

RAPPORT D'ELEVE

Jean-Jacques LEVENEZ

## I - INTRODUCTION

Au cours de mes deux années d'élève, l'ORSTOM m'a offert la possibilité de compléter ma formation à l'étranger dans différents laboratoires spécialisés en recherches halieutiques. Durant chacun de mes stages, j'ai pu acquérir une vue synthétique des problèmes de coordination de la recherche. J'ai abordé les grands axes des travaux menés dans ces laboratoires, en portant toutefois un accent plus particulier sur les aspects les mieux développés et sur les domaines spécifiques qui les placent au niveau international. Après un compte-rendu d'activités dans mes différentes affectations, on trouvera dans ce rapport un certain nombre de remarques générales qui m'ont été inspirées par les différentes réalisations que j'ai pu observer au cours de mes stages successifs.

II - COMPTE RENDU D'ACTIVITES

1<sup>er</sup> OCTOBRE 1978

=====

Recrutement à l'ORSTOM en qualité d'élève de première année de la section d'Océanographie biologique.

1<sup>er</sup> OCTOBRE 1978 au 3 JANVIER 1979

=====

Affectation à l'Antenne ORSTOM du C.O.B. à BREST.

Sous la tutelle de Monsieur Alain FONTENEAU, j'ai abordé l'étude de la pêche thonière tropicale et participé à l'élaboration du document ICCAT de référence SCRS/78/67 joint en annexe 1 .

3 JANVIER 1979 au 7 OCTOBRE 1979

=====

Affectation au Centre de Recherches Océanographiques d'ABIDJAN.

.3 Janvier 1979 au 1<sup>er</sup> Octobre 1979.

Sous la responsabilité locale de Monsieur Christian CHAMPAGNAT, je me suis attaché à l'amélioration de la collecte des statistiques de pêche dans le port d'Abidjan.

L'essentiel de mon effort s'est porté sur la pêche thonière :

- Une brève étude statistique m'a amené à accroître le nombre de poissons mesurés par échantillon.

- Plusieurs problèmes se posant dans le système de collecte et de codage des données, j'ai pris l'initiative de provoquer la réunion de tous les chercheurs, techniciens et stagiaires du C.R.O. concernés par la pêche thonière, réunion dont les buts étaient de souligner l'importance relative de ces différents problèmes et de proposer un ensemble de solutions propres à les résoudre. L'ancien système comportait, du fait de l'évolution rapide des caractéristiques de cette pêcherie, un certain nombre

.../...

d'imprécisions au niveau des codages, d'imperfections au niveau des formats, et négligeait par ailleurs une part de l'information actuellement disponible sur les livres de bord.

Certaines solutions proposées au cours de cette réunion ont été retenues dans le nouveau système de codage.

- grâce à l'aide d'un stagiaire philippin, Monsieur Ranin REGALADO à qui j'ai assuré un début de formation en dynamique des populations, il m'a été possible de créer un fichier contenant tous les renseignements disponibles sur les prises par calée de la flottille F.I.S.M. (Franco-Ivoir-Sénégal-Marocaine), particulièrement les mélanges de tailles, d'espèces et la faune associée. Ce fichier, qui est actuellement tenu à jour au C.R.O., a été utilisé au cours du groupe de travail CECAF/ICCAT sur les thons juvéniles tropicaux auquel j'ai participé à Abidjan du 17 au 21 septembre 1979. Il a d'autre part permis l'élaboration des documents ICCAT de références SCRS/79/52 et SCRS/79/105 joints en annexes 2 et 3. Il faut noter que ce fichier est encore riche d'informations à exploiter.

- Reprenant les données que Monsieur Jean-Jacques ALBARET a utilisées en 1976 pour sa thèse sur la reproduction de l'albacore (Thunnus albacares) dans le Golfe de Guinée, j'ai abordé l'étude de la croissance différentielle par sexe de cette espèce. J'ai poursuivi cette étude en collaboration avec l'équipe statistique du "Marine Laboratory" au cours de mon stage à Aberdeen, étude qui a confirmé intuitivement qu'il existe une croissance différente entre les individus mâles et femelles de cette espèce. Aucune vérification statistique n'a cependant pu être apportée à partir des données disponibles qui, ayant été rassemblées pour une étude sur la reproduction, ne nécessitaient pas d'informations sur les poissons immatures de petite taille. Le problème de la croissance est capital en dynamique des populations et la collecte des données pour résoudre celle de l'albacore, par analyse modale et par essai de lecture directe d'âge sur pièces dures (coupes d'épines dorsales), se poursuit actuellement à Abidjan.

