peuvent d'ailleurs n'être que potentielles et ne pas apparaître sur la carte actuelle des prises du fait d'un effort de pêche réduit. Il est bien évident en effet qu'en l'absence d'effort de pêche, la prise est nulle par définition, et que si l'effort de pêche est très faible, la prise totale ne peut qu'être faible même si l'espèce cible est très abondante.

Tel est probablement le cas des zones de l'Angola et de zones inconnues de l'Atlantique dans lesquelles l'effort de pêche est faible ou nul. En dehors de ces zones "à listao", l'espèce est présente mais est, soit peu abondante (densité faible), soit peu disponible aux engins de pêche actuels (pour une raison quelconque).

Sur le plan de la dynamique du stock et de l'évaluation de l'effort "effectif" exercé sur le listao, ces

observations pourront avoir une importance certaine: en effet il semble à l'examen des figures précédentes que l'effort de pêche nominal, selon qu'il s'exerce dans les strates à listao ou en dehors de celles-ci, n'aura pas le même impact sur le stock et fournira des indices de *pue* ayant une signification très différente.

L'effort de pêche exercé dans une "strate listao" pourrait ainsi fournir un indice de l'abondance d'une fraction du stock, et d'une fraction significative de la mortalité par pêche exercée.

Au contraire, l'effort de pêche exercé dans les strates de faible potentialité en listao ne traduira ni l'abondance du stock, ni la mortalité par pêche que subit celui-ci.

Cette analyse peut ainsi conduire à envisager une approche de l'effort listao différente des précédentes. On peut ainsi envisager un indice de *pue* calculé uniquement dans les trois zones à "listao" exploitées en permanence par les pêcheries depuis 1968 (Figure 11). Un indice de *pue* combinant les *pue* de ces trois zones pourrait ainsi représenter valablement l'abondance du stock et permettre de calculer un indice de l'effort total intertropical en divisant la prise totale par cet indice de *pue*. Les résultats d'une telle analyse, donnés au Tableau 4, permettent de calculer des indices de *pue* et d'efforts appelés par la suite de type 2.

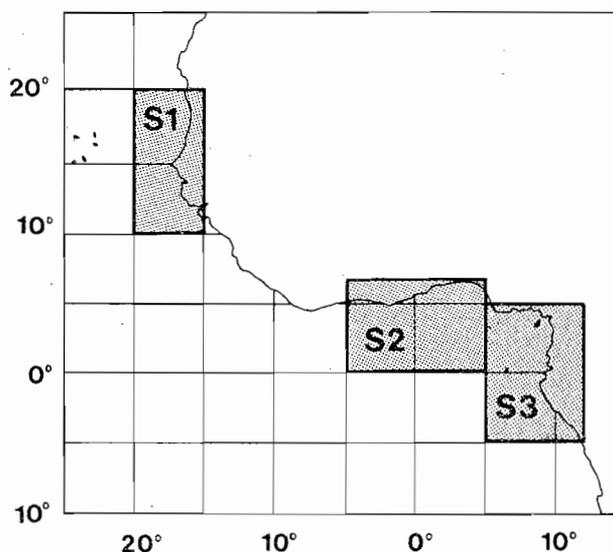


Figure 11. Secteurs "à listao" dans lesquels sont calculées des indices de *pue* listao (S1 à S3, Tableau 5).

4. Indices de PUE Calculés à Partir d'Efforts Spécifiques

Les concepts et problèmes analysés ci-dessus ont conduit à calculer deux indices de *pue* et d'effort de pêche exercé sur le listao, selon deux approches différentes:

— Les *pue* et l'effort de type 1 (Tableau 4) basés sur une combinaison de *pue* calculées par engin et pays selon la proportion de deux espèces principales (plus de 70% de listao, de 30 à 70% de listao) (chapitre 3.2). La *pue* moyenne annuelle est dans ce cas calculée par simple moyenne des *pue* après translation de moyenne en unité grand senneur FISM exploitant une strate mixte albacore-listao.

On utilise pour le calcul de cet indice les données de deux flottilles ayant exploité le listao pendant la période et ayant fourni à l'ICCAT des statistiques de pêche par un degré et mois. La flottille FISM sera en outre stratifiée du fait de son hétérogénéité en senneurs moyens (moins de 300 t. de capacité) et en grands senneurs (plus de 300 t.). Le calcul de l'indice combinerait donc trois engins, grands senneurs FISM, grands senneurs USA, senneurs moyens FISM, dans deux types de concentrations, soit six indices.

— La *pue* et l'effort de type 2 (Tableau 5) basés sur une combinaison des *pue* calculées dans les trois secteurs typiquement "à listao" (Figure 11).

