

ETAT DU STOCK D'ALBACORE DE L'ATLANTIQUE EST AU 30 SEPTEMBRE 1987

A. Fontenau, T. Diouf
CRODT, B.P. 2241, Dakar, Sénégal

SUMMARY

This paper analyzes the present status of yellowfin stock in the eastern Atlantic using a production model, cohort analysis and yield per recruit model. This analysis employs the revised catch statistics by species from the ICCAT working group which met in Dakar during June, 1987. The 1986 data is still preliminary. The stock is presently reacting as expected, according to the stock assessment models made previously, and shows a fast recovery. It seems that the recovery of the stock biomass may have been accelerated by one or two important year classes (1981 and 1982); this needs to be confirmed. The decrease in fishing mortality on the adults is clear and seems to have modified the yield per recruit of the fisheries.

RESUME

Cet article analyse l'état du stock d'albacore de l'Atlantique est en utilisant le modèle global, l'analyse de cohortes et le modèle de production par recrue. Ce travail utilise les statistiques de captures par espèce révisées par le groupe de travail ICCAT réuni à Dakar en juin 1987. Les données de 1986 demeurent des estimations provisoires. La présente analyse indique que le stock d'albacore réagit conformément aux modèles classiques, et donc aux prévisions antérieures, et qu'il continue actuellement sa phase de récupération rapide. Il semble possible que la récupération du stock ait été accélérée par la présence d'une ou de deux classes d'âges importantes (1981 et 1982) mais ceci demande à être confirmé. La baisse de la mortalité par pêche exercée par les senneurs sur les adultes reste importante et semble avoir modifié la production par recrue du stock.

RESUMEN

Este artículo analiza el estado del stock de rabil del Atlántico Este utilizando el modelo global, el análisis de cohortes y el modelo de producción por recluta. Utiliza las estadísticas de capturas por especie revisadas por el Grupo de trabajo ICCAT que se reunió en Dakar en junio de 1987. Los datos de 1986 siguen siendo estimaciones provisionales. El presente análisis indica que el stock de rabil reacciona según los modelos clásicos, y, en consecuencia, según las previsiones anteriores, y que continúa en la actualidad su fase de rápida recuperación. Parece posible que la recuperación del stock se haya acelerado por la presencia de una o dos clases de edad importantes (1981 y 1982), pero esta teoría está pendiente de confirmación. El descenso de la mortalidad por pesca ejercida por los cerqueros sobre los adultos es aún importante, y parece haber modificado la producción por recluta del stock.

1 INTRODUCTION

Cet article a pour objectif d'analyser l'évolution des pêcheries d'albacore de l'Atlantique est et la tendance des stocks de cette espèce. L'étude se limite à l'Atlantique est, seul stock pour lequel des analyses cohérentes peuvent être réalisées.

Ce travail revêt actuellement un intérêt potentiel spécial du fait de la surexploitation récente du stock (1980 à 1983), et du départ massif des senneurs FIS et espagnols vers l'Océan Indien qui en a résulté depuis 1984.

Cette analyse préliminaire utilise toutes les données disponibles à la date de sa rédaction. Celles-ci résultent pour la plupart des nouvelles estimations de la composition spécifique faites pour la période récente, sur les canneurs de Tema et sur les senneurs, par le groupe de travail ICCAT réuni à Dakar en Juin 1987. Les données statistiques de l'année 1986 demeurent très fragmentaires et provisoires pour de nombreuses flottilles (du fait en particulier de la date précoce de la réunion du SCRS).

Par contre les rendements calculés pour l'année 1986 sont probablement très significatifs car ils reposent sur un échantillon important de senneurs FIS et espagnols.

2 LE MODELE GLOBAL

2.1. Le modèle global, données de base (tableau 1)

Le modèle global est appliqué dans la zone de l'Atlantique est située à l'est de 30°E, les prises sont celles réalisées par les palangriers et par les pêcheries de surface (canneurs et senneurs).

La composition spécifique des prises des canneurs de Tema demeure problématique. Pour la période 1984 à 1986 la composition spécifique retenue est celle corrigée par les échantillons réalisés au port d'Abidjan. Pour la période 1980 à 1983 l'hypothèse que la composition spécifique des canneurs est identique à celle des captures de moins de 4.1 kg par les senneurs dans la zone de pêche des canneurs a été retenue. Une capture annuelle de 2800 tonnes a été estimée pour les barques des Iles du Cap Vert chaque année durant la période 1969 à 1980. Cette hypothèse trouve sa justification dans les prises importantes très anciennes qui, de toute évidence, ont été réalisées par cette flottille (M.H. Vieira, com.pers.).

L'effort de pêche est un effort de pêche effectif théorique qui s'exerce sur l'albacore, estimé en divisant les prises totales annuelles par la prise par unité d'effort des flottilles de senneurs qui est jugée représentative de l'abondance du stock

d'albacore. La pue retenue est celle proposée par Fonteneau 1981 pour les senneurs FISM, modifiée par Fonteneau 1986 pour incorporer les senneurs espagnols à partir de 1980. Cet indice de pue est une moyenne par quinzaine des pue (en prises par temps de recherche standardisé) par carré de 1 degré. Les temps de recherche sont estimés à partir des temps de pêche en soustrayant de ceux-ci les durées proportionnelles aux prises qui correspondent aux durées des calées (selon la relation établie par Fonteneau et al. 1986). Tous les carrés dans lesquels un effort de pêche jugé significatif a été exercé sont retenus pour ce calcul. (A cet effet un seuil de 12 heures par carré de 1 degré durant une quinzaine est retenu classiquement.)

L'indice de pue utilisé a été calculé sur les nouvelles statistiques de prises et d'efforts disponibles pour les flottilles FIS et espagnoles jusqu'à fin 1986 (l'année 1986 est encore provisoire pour l'Espagne du fait que les prises réalisées par ce pays en 1986 et débarquées en 1987 ne sont pas comprises dans le présent calcul). La disponibilité de ces données constitue un progrès déterminant par rapport aux analyses présentées au SCRS en novembre 1986.

2.2. Le modèle actuel : Estimation de la prise maximale équilibrée et de l'effort optimum.

L'évolution temporelle des pue retenues comme indice d'abondance est donnée à la figure 1.

La relation entre les prises et les efforts observés (tab. 1) ainsi que le modèle ajusté à ces valeurs ($k=4, m=1,0$), sont données à la figure 2. On constate globalement un bon accord entre le modèle et les données des pêcheries, au moins jusqu'en 1983. A partir de 1984 la forte baisse de l'effort de pêche, due au départ vers l'Océan Indien d'une partie de la flottille de senneurs, introduit une modification importante dans la pêcherie. La prise maximale équilibrée est estimée actuellement entre 120000 et 125000 t (tableau 2), pour un nombre de classes d'âge (k) contribuant à la prise égal à 3 et 4 et des m vraisemblables compris entre 1 et 2. L'effort de pêche durant les années 1981 à 1983 était supérieur à l'effort optimum qui est estimé actuellement à un niveau compris entre 50000 et 55000 jours de pêche standardisés. De 1984 à 1986 l'effort très réduit n'altère pas les conclusions du modèle ; cet effort réduit semble entraîner, conformément au concept du modèle global, une hausse de l'abondance se traduisant par des pue accrues en 1985 et 1986. La prise de 1986 rejoint la courbe de production équilibrée du modèle au niveau de l'effort moyen exercé durant la période récente d'effort de pêche réduit.