.../...

Bien que l'essentiel de mon activité fut consacré à l'étude de la pêche thonière, il m'a été possible d'aborder d'autres aspects de la pêche en Côte d'Ivoire, tels que :

- La pêche chalutière : J'ai pu participer, en Février-Mars 1979, à la campagne "CHALCI" que menait Monsieur Alain CAVERIVIERE à bord du navire de recherches André NIZERY. Cette campagne, dont le but était d'évaluer les stocks démersaux de la partie chalutable du plateau continental ivoirien présentait pour moi plusieurs intérêts dont les principaux étaient :

- . de voir les techniques statistiques utilisées pour stratifier la position des chalutages et pour échantillonner les prises.
- . de me familiariser avec la reconnaissance et la systématique des poissons capturés
- . de découvrir le système de collecte et de traitement des données

- la pêche sardinière : En vue de préparer le groupe de travail COPACE sur l'évaluation du stock Ivoirio-Ghanéen de sardinelles auquel j'ai participé à Abidjan du 24 au 28 septembre 1979, j'ai été amené à écrire un programme de corrections du fichier de la pêche sardinière ivoirienne. Ceci m'a bien sûr conduit à étudier de très près le système d'échantillonnage appliqué à cette pêcherie et m'a initié aux problèmes spécifiques d'évaluation des stocks de petits pélagiques.

. 1 Octobre 1979.

Admission en seconde année d'élève de la section d'Océanographie biologique.

. 3 au 7 Octobre 1979.

Mission à DAKAR pour la rédaction, en collaboration avec Messieurs Ranin REGALADO et Alain FONTENEAU des documents ICCAT de références SCRS/79/72 et SCRS/79/105 présentés en annexes 2 et 3.

.../...

7 OCTOBRE 1979 au 15 MARS 1980.

Affectation à l'Antenne ORSTOM du C.O.B. à BREST.

. 15 Octobre 1979 au 11 Janvier 1980.

Stage au "Marine Laboratory" d'Aberdeen (Ecosse).

Ce stage\*, qu'avait très bien organisé le Docteur R. BAILEY, fut orienté vers l'étude des problèmes posés par l'estimation des stocks de petits pélagiques. Il m'a en outre permis d'aborder tous les aspects de la recherche en biologie des pêches telle qu'elle est conçue dans ce laboratoire qui bénéficie de 80 années d'expériences dans ce domaine.

J'ai porté un accent plus particulier sur :

- le système de collecte et de traitement des données à partir de l'échantillonnage des prises, commercialisées ou non, de la flotte industrielle et à partir des différents types d'échantillonnages effectués par les navires de recherches. Il m'a paru nécessaire de prendre un contact direct avec cet aspect important des études de stocks et, en plus du travail à la criée d'Aberdeen, j'ai pu apprécier l'efficacité des méthodes employées par les chercheurs de ce laboratoire au cours de mon embarquement à bord du R.V. CLUPEA pour participer au "CLYDE O-GROUP HERRING SURVEY" sous la responsabilité du Docteur M. WALSH.

- les théories de dynamique des populations telles qu'elles sont présentées dans le cours original du Docteur R. JONES.

J'ai en outre pu m'initier sommairement à la théorie et aux méthodes d'estimation d'abondance des stocks pélagiques par moyens hydro-acoustiques.

. 26 Janvier 1980 au 8 mars 1980.

Participation à bord du N.O. CAPRICORNE à la campagne d'écho-intégration "ECHOSAR 1" dont l'objectif était "l'étude de la répartition et de l'abondance des poissons pélagiques côtiers sur le plateau continental ouest-africain entre 12 et 21° N (Cap Roxo au Cap Blanc)". Elle fut pour moi du plus vif intérêt, d'autant plus que Monsieur Emile MARCHAL s'est chargé d'enseigner à bord les techniques d'écho-intégration appliquées par l'ORSTOM

.../...

\* voir extrait du rapport de stage en annexe 4 .