Les *pue* de ce deuxième type calculées pour les trois secteurs listao et par engin-trimestre ont été

Tableau 4. *Pue* de listao dans les strates avec + 70% de listao et dans celles avec de 30 à 70% de listao.
(SM = senneur moyen; GS = grand senneur)

AN	<i>pue</i> sur densités mixtes albacore listao			<i>pue</i> sur densités + 70% listao		
	SM	GS	GS	SM	GS	GS
	FISM	FISM	USA	FISM	FISM	USA
1969	2,0	1,6	5,1	1,8	—	6,0
1970	2,3	3,4	6,6	2,4	3,6	6,9
1971	2,0	3,3	4,5	2,7	3,4	13,0
1972	2,3	3,0	3,9	2,3	7,9	4,7
1973	1,9	1,6	6,4	3,9	6,1	24,0
1974	1,9	2,8	4,6	5,2	10,2	15,3
1975	2,3	2,3	3,4	1,9	2,4	5,3
1976	1,7	3,3	6,8	2,2	—	12,3
1977	2,5	4,9	6,8	4,7	5,7	2,8
1978	2,7	3,9	3,9	3,2	2,3	3,7
1979	2,6	2,8	2,0	3,0	2,7	5,8
1980	5,4	2,4	1,7	—	4,5	2,3
1981	3,9	2,3	3,5	4,2	4,4	9,1

intégrées par le modèle de Laurec et Fonteneau (1979), afin de calculer des indices annuels de *pue*. Ce modèle permet une désaisonnalisation des *pue* et une standardisation des puissances de pêche par engin et strate géographique.

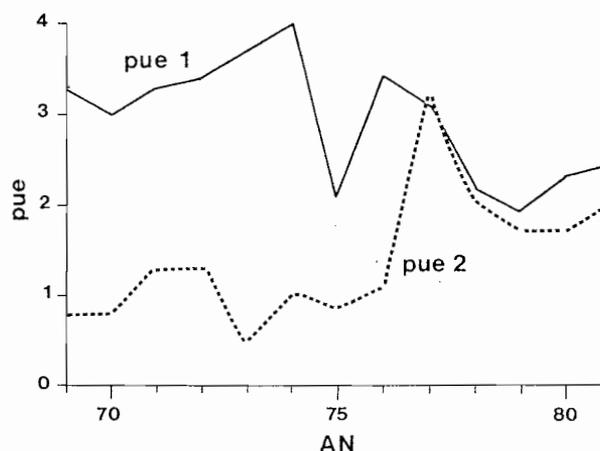


Figure 12. Indices de *pue* calculés pour le listao de l'Atlantique est. *pue* 1 = première série de *pue* calculée dans des strates à listao et dans des strates mixtes albacore-listao selon un seuil 70%; *pue* 2: deuxième série de *pue* calculée dans les trois secteurs S1 à S3 de la figure 11.

Les deux indices de *pue* ainsi calculés apparaissent sur la Figure 12. On constate que, tant la variabilité que la tendance des deux *pue*, sont très différentes:

- la série de type 1 manifeste une certaine décroissance entre la période 69-74 et la période 75-81;
- la série de type 2 manifeste une tendance inverse, avec un bas niveau de 1969 à 1976 et un niveau élevé de 1977 à 1981.

Sans qu'on puisse déterminer si la première série de *pue* comporte ou pas des biais importants, sa tendance semble assez logique en termes de dynamique des populations si l'on tient compte de l'accroissement des prises. La deuxième série de *pue* ne traduit très probablement pas la tendance de l'abondance du listao, mais sans doute plutôt des changements de stratégies de pêche. Il est probable en particulier que la baisse de la *pue* en albacore a entraîné une certaine concentration de l'effort sur le listao, dans les zones où l'espèce est abondante. Il en résulte vraisemblablement une hétérogénéité dans le temps de l'effort "listao" et des *pue* dans les trois secteurs étudiés.

Ainsi il semble préférable de retenir pour les évaluations de stock la *pue* de type 1, dans la mesure où celle-ci semble fournir des estimations plus cohérentes.

Tableau 5. Pêche par engin et secteurs à listao (cf. figure 11), efforts supérieurs à 50 jours.