Par ailleurs, les estimations de la PME et FOPT calculés sur les données actuelles pour les périodes 1969 à 1983, i.e. jusqu'à la fin de la pleine exploitation du stock, sont comparables à celles obtenues actuellement sur la période complète 1969 à 1986, ceci malgré les changements intervenus dans la configuration de la pêcherie.

3. ANALYSE STRUCTURALE

3.1. Données et méthodes

Les données de base nécessaires au modèle classiquement employé (Fonteneau 1984) sont les prises trimestrielles par engin pour toutes les flottilles, ainsi que les fréquences de taille correspondantes. Le jeu des données disponibles s'est considérablement accru depuis la précédente analyse de l'état des stocks d'albacore faite en 1986. En particulier sont désormais disponibles les données complètes des senneurs espagnols et des canneurs ghanéens jusqu'à fin 1986. Les données des canneurs posent encore pour certaines périodes des problèmes quant à la composition spécifique et les tailles capturées. La même hypothèse qu'au paragraphe 2.1 a été retenue pour les prises. Les fréquences de taille mesurées au port d'Abidjan ont été utilisées seules à partir de 1984 inclu. Les données des palangriers demeurent largement l'objet d'estimations grossières, les données récentes n'ayant pu être reçues de l'ICCAT. Les prises par trimestre ont été estimées pour 1985 et 1986. Aucune mensuration des palangriers n'a été disponible pour la période 1984 à 1986 ; les tailles capturées dans cette période ont été estimées comme étant identiques à celles de 1983.

Les données de base de l'analyse des cohortes, les prises par âge par trimestre et par engin en poids sont données au tableau 3. Les prises trimestrielles totales en nombre sont données au tableau 4.

Les hypothèses et méthodes employées pour estimer les prises par âges, conduire les analyses de cohorte et mener à bien les analyses de production par recrue sont globalement les mêmes que celles employées par Fonteneau et Diouf 1986 auquel on se référera.

Diverses tentatives ont été toutefois mises en oeuvre pour affiner les calibrations des analyses de cohortes.

Ont ainsi été calculés comme indices des calibrations :

- la pue des albacores d'âge 1 et 2 selon la méthode de LAUREC et FONTENEAU 1979 qui combine les pue des canneurs, des senneurs moyens et des grands senneurs FISM par trimestre et pour les 3 grandes zones côtières de Dakar, Abidjan et Pointe Noire (tableau 5, fig. 3).

- les efforts effectifs exercés sur les adultes d'âges 17 et 21 trimestres, i.e. lors des premiers trimestres, de 1976 à 1986, sur les concentrations de reproduction. Ces indices, données au tableau 6, sont calculés à partir de l'effort des senneurs FISM et espagnols extrapolés à l'ensemble des flottilles au prorata des captures d'adultes par les senneurs et de celles de l'ensemble des flottilles.

3.2. ANALYSES DE COHORTES

3.2.1. Hypothèse 1 basée sur un ajustement des recrutements aux pue FIS d'âge 1 et 2.

Les pue à l'âge 1 et 2 ans calculées pour la flottille FISM ont pour objectif d'évaluer la variabilité du recrutement. La calibration des analyses de cohortes selon cet indice a donc été tentée, malheureusement sans fournir de solution cohérente.

En effet, diverses cohortes ont conduit à des prises élevées alors qu'elles avaient une pue faible ou moyenne lors de leur recrutement (cohortes 1974, 1981 et 1982). D'autres cohortes ont une pue élevée au recrutement pour ne fournir ensuite que des captures médiocres malgré un effort de pêche soutenu (1970, 1979).

Les causes de cette très mauvaise corrélation peuvent être multiples. Quelles qu'elles soient, on doit renoncer à calibrer les analyses de cohortes à partir des pue FISM actuelles.

Cette impossibilité est bien mise en évidence si l'on compare les pue FISM lors du recrutement aux recrutements minimaux (R_{min}) calculés par analyse de cohorte, recrutements qui permettent de rendre compte des prises observées sur chaque cohorte dans l'hypothèse ou la mortalité par pêche exercée aurait été très élevée. Ce niveau correspond à la solution asymptotique de l'analyse de cohorte pour des F terminaux qui tendent vers l'infini. Ces niveaux R_{min} des recrutements minimaux sont donnés au tableau 5 pour être comparés aux pue FISM.

On peut par ailleurs noter la faiblesse des niveaux de pue des cohortes 1983 et 1984. Ces faibles niveaux ne sont sans doute pas significatifs de mauvais recrutements si l'on juge des résultats antérieurs (d'autant plus que l'effort de pêche FISM est devenu très faible). Toutefois il serait nécessaire de calculer des indices de recrutement sur la flottille espagnole, dont l'activité reste importante, afin de comparer les indices des 2 flottilles. La perspective de l'existence de deux mauvais recrutements successifs pourrait en effet être désastreuse pour les rendements des senneurs et des palangriers quand ces cohortes deviendront adultes.

3.2.2. Hypothèse 2 : capturabilité constante par les senneurs aux âges 4 et 5 ans au 1er trimestre de 1975 à 1986 : Méthode.

Les analyses de cohortes antérieures (Fonteneau et Diouf 1987) ont été conservées pour les cohortes 1966 à 1975 (On se référera à ce travail pour les hypothèses de base de ces analyses). Les facteurs q moyens lors du 1er trimestre aux âges 4 et 5 ont été calculés pour les années de pêche 1975 à 1979 (ces 2 paramètres seront dénommés q_{17} et q_{21}) (tableau 6), à partir des efforts effectifs exercés par les senneurs au premier trimestre et de la mortalité par pêche correspondante calculée par les VPA antérieures.

Ces facteurs de capturabilité ont été estimés comme étant constants de 1975 à 1986 ; les recrutements moyens correspondants à cette hypothèse ont été tout d'abord calculés en solution inverse de l'analyse des cohortes, à partir des F_{17} et des F_{21} des cohortes 1976 à 1982 (pour 1982, seulement F_{17}) [tableau 7]. Dans un deuxième temps la moyenne arithmétique du recrutement correspondant à ces deux séries de VPA, a été conduite en solution directe en utilisant les recrutements estimés antérieurement pour la période 1955 à 1975, ceux ainsi estimés pour les cohortes 1976 à 1982 (tableau 8), et à un recrutement moyen constant de 58 millions pour les classes récentes 1983 à 1986.

3.2.3. Résultats dans l'hypothèse 2 : facteur q constant sur les adultes au 1er trimestre :

Les principaux résultats de cette analyse, i.e. les F par âge, figurent au tableau 9. L'évolution correspondante des F moyens sur les adultes (âge 3.0 à 6.0 ans) est donnée à la figure 5.

On constate tout d'abord que l'hypothèse de q constant sur les adultes de 1975 à 1986 conduit à estimer des recrutements récents à un niveau plus élevé que ceux de la période antérieure. En outre cette hypothèse conduit à estimer qu'il y a eu deux recrutements très élevés, les classes 1981 et 1982. Ces deux classes d'âges importantes ne sont pas apparentes dans les pue FIS des âges 1 et 2 (tableau 5 et figure 3).