à cette époque. J'y ai appris les méthodes de base de travail en cette discipline alors nouvelle pour moi. Les nombreuses discussions qui se sont déroulées à bord et au cours de la semaine de traitements préliminaires des données ont souligné un certain nombre de points importants :

- . cette technique est apte à fournir très rapidement un indice relatif d'abondance des stocks

- . des lacunes dans la connaissance des propriétés acoustiques et comportementales des poissons tropicaux restent à combler : cette connaissance sera nécessaire à l'obtention d'un indice absolu.

- . les intervalles de confiance des indices d'abondances restent à estimer.

15 MARS 1980 au 28 MAI 1980.

=====

Affectation à la "Biological Station" de S<sup>t</sup> ANDREWS (New Brunswick - CANADA). Sous la responsabilité du Docteur T.D. ILES, j'ai pu prendre connaissance des différentes méthodes d'études des espèces commerciales de cette région. Ce stage m'a permis en particulier :

- . d'étudier les relations stock-recrutement, sujet dont le Docteur ILES est spécialiste .

- . d'aborder les différents types d'expérimentations menées sur les grands pélagiques de la côte atlantique du Canada tels que le thon rouge (Thunnus thynnus) et l'espadon (Xiphias gladius).

- . de m'initier aux techniques employées par le Docteur V. BUERKLE pour mesurer les propriétés acoustiques des poissons en fonction de leur orientation par rapport à l'axe du faisceau sonore.

La station biologique de S<sup>t</sup> ANDREWS travaille en très étroite collaboration avec le "Bedford Institute of Oceanography" où se fait le traitement élaboré des données : il m'a donc semblé opportun de contacter les scientifiques de ce laboratoire implanté près de Halifax (Nouvelle Ecosse). Au cours de mon premier déplacement, j'ai pu assister à un cours de formation des observateurs scientifiques que le gouvernement canadien entend faire embarquer à

.../...

à bord des bateaux de pêche industrielle nationaux et étrangers. J'ai également tenu à participer à une sortie du R.V. Lady HAMMON pour observer les techniques d'échantillonnage des poissons démersaux. Mon second déplacement avait pour but de m'initier à la philosophie des modèles multispécifiques à partir des documents présentés à S<sup>t</sup> Jean de Terre Neuve qui m'ont été commentés par le Docteur R. O'BOYLE. J'ai d'autre part rencontré le Docteur R. SHOTTON qui m'a expliqué ses méthodes de détermination du parcours du bateau au cours des campagnes d'écho-intégration et qui m'a décrit son nouveau système d'acquisition et de traitement des données hydro-acoustiques après m'avoir exposé les raisons qui ont déterminé sa création.

28 MAI 1980 au 29 JUILLET 1980  
=====

Affectation au "Fisheries Research Institute" de SEATTLE (Washington - USA). Ce stage a été exclusivement consacré à l'étude des méthodes hydro-acoustiques d'estimation de la distribution et de la biomasse des poissons pélagiques. Il comprend deux grandes étapes.

. 28 Mai 1980 au 6 Juillet 1980

Cette période fut, sous l'impulsion du Docteur O. MATHISEN, orientée vers l'acquisition de connaissances théoriques et méthodologiques. Mon temps fut partagé entre une étude bibliographique à partir des documents de la bibliothèque de l'Université de Washington et de nombreuses rencontres avec des scientifiques travaillant dans divers organismes de recherches publics et compagnies privées. Ce fut pour moi l'occasion de m'initier principalement :

. aux techniques d'écho-comptage appliquées à l'étude des populations de saumons par le "Fisheries Research Institute".

. aux techniques d'écho-intégration et de mesure des propriétés acoustiques des poissons en milieu confiné et in situ utilisées par les chercheurs de la NOAA.

. aux méthodes de calcul de précision et de variance des estimations d'abondance des poissons développées à l'"Applied Physics Laboratory".

.../...

. au fonctionnement des écho-sondeurs et enregistreurs graphiques construits respectivement par les compagnies BIOSONICS et ROSS LABORATORIES. J'ai d'autre part participé à la calibration de l'ensemble du matériel hydro-acoustique utilisé à bord du R.V. Miller FREEMAN, calibration faite à partir de la barge que l'"Applied Physics Laboratory" a conçue spécialement pour ce type de travail.