Année et trimestre	SM FIS			GS FIS			GS ESP			GS USA		Indice annuel
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S2	S3	
69	1	3,1	—	2,3	—	—	—	—	—	—	—	,8
	2	2,2	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	
	3	,4	—	0,8	—	0	0,8	—	—	3,6	1,4	
	4	—	1,4	1,3	—	0	1,1	—	—	,4	2,9	
70	1	0,3	0,3	—	0	0	0	—	—	—	—	,6
	2	3,3	0,1	2,1	0	0,1	1,3	—	—	—	7,6	
	3	2,5	1,9	0,6	0	1,6	0,1	—	—	6,5	,9	
	4	0,9	0,2	—	—	1,5	—	—	—	0,0	—	
71	1	0	1,6	1,9	0	0,6	1,7	—	—	—	—	1,3
	2	0,9	0,8	2,5	1,5	2,3	0	—	—	—	—	
	3	2,1	1	0,5	0	2,1	1,0	—	—	4,7	1,1	
	4	2,0	1,7	4,8	4,1	—	8,7	—	—	5,4	—	
72	1	—	1,0	3,3	0	1,6	6,9	—	—	—	—	1,3
	2	1,5	0,2	2,8	0	—	4,4	—	—	1,2	6,1	
	3	3,4	1,0	1,3	0,6	1,9	0,4	—	—	2,4	4,1	
	4	1,6	0,1	2,5	1,8	0,02	2,0	—	—	1,1	4,7	
73	1	—	0,5	0,2	—	1,3	—	—	—	—	—	,5
	2	4,4	0	2,1	—	—	2,6	—	—	—	—	
	3	—	0,2	0,9	—	0,7	1,5	—	—	1,2	—	
	4	0	0,9	0,3	—	0,7	0,2	—	—	—	—	
74	1	—	1,1	0,6	—	1,8	1,2	—	—	—	—	1,0
	2	2,4	0,1	1,6	—	—	3,2	—	—	—	—	
	3	2,4	0,6	2,0	—	1,2	3,0	—	—	0,4	6,1	
	4	3,1	0,1	1,3	—	1	1,7	—	—	1,2	1,7	
75	1	0	0,7	1,4	—	0,4	1,1	—	—	—	—	,8
	2	3,0	0,4	1,1	—	1,1	2,0	—	—	—	—	
	3	2,0	0,3	1,5	—	0,9	1,2	—	—	2,6	2,8	
	4	0,8	0,7	0,2	—	0,2	1	—	—	1,0	2,8	
76	1	0	0,2	0	—	0,7	0,6	—	—	—	—	1,1
	2	1	—	—	—	0	5,8	—	—	—	—	
	3	1,6	0,6	2,6	—	2,2	4,0	—	—	—	15,7	
	4	2,3	0,5	1,1	—	1,8	1,6	—	—	—	—	
77	1	—	1,1	—	—	1,7	—	—	—	—	—	3,2
	2	4,1	—	—	5,0	3,4	6,3	—	—	—	—	
	3	3,8	2,2	5,2	—	4,9	8,6	—	—	2,2	7,9	
	4	2,9	1,5	3,3	—	2,9	2,1	—	—	3,1	—	
78	1	—	1,7	2,8	—	1,2	2,4	—	0,1	3,5	—	2,0
	2	4,0	3,4	2,6	6,1	1,7	5,1	2,9	—	7,3	—	
	3	3,0	0,7	1,0	—	3,0	3,8	6,2	6,5	4,3	2,9	2,6
	4	4,7	1,0	—	0	1,1	—	6,5	1,5	—	—	—
79	1	—	2,6	—	—	1,7	—	—	1,5	—	—	1,7
	2	2,9	—	—	3,4	0,5	3,1	0,8	0,6	2,6	—	—
	3	2,0	—	—	—	2,3	3,1	2,7	2,7	2,7	2,7	2,0
	4	—	—	—	—	0,2	1,4	2,9	0,4	—	—	—
80	1	—	—	—	—	1,8	1,6	—	1,1	4,2	—	1,7
	2	4,5	—	—	2,3	2,6	1,3	2,2	2,4	3,7	—	2,7
	3	—	—	—	—	1,1	2,5	3,2	3,6	3,8	0,2	4,1
	4	—	3,0	—	—	2,8	0,7	1,1	2,8	1,3	—	—
81	1	—	—	—	—	1,6	1,1	0	,3	11,8	—	2,0
	2	—	—	—	—	0,4	3,9	5,5	0,8	6,3	10,5	8,5
	3	4,8	2,0	2,3	1,0	1,5	1,5	4,1	1,8	2,8	4,3	1,1
	4	3,7	2,3	—	1	1	—	9,8	2,4	5,0	—	—

5. Conclusion

La présente analyse confirme la difficulté d'estimer un effort spécifique sur le listao. Les concepts qu'elle propose, d'employer un triple indice de *pue* sur l'albacore, le listao et un mélange plurispécifique, ou un indice d'abondance calculé dans les strates "à listao" peuvent toutefois permettre le calcul d'indices améliorés d'efforts sur le listao. Divers problèmes afférents à l'effort de pêche demandent toutefois à être probablement mieux analysés, en particulier ceux de la saturation de l'efficacité des efforts de pêche aux fortes densités de bateaux, la compétition entre senneurs exploitant une même strate de dimension

réduite, et la standardisation des puissances de pêche des thoniers individuels.

Les biais introduits potentiellement par les deux méthodes proposées demandent enfin à être explorés. En particulier, le changement de l'efficacité de l'effort de pêche sur le listao entre 1969 et 1981, dans les strates où cette espèce est abondante, demande à être analysé et expliqué. Par ailleurs les biais potentiels afférents à l'emploi de la méthode 1, tout en étant moins évidents que ceux d'autres méthodes, n'en sont pas moins probables. Il devront être explorés, par exemple par l'emploi de modèles de simulation.