La présence de ces recrutements élevés dans la pêcherie conduit à estimer des taux de mortalités par pêche très peu vraisemblables pour la période récente (figure 5), car en très mauvais accord avec l'effort effectif estimé pour les flottilles. On sera donc conduit, dans l'attente d'analyses plus approfondies du problème, à retenir une hypothèse sur le recrutement avec des niveaux plus faibles que ceux calculés dans l'hypothèse 2, celle de la constance des q_{17} et q_{21} sur les adultes au 1er trimestre.

Cette incohérence dans l'analyse résulte probablement, entre autres facteurs, de la non linéarité de la relation effort mortalité par pêche à des niveaux d'efforts variés, exploitant diverses tailles et diverses espèces (Rotchild 1977).

3.2.4. Hypothèse 3 : recrutement constant à un niveau de 58 millions durant la période de 1977 à 1986, et présence de 2 classes en 1981 et 1982 estimées à 90 millions d'individus.

Cette hypothèse revient à diminuer de 10% environ toutes les cohortes estimées dans l'hypothèse précédente afin de ramener le recrutement à un niveau comparable à celui estimé antérieurement.

Les cohortes 1983 à 1986, encore incomplètes, sont estimées comme moyennes. Les taux de mortalité par pêche calculés dans cette hypothèse sont donnés au tableau 10. Les taux de mortalités par pêche annuels moyens (sur les adultes) correspondants sont représentés à la figure 5. De plus, ont été calculés et représentés à la figure 4 les taux de mortalité par pêche moyens,

par engin, dans cette hypothèse en fonction de l'âge pour les 2 périodes suivantes :

- (a) 1980 à 1983 : période de forte exploitation
- (b) 1984 à 1986 : effort de pêche réduit des senneurs.

3.2.5. Discussion des analyses de cohortes

On constate globalement que l'hypothèse simpliste retenue dans cette dernière analyse donne des estimations de taux de mortalité par pêche durant la période récente qui apparaissent plus vraisemblables que ceux obtenus dans la précédente hypothèse, bien que cette dernière hypothèse ne repose pas véritablement sur des critères précis d'ajustement.

Il apparaît que les analyses de cohortes sont délicates à conduire durant la période récente ; cela tient à plusieurs causes probablement concomitantes :

- le taux d'exploitation du stock est fort, d'où une plus grande difficulté à estimer les F avec précision.

- la validité de la matrice des prises par âge est très discutable, en particulier pour les captures de poissons agés dont la présence est importante dans toutes les ASP. Si les prises par taille sont en général bien connues grâce aux échantillonnages intensifs, les prises par âge reposent sur un découpage "moyen" des fréquences de taille qui ne tient pas compte des variabilités probables de la croissance (entre sexes, interannuelles, interindividuelles, etc.).

- la pêcherie a beaucoup évolué durant la période 1970 à 1986 en relation avec les changements d'engins, de zones, d'espèces cibles et de pays pêcheurs, et de la réduction récente d'effort des senneurs

Du fait de ces multiples changements il est très difficile ou impossible d'admettre l'hypothèse que la capturabilité est restée constante à un âge quelconque pendant une longue période.

Toute calibration des analyses de cohortes est donc très difficile.

- La mortalité naturelle demeure très hypothétique ; $M = 0.8$ admis pendant les deux premières années suivi d'un $M = 0.6$ n'est pas illogique. En période de forte réduction de la mortalité par pêche des senneurs, la fraction du stock préservée dans l'analyse de cohorte par cette réduction de F aura un devenir quantitatif différent selon l'hypothèse sur M. On peut ainsi penser que les classes d'âge 1981 et 1982 qui semblent importantes à l'âge adulte (alors qu'elles étaient moyennes aux jeunes âges) résultent non pas d'un fort recrutement biologique, mais d'une estimation erronée de M, et subséquentement des taux d'exploitation estimés aux jeunes âges.

On peut toutefois penser que faute d'analyses plus complètes, les résultats actuels dans la troisième hypothèse sont des estimations "possibles" vraisemblables de l'évolution de la pêcherie et du stock.

Il est en fait indispensable de mener à bien une analyse complète du problème tenant compte des incertitudes statistiques, biologiques et dynamiques évoquées précédemment, et utilisant toutes les données (et en particulier celles des palangriers de 1984 à 1986 non disponibles actuellement).

D'autres méthodes alternatives d'analyse séquentielle des populations devront aussi être utilisées afin d'en comparer les résultats.

4. PRODUCTION PAR RECRUE

Le modèle de Ricker (RICKER 1975) a été employé pour comparer la production par recrue correspondante aux deux vecteurs des F moyens des périodes 1980-83 et 1984-86 retenus dans la deuxième hypothèse sur les recrutements récents (figure 4). Les résultats de ces calculs figurent au tableau 11 a et b et à la figure 6 (a et b).

On constate que dans la situation récente des F de la période 1984-1986 la production équilibrée du stock à recrutement stable serait de 90800 tonnes, soit légèrement moins que son niveau actuel. Un accroissement de F avec le vecteur actuel ne devrait pas accroître significativement la production (maximum légèrement supérieur à 100000 tonnes), à moins de mettre en oeuvre des tailles à la première capture bien supérieures à celles actuelles. On note que les bénéfices à espérer d'une taille à la première capture sont moindres dans la situation actuelle que dans la situation de la période 1980-1983. Par exemple ne capturer les albacores qu'à l'âge 1.5 an (soit plus de 5 kg) aurait théoriquement permis un accroissement de 14 % de production de 1980 à 1983, mais seulement de 5 % à l'heure actuelle.

Ces résultats sont probablement dus aux variations des F relatifs sur les jeunes et sur les vieux individus, ainsi qu'au taux d'exploitation actuel globalement plus faible.

5. CONCLUSION

La présente analyse tente de faire un bilan de l'état du stock d'albacore en utilisant les données disponibles à ce jour, y compris les chiffres préliminaires de 1986. Ce bilan classique n'est réalisé qu'en utilisant les méthodes classiquement employées pour ce stock.

On peut globalement confirmer les conclusions de 1986, i.e. que le stock d'albacore réagit favorablement à la baisse de la mortalité par pêche des senneurs. Les rendements augmentent et l'effort de pêche demeure modéré. L'effort effectif et l'abondance réelle du stock par classes d'âge ne sont malheureusement estimés qu'avec une incertitude notable du fait

du caractère préliminaire de la présente étude.

Il sera indispensable de procéder en 1988 à une analyse approfondie de toutes les données fines collectées récemment. Il sera aussi indispensable d'appliquer à l'albacore différentes méthodes d'évaluations des stocks, afin de comparer les résultats de celles-ci et de bien analyser la phase actuelle de transition du stock.

En particulier l'approche globale devrait être diversifiée en employant certains développements récents du modèle global, tels que ceux de De Riso et al. 1985, Schnute 1985, Laloe 1987 ou Shepherd 1987.

Les analyses futures devront aussi reconsidérer des méthodes alternatives de reconstruction de la matrice des prises par âge à partir des fréquences de tailles des captures, par exemple selon la méthode proposée par Macdonald et Pitcher 1979.

L'approche analytique devrait-elle aussi être développée selon différentes approches, telles que celle de De Riso et al. 1985, en prêtant un soin particulier à l'estimation des variations récentes du recrutement. La sélection d'indices d'abondance par âge non biaisés sur des périodes significatives sera à cet effet indispensable.

En complément, l'ensemble des observations scientifiques faites à la mer de 1981 à 1987 devra être utilisé au mieux pour interpréter les indices des pêcheries et utiliser au mieux les modèles d'évaluation des stocks.

B I B L I O G R A P H I E

- DERISO R. B., 1980 - Harvesting strategies and parameter estimation for an age structured model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37 : 268-282.
- DERISO R. B., QUINN T.J. and NEAL P.R., 1985 - Catch age analysis with auxiliary information. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 42, p 815-824.
- FONTENEAU (A), 1981 - Note sur le mode de calcul de la prise par unité d'effort des senneurs FISM. Rec. Doc. Scient. ICCAT, Vol 15 (1), pp 407-411.
- FONTENEAU (A), 1984 - Analyse de l'état des stocks d'albacore (Thunnus albacores) de l'Atlantique au 30 Mai 1984. Rec. Doc. Scient. ICCAT, Vol. XXI (2), pp 80-101.
- FONTENEAU (A), 1986 - Note sur les indices d'abondance de l'albacore calculés à partir des pue FISM et espagnoles. Rec. Doc. Scient. ICCAT, Vol. 25, p 46-56.
- FONTENEAU (A), LALOE (F.) et MAMOLAR (J.M.), 1986 - Durée des coups de senneurs français, ivoiriens, sénégalais, et espagnols. Conférence on the international skipjack year program. Ed. by Symons P.E.K., P.M. Miyake and G.I. Sakagawa, ICCAT (MADRID) : p 140-144.
- FONTENEAU (A) et DIOUF T., 1987 - Etat du stock d'albacore de l'Atlantique est au 30 octobre 1986. Rec. Doc. Scient. ICCAT Vol. 26 (1), p 31-41.
- LALOE L., 1987 - A simple production model with unaccessed quantity of biomass. Working document n° 2 ICES Method working group. June 1987.
- LAUREC (A) et FONTENEAU (A.), 1979 - Estimation de l'abondance d'une classe d'âge. Utilisation des c.p.u.e. de plusieurs engins, en différentes zones et saisons. Rec. Doc. Scient. I.C.C.A.T., vol.8, n° 1, pp 79-100.
- MAC DONALD P.D.M. and PITCHER T.J., 1979 - Age groups from size frequency data : a versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. J. Fish. Res. board Can. 36 : 987-1001.
- PARRACK M.L., 1986 - A method of analyzing catches and abundance indices from a fishery. Rec. Doc. Scient. ICCAT. Vol. 24 : 209-221.
- RICKER (W.E.), 1975 - Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can 191 : 382 p.
- ROTHCHILD B.J., 1977 in GULLAND ed. - Fish population Dynamics. J. WILEY and Sons. p 96 - 116.
- SCHNUTE J., 1977 - Improved estimates from the Schaeffer production model : theoretical considerations. J. Fish. Res. Board Can. 34 : 583-603.
- SCHNUTE J., 1985 - A general theory for analysis of catch and effort data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42 : 414-429.
- SHEPHERD J.G., 1987 - Towards improved stock production models. Working paper n° 6. ICCS method working group 1987.

Tableau 1 Prises, pue et efforts de pêche théorique employés dans les calculs du modèle global : composition spécifique corrigée à l'issue du groupe de travail de Dakar (juin 1987). Nota : 2800 t.m. ajoutées aux Iles du Cap Vert de 1969 à 1980. PUE calculées en tonne par 10H de recherche sur les senneurs FISM de 1969 à 1979, puis sur les senneurs FISM et espagnols de 1980 à 1986.

Moyennes par 1° et quinzaine ; effort minimum = 12 heure de pêche standard ; minimum 5 carrés exploités par quinzaine.

	Pue	Prise	Effort
69	5.75	83 200	14 500
70	2.83	62 800	22 200
71	3.10	60 200	19 400
72	5.06	80 800	16 000
73	3.39	82 400	24 300
74	3.93	94 900	24 100
75	3.34	110 900	32 200
76	3.31	111 900	33 800
77	4.42	118 300	26 800
78	3.17	118 500	37 400
79	2.65	114 700	43 300
80	2.11	115 200	54 600
81	2.39	137 146	57 400
82	1.98	132 570	66 900
83	1.81	126 025	69 600
84	1.89	75 893	40 200
85	2.83	107 000	37 800
86	3.46	100 000	28 900

TABLEAU 2 : Résultats du modèle de production généralisé appliqué au stock d'Albacore de l'Atlantique est en fonction de m et k et durant les périodes 1969-83 et 1989-86.

	m	FME (1000t)	F opt (1000 jp)	Fit Index	
SERIE 1969 - 1986	k=3	0	158	00	0.77
		1	121	55	0.79
		2	125	50	0.78
	1.04	120	53	0.79	
	k=4	0	151	00	0.80
		1	120	50	0.81
2		124	48	0.80	
1.11	120	49	0.82		
SERIE 1969 - 1983	k=3	0	162	00	0.76
		1	121	55	0.78
		2	127	51	0.76
	0.91	121	57	0.78	
	k=4	0	143	00	0.83
		1	119	52	0.83
2		124	48	0.79	
0.41	117	65	0.83		

TABLEAU 3. Prises trimestrielles par enqin estimées dans l'analyse des cohortes pour les principaux engins : 3a canneurs FIS, 3b canneurs de Tema, 3c senneurs et 3d palangriers (tous pays).

(a) canneurs type FIS

ANNEE	TRIMESTRE			
	1	2	3	4
56	1550	0	0	1550
57	4200	0	0	4200
58	7650	0	0	7650
59	5750	0	0	5750
60	4450	0	0	4450
61	2100	2880	702	2028
62	1824	2620	410	2196
63	6065	2719	1166	3941
64	5223	4311	2410	3524
65	1926	2689	3044	3179
66	4206	2818	3145	2779
67	3225	2281	5510	3326
68	2797	4550	6789	4495
69	5939	3402	2505	2150
70	1853	1927	1722	1925
71	860	1433	3306	1801
72	1143	1724	2711	1387
73	1100	1974	1728	672
74	121	218	1627	1108
75	142	122	300	31
76	111	123	37	37
77	52	109	112	112
78	27	125	123	123
79	11	11	11	11
80	11	11	11	11
81	143	143	209	476
82	143	1326	106	1510
83	143	143	143	143
84	143	143	1200	500
85	15	111	1268	1097
86	143	143	1147	1060
87	261	296	1624	1622

(c) Senneurs

ANNEE	TRIMESTRE			
	1	2	3	4
63	318	70	375	535
64	1602	1782	1316	2640
65	2276	1122	2176	2663
66	2457	2407	5310	4832
67	2026	1456	8055	6585
68	2222	3302	17241	7425
69	1654	8671	19766	15462
70	4657	7068	14155	7166
71	5066	4270	13942	9259
72	7424	7884	17400	13550
73	1117	1117	14334	10274
74	8624	10412	18711	14745
75	14304	14304	22510	35465
76	44	44	1457	18504
77	3144	109	32547	21734
78	2076	2076	35371	24141
79	1431	1431	72120	24027
80	21531	13576	25707	29498
81	44409	24409	21391	19171
82	19409	24409	16788	19976
83	44409	24409	21545	16541
84	14000	14000	16000	12400
85	38100	14000	13200	15500
86	32000	14000	13200	14200

(b) canneurs Tema

ANNEE	TRIMESTRE			
	1	2	3	4
62	275	275	275	275
63	225	225	225	225
64	500	500	500	500
65	325	325	325	325
66	125	125	125	125
67	325	325	325	325
68	550	550	550	550
69	171	410	105	155
70	118	69	83	702
71	171	267	787	1310
72	653	426	1322	1985
73	1458	1326	3749	2929
74	2236	1044	2982	4881
75	2012	1000	1104	1316
76	816	521	1637	1970
77	568	348	1743	1939
78	844	348	982	1055
79	1267	1272	1846	1938
80	1543	1300	2274	3005
81	1521	1282	2345	2967
82	1877	1580	2766	3654
83	1603	1149	2161	3120
84	950	524	1415	2957
85	1134	1332	2710	2448
86	2770	1432	2704	2740

(d) Palangriers

ANNEE	TRIMESTRE			
	1	2	3	4
57	308	1883	4216	2960
58	6388	3813	2542	1159
59	6913	11555	11764	2676
60	14507	14053	3374	4578
61	19051	12491	4503	4094
62	12121	9724	2030	1632
63	11848	6105	2316	1922
64	4542	4230	3101	4941
65	17070	4336	2264	3286
66	5607	1896	3777	539
67	4544	4573	135	4214
68	15270	5278	1508	1810
69	6004	5930	3537	1431
70	7871	4981	2701	1624
71	6552	4197	3450	1769
72	6175	5441	2174	1724
73	7806	6145	3984	2274
74	4869	4518	1308	1880
75	6555	2808	1577	1915
76	6176	5648	6560	1412
77	6232	3126	3288	1857
78	1103	4479	1874	1000
79	2490	4071	3203	1105
80	2407	2064	1961	1115
81	1911	1042	2394	1157
82	1844	750	2937	929
83	2000	750	1420	1810
84	2800	750	2200	2754
85	2710	1300	2400	1600
86	2740	1300	2400	1600

TABEAU 5 : Prises par unité d'effort, des cohortes 1967 à 1985 aux âges 1 et 2 pour la flottille FIS, calculées selon la méthode de Laurec et Ponteneau 1979 (en nombre d'albacore par jours de mer), i.e. à partir des pue par trimestre par engin, dans les 3 zones côtières de Dakar, Abadjan et Pointe Noire, Recrutements minima. R min, (en millions) dans l'analyse des cohortes (voir texte hypothèse 1)

CLASSE	D'AGE	AGE 1	AGE 2	R min
67	:	:	23.3	22
68	:	5.7	5.4	21
69	:	20.6	22.7	39
70	:	51.8	22.3	46
71	:	26.8	13.0	79
72	:	19.3	20.3	50
73	:	30.8	22.7	46
74	:	6.3	5.9	51
75	:	16.2	14.1	60
76	:	31.0	16.1	61
77	:	21.6	2.5	52
78	:	14.8	15.0	54
79	:	60.0	13.8	49
80	:	34.1	10.2	49
81	:	38.0	7.7	68
82	:	25.0	8.5	70
83	:	45.8	4.2	-
84	:	5.9	5.3	-
85	:	6.6	-	-

TABEAU 4. Prises par âge trimestriel en nombre, pour l'ensemble des flottilles de l'Atlantique est, utilisées dans l'analyse des cohortes

AN	AGE TRIMESTRIEL																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
56	1	1	1	425	544	1	1	427	291	1	1	32	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	291	377	1	1	671	559	1	1	84	44	1	3	13	2	20	34	28	3	21	23	4
58	1	1	1	224	296	1	1	1050	937	1	1	146	83	2	2	5	26	26	20	11	65	28	14	2
59	1	1	1	157	208	1	1	783	701	1	1	110	63	5	8	25	26	80	94	19	66	84	64	3
60	1	1	1	268	348	1	1	689	582	8	1	87	71	45	57	42	126	155	73	33	94	42	5	5
61	1	1	1	246	317	29	28	384	307	404	14	51	56	41	47	37	169	140	45	27	127	38	3	3
62	1	24	107	294	378	72	42	415	283	368	9	52	41	32	23	15	105	107	20	11	78	29	1	1
63	1	19	88	294	384	75	68	634	772	520	25	100	98	27	39	18	95	89	13	6	85	24	1	3
64	1	43	195	510	659	159	144	718	737	684	56	156	212	25	88	92	95	13	32	19	19	4	8	7
65	1	28	1	283	389	103	63	528	640	456	46	66	142	32	154	63	223	57	23	35	68	6	5	9
66	1	11	49	172	226	34	167	468	562	512	115	90	99	49	70	32	70	32	61	32	42	15	7	9
67	1	28	57	173	257	124	220	179	136	75	315	114	200	104	180	140	77	24	26	68	47	37	9	5
68	1	48	22	246	445	237	487	354	273	283	509	182	182	180	87	133	199	39	141	44	47	9	73	2
69	1	36	128	303	212	150	400	365	415	106	112	53	286	406	383	142	120	53	85	110	31	26	39	10
70	1	8	139	413	186	632	669	961	76	123	125	128	86	69	57	25	124	124	133	33	63	24	47	8
71	1	23	368	501	400	239	1027	739	251	306	388	241	34	34	37	35	53	47	61	29	72	30	34	11
72	1	1	675	675	574	470	816	749	319	301	546	229	137	108	221	94	67	70	37	62	75	36	7	20
73	1	114	1530	734	589	622	842	454	226	253	297	148	176	154	195	97	115	114	75	66	78	30	15	17
74	1	15	651	2460	833	905	724	801	128	235	324	132	82	222	351	141	95	74	85	79	104	30	17	17
75	1	1	959	627	939	405	484	553	252	183	406	174	196	131	301	203	215	76	86	145	182	45	34	39
76	1	1	1203	1006	516	395	1297	1042	429	170	368	136	171	126	158	85	156	233	94	125	126	107	20	29
77	1	1	410	466	352	520	1214	752	164	486	370	250	103	201	263	186	193	135	92	107	163	46	26	18
78	1	7	531	536	711	880	846	313	399	343	506	92	210	256	306	274	364	156	95	143	113	34	7	13
79	1	4	546	663	696	903	1149	439	152	148	321	145	89	207	239	175	244	166	105	178	122	46	21	15
80	1	11	1072	1696	1413	862	1369	884	167	175	247	229	176	237	231	158	218	98	165	197	90	24	44	40
81	1	484	1973	3768	1550	1268	801	845	484	224	154	159	200	187	167	133	383	145	140	73	225	78	43	15
82	1	9	2769	2242	1948	1798	1209	793	188	256	229	125	181	176	135	154	405	196	103	122	196	95	17	15
83	1	46	1454	1974	1433	1059	686	671	252	175	381	236	300	203	179	153	400	121	125	67	206	43	28	11
84	1	63	1191	1073	1313	1744	1215	1593	224	156	182	353	202	87	170	96	107	53	99	33	47	12	18	7
85	1	80	1448	1640	579	1326	517	220	202	262	316	114	87	172	168	145	458	113	81	125	190	24	14	13
86	2	30	1100	1721	1337	713	852	376	101	82	178	111	157	94	134	161	330	84	120	162	178	28	20	18

TABLEAU 6 : Estimation du facteur q moyen de 1975 à 1979 aux âges trimestriels 17 (1er trimestre de 5ème année) et 21 (1er trimestre de 6ème année) en unités grands saumons FIS, temps de recherche.

AN PÊCHE	F Âge 17 (a)	F Âge 21 (b)	U. Saumons (c)	U. Saumons (10 ⁻⁶) (d)	q Âge 17 (10 ⁻⁶) (e)	q Âge 21 (10 ⁻⁶) (e)
1975	.489	.709	6139	79	201	
1976	.364	.484	6522	53	127	
1977	.528	.673	11073	48	110	
1978	.687	.596	6594	104	154	
1979	.588	.670	7735	76	151	
MOYENNE				72	149	

L'effort effectif (c) est calculé en divisant les prises tous âges et tous saumons du trimestre par la pae moyenne des saumons FIS durant la même période (moyenne par 1 degré et quinzaine identique à la pae employée dans le modèle global).

TABLEAU 7 : Estimation des taux de mortalité par pêche sur les classes 1976 à 1982 aux âges 17 et 21.

AN PÊCHE	EFFORT EFFECTIF TRIM.1	F Âge 17	F Âge 21	CORRESPONDANT
	TOTAL UNITE GS FIS	q=72*10 ⁻⁶	q=149*10 ⁻⁶	Classe
1980	9412	.715	1976	
1981	9124	.657	1977	1.359
1982	11342	.817	1978	1.683
1983	10562	.760	1979	1.573
1984	7443	.536	1980	1.109
1985	7641	.550	1981	1.138
1986	4300	.310	1982	.640

TABLEAU 8 : Recrutement (en milliers) estimés par analyses de cohorte; correspondants aux F17 et F21 du tableau 7.

CLASSE	RECRUTEMENT CALCULE D'APRES F17	RECRUTEMENT CALCULE D'APRES F21	MOYENNE
1976	56.8	73.7	65.2
1977	70.2	59.0	64.6
1978	64.9	63.5	64.2
1989	72.3	52.1	62.2
1980	49.7	63.5	64.2
1981	106.4	97.9	102.1
1982	112.5	-	112.5

TABLEAU 9 : Taux de mortalité par pêche par âge calculés dans l'hypothèse H2 de la constance du facteur q aux âges 17 et 21 trimestres durant la période 1975 à 1986.

AN	REC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
56	58070	0.000	0.000	0.000	0.059	0.093	0.000	0.000	0.137	0.108	0.000	0.001	0.019	0.011	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004
57	58070	0.000	0.000	0.000	0.040	0.065	0.000	0.000	0.219	0.224	0.000	0.001	0.055	0.011	0.001	0.003	0.014	0.002	0.029	0.057	0.055	0.007	0.055	0.071	0.071	0.071
58	58070	0.000	0.000	0.000	0.031	0.051	0.000	0.000	0.345	0.393	0.001	0.001	0.102	0.044	0.001	0.002	0.006	0.033	0.030	0.035	0.023	0.153	0.079	0.047	0.047	0.047
59	58070	0.000	0.000	0.000	0.022	0.036	0.000	0.000	0.253	0.298	0.001	0.001	0.077	0.032	0.001	0.009	0.033	0.017	0.115	0.191	0.046	0.162	0.252	0.237	0.237	0.237
60	58070	0.000	0.000	0.000	0.037	0.060	0.000	0.000	0.223	0.238	0.004	0.001	0.058	0.030	0.004	0.065	0.057	0.199	0.303	0.176	0.096	0.277	0.152	0.021	0.021	0.021
61	58070	0.000	0.000	0.000	0.034	0.054	0.006	0.007	0.123	0.124	0.197	0.008	0.035	0.004	0.038	0.051	0.047	0.276	0.285	0.112	0.080	0.458	0.173	0.016	0.016	0.016
62	58070	0.000	0.002	0.012	0.041	0.065	0.015	0.011	0.134	0.112	0.175	0.005	0.034	0.033	0.030	0.025	0.019	0.160	0.198	0.044	0.029	0.281	0.128	0.005	0.005	0.005
63	58070	0.000	0.002	0.010	0.041	0.066	0.016	0.018	0.208	0.314	0.265	0.015	0.072	0.068	0.025	0.042	0.023	0.143	0.162	0.028	0.015	0.265	0.091	0.004	0.004	0.004
64	58070	0.000	0.003	0.022	0.072	0.115	0.034	0.038	0.242	0.308	0.361	0.036	0.119	0.183	0.076	0.107	0.134	0.141	0.023	0.056	0.046	0.056	0.014	0.032	0.032	0.032
65	58070	0.000	0.003	0.000	0.039	0.068	0.022	0.017	0.175	0.274	0.242	0.029	0.049	0.130	0.035	0.200	0.099	0.403	0.128	0.052	0.111	0.198	0.021	0.020	0.020	0.020
66	80242	0.000	0.001	0.004	0.017	0.039	0.020	0.043	0.152	0.234	0.263	0.072	0.066	0.088	0.051	0.087	0.047	0.131	0.071	0.063	0.103	0.160	0.069	0.039	0.039	0.039
67	34001	0.000	0.003	0.011	0.041	0.032	0.019	0.041	0.041	0.054	0.035	0.176	0.076	0.135	0.110	0.232	0.221	0.134	0.050	0.063	0.199	0.181	0.173	0.050	0.050	0.050
68	30002	0.000	0.009	0.005	0.067	0.132	0.087	0.231	0.217	0.076	0.074	0.203	0.088	0.145	0.171	0.101	0.186	0.395	0.096	0.429	0.168	0.167	0.038	0.378	0.013	0.013
69	56007	0.000	0.003	0.015	0.044	0.071	0.063	0.211	0.250	0.325	0.102	0.129	0.072	0.145	0.131	0.341	0.156	0.205	0.109	0.212	0.341	0.143	0.144	0.264	0.097	0.097
70	60045	0.000	0.001	0.015	0.056	0.033	0.141	0.100	0.357	0.064	0.124	0.152	0.188	0.140	0.135	0.125	0.070	0.165	0.201	0.265	0.080	0.245	0.113	0.270	0.097	0.097
71	60045	0.000	0.002	0.041	0.068	0.067	0.050	0.271	0.255	0.118	0.173	0.270	0.207	0.060	0.071	0.249	0.107	0.178	0.192	0.308	0.181	0.210	0.106	0.144	0.097	0.097
72	60045	0.000	0.000	0.075	0.093	0.098	0.100	0.221	0.263	0.138	0.157	0.352	0.183	0.143	0.135	0.341	0.180	0.249	0.324	0.213	0.450	0.599	0.378	0.091	0.091	0.091
73	56007	0.000	0.011	0.184	0.112	0.102	0.135	0.234	0.162	0.099	0.133	0.188	0.113	0.171	0.182	0.283	0.174	0.270	0.336	0.277	0.305	0.765	0.356	0.240	0.356	0.356
74	60045	0.000	0.001	0.072	0.350	0.161	0.224	0.232	0.336	0.056	0.122	0.203	0.100	0.075	0.244	0.491	0.252	0.185	0.196	0.277	0.323	0.626	0.234	0.162	0.162	0.162
75	68002	0.000	0.000	0.094	0.077	0.174	0.095	0.143	0.208	0.134	0.116	0.316	0.167	0.179	0.144	0.416	0.357	0.489	0.220	0.308	0.682	1.017	1.348	0.333	0.333	0.333
76	65286	0.000	0.000	0.123	0.130	0.079	0.075	0.315	0.335	0.203	0.097	0.255	0.115	0.200	0.180	0.277	0.184	0.348	0.585	0.367	0.642	0.831	1.033	0.265	0.265	0.265
77	64617	0.000	0.000	0.042	0.059	0.155	0.107	0.322	0.262	0.066	0.236	0.221	0.183	0.104	0.245	0.404	0.366	0.528	0.488	0.433	0.671	1.223	0.500	0.366	0.366	0.366
78	64241	0.000	0.001	0.055	0.069	0.112	0.176	0.217	0.102	0.175	0.183	0.335	0.075	0.187	0.281	0.425	0.496	0.687	0.551	0.641	0.911	1.014	0.426	0.109	0.109	0.109
79	62247	0.000	0.000	0.058	0.068	0.111	0.162	0.300	0.148	0.060	0.069	0.180	0.098	0.085	0.240	0.345	0.320	0.588	0.535	0.444	1.050	1.169	0.645	0.390	0.390	0.390
80	57615	0.000	0.001	0.124	0.252	0.238	0.187	0.390	0.336	0.069	0.086	0.145	0.162	0.142	0.231	0.282	0.239	0.514	0.298	0.655	1.131	0.777	0.275	0.658	0.658	0.658
81	102161	0.000	0.026	0.130	0.320	0.301	0.325	0.270	0.378	0.236	0.133	0.110	0.135	0.171	0.195	0.213	0.207	0.761	0.387	0.484	0.325	2.263	1.468	1.337	0.707	0.707
82	112585	0.000	0.000	0.165	0.170	0.217	0.259	0.226	0.191	0.107	0.175	0.190	0.125	0.136	0.222	0.208	0.294	0.833	0.558	0.384	0.596	1.221	0.899	0.216	0.216	0.216
83	58070	0.000	0.004	0.168	0.296	0.138	0.129	0.105	0.129	0.075	0.061	0.160	0.119	0.112	0.062	0.145	0.098	0.344	0.212	0.503	0.213	0.389	0.123	0.224	0.107	0.107
84	58070	0.000	0.006	0.137	0.157	0.258	0.456	0.434	0.810	0.053	0.043	0.059	0.098	0.122	0.062	0.145	0.098	0.344	0.212	0.503	0.213	0.389	0.123	0.224	0.107	0.107
85	58070	0.000	0.007	0.168	0.244	0.107	0.315	0.159	0.085	0.138	0.218	0.327	0.145	0.040	0.031	0.108	0.111	0.593	0.188	0.163	0.311	1.816	0.354	0.258	0.258	0.258
86	58033	0.000	0.003	0.127	0.254	0.259	0.178	0.275	0.157	0.048	0.045	0.117	0.087	0.244	0.170	0.316	0.486	0.309	0.096	0.165	0.273	0.573	0.114	0.097	0.097	0.097

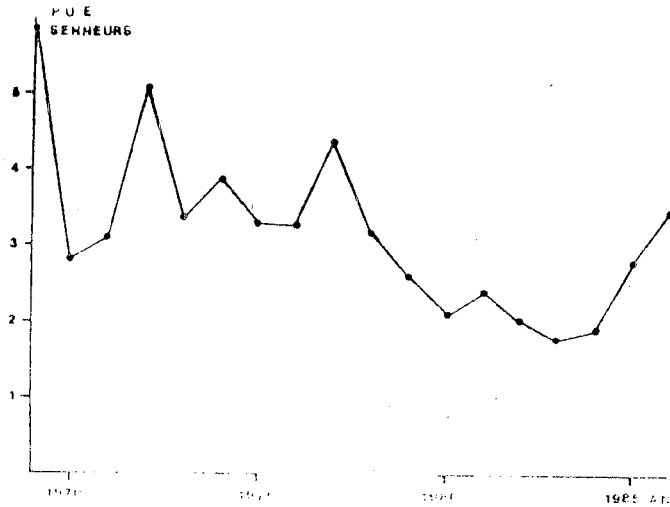


Figure 1 : Prises par unité d'effort retenues comme indices d'abondance (pue en tonnes par 10 heures de recherches, moyennes des pue par 1 degré quinzaine, flottille des senneurs FISM de 1969 à 1979 et FISM + Espagne de 1980 à 1986).

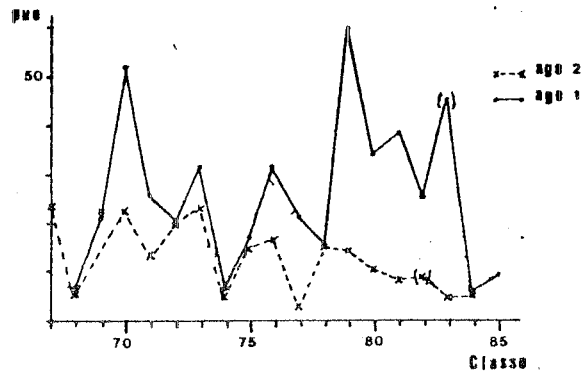
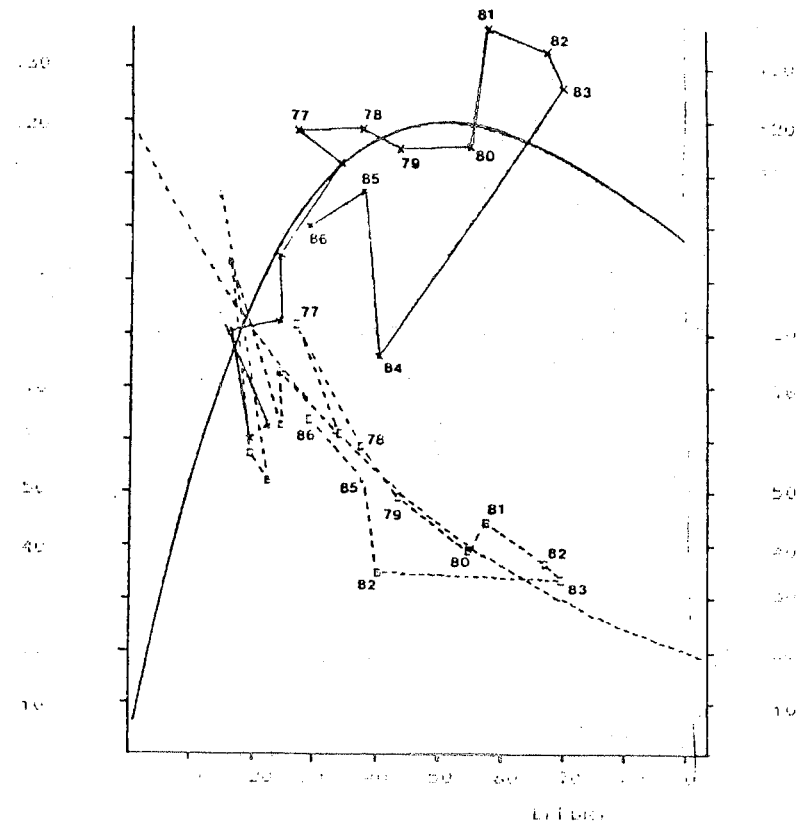


Figure 3 : PUE des albacores d'âges 1 et 2, estimation du recrutement, calculées sur la flottille FISM selon la méthode de Laurec - Fonteneau 1979.

Figure 2 : Prises et efforts observés pour l'albacore de l'Atlantique Est, et courbes équilibrées du modèle global estimées pour des paramètres $a = 1$ et $k = 4$.



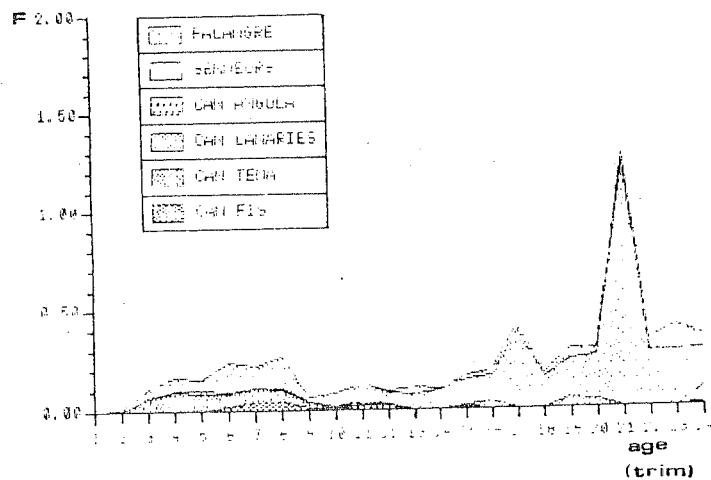
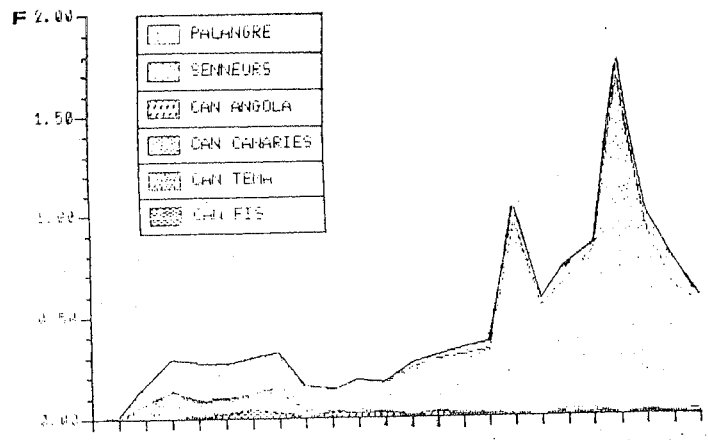


Figure 4 : Taux de mortalités par pêche, par âge et par engin, moyenne de la période 1980 à 1983 (4a) et 1984 à 1986 (4b).

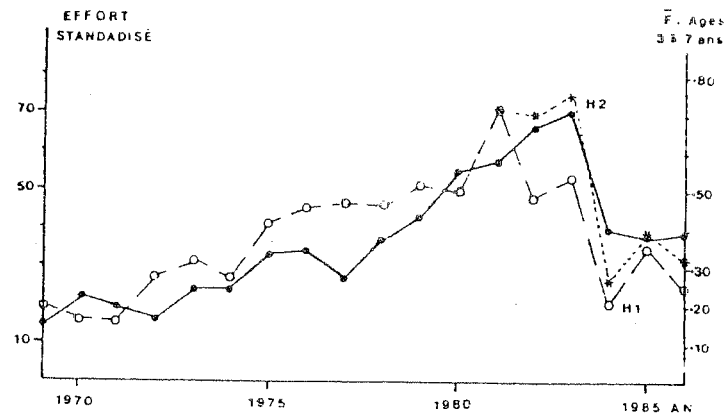
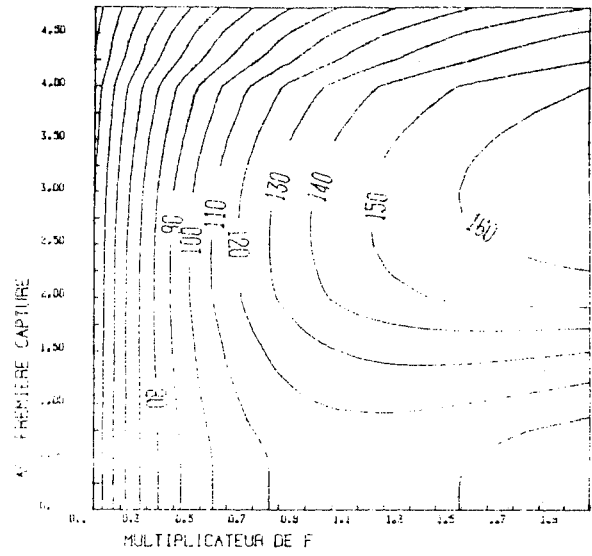
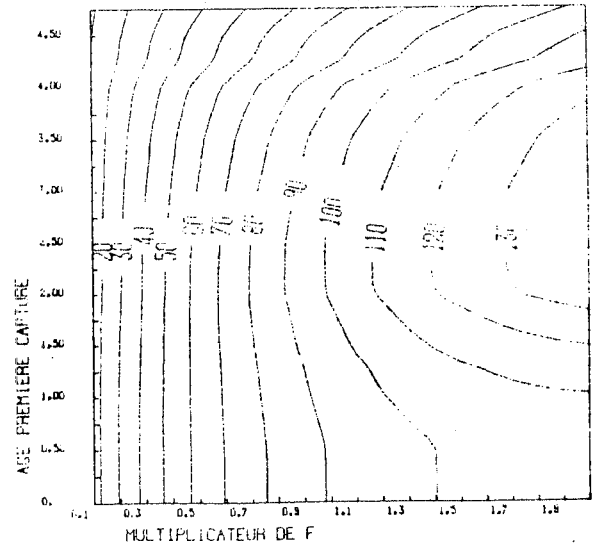


Figure 5. Effort effectif calculé pour le stock d'albacore de l'Atlantique Est en divisant la prise totale par la pue retenue comme indice d'abondance et mortalités par pêche moyenne sur les adultes (+3 ans) calculées par analyse de cohorte dans 2 hypothèses sur le recrutement (cf texte).



6a



6b

Figure 6 : Production par recrue estimée pour l'albacore durant la période 1980 à 1983 (6a) et durant la période 1984 à 1986 (6b)