. 6 Juillet 1980 au 29 Juillet 1980.

Sous la direction du Docteur M. NELSON, j'ai participé durant trois semaines à une campagne d'écho-intégration à bord du R.V. Miller FREEMAN. Cette campagne nommée "MF 80 03- Pacific Whiting and Rockfish Hydro-acoustic - Midwater Trawl Survey" avait pour objectif l'étude de la distribution et de l'abondance du merlu (Merluccius productus) et de différentes espèces de rascasses (Sebastes spp.) le long de l'ensemble du plateau continental de la côte Pacifique des Etats Unis

Au cours de cet embarquement, j'ai acquis une formation pratique sur le matériel et les techniques qu'utilisent les chercheurs de la NOAA lors des campagnes de ce type, formation comprenant notamment :

- . le traitement des données hydro-acoustiques enregistrées sur cassettes magnétiques
- . l'acquisition et le traitement en continu des données
- . la mesure des index de réflexion (target Strength) des poissons in situ par la technique du "dual-beam".
- . les techniques d'échantillonnages biologiques des prises.

29 JUILLET 1980 au 30 SEPTEMBRE 1980  
=====

Congés administratifs.

### III - REMARQUES GENERALES

Si l'on essaye, en termes très généraux, de comparer ce qui se fait à l'ORSTOM dans le domaine de l'évaluation des ressources halieutiques à ce qui est réalisé dans les différents laboratoires que j'ai visités, on est partagé entre deux sentiments : la satisfaction et l'envie.

. Satisfaction de constater que les systèmes qui ont été imaginés et développés par les chercheurs de l'Office sont aussi performants de par leur conception et parfois même meilleurs dans leur fonctionnement que les systèmes équivalents développés ailleurs.

. Envie de disposer des moyens en personnels et en matériels identiques à ceux dont bénéficient les grands laboratoires, moyens qui leur permettent entre autres d'affiner les résultats en multipliant les indices indépendants d'abondance des stocks et de diversifier leurs recherches. Sur le plan du matériel, un des atouts majeurs de ces laboratoires est d'accéder facilement à des moyens informatiques puissants.

Au cours de mes stages, j'ai pu constater que trois domaines recevaient une attention particulière : l'échantillonnage, certains aspects de l'étude des stocks et les techniques hydro-acoustiques.

### III. 1. ECHANTILLONNAGE

L'échantillonnage est la base fondamentale sur laquelle repose toutes estimations de la taille d'un stock et il est bien évident que seule une bonne stratégie d'échantillonnage peut rendre les modèles prédictifs.

Un exemple de ce qui peut être fait à partir des prises commerciales débarquées est donné par le "Marine Laboratory" d'Aberdeen qui a su dans ce travail intégrer bien sûr chercheurs et techniciens du laboratoire mais aussi officiers des pêches, armateurs et marins pêcheurs. Un pas supplémentaire est franchi par le gouvernement canadien qui tend à mettre en place un système d'observateurs scientifiques à bord de tous les navires de pêche industrielle nationaux et étrangers. Ces observateurs qui sont formés au "Bedford Institute of Oceanography" fourniront une information de quantité et de qualité (y compris rejets, contenus stomacaux...) exceptionnelles. Les promoteurs de ce système espèrent prévoir ainsi le montant des prises d'une année sur l'autre avec une fourchette d'incertitude inférieure à 10 %.

Les systèmes que j'ai vu fonctionner à l'ORSTOM sont peu susceptibles d'améliorations de principe. Dans la pratique, il semblerait cependant qu'il ne soit pas impossible de parvenir à une meilleure stratification des échantillons (pêche thonière) et à une vérification renforcée des données enregistrées dans certains fichiers (fichier pêche sardinière d'Abidjan). D'autre part un certain nombre d'informations annexes qui sont actuellement disponibles et non utilisées mériteraient la création de fichiers en vue d'études ultérieures.

Un point très important sur lequel tous les laboratoires se penchent est la collecte d'informations sur les rejets. Ces rejets peuvent dans certains cas représenter une part très importante des quantités pêchées : par exemple les bateaux écossais ont rejeté en 1977 de 26 à 46 %

.../...

des merlans (*Merlangius merlangus*) qu'ils avaient capturés. Il est dans de tels cas nécessaire d'introduire ces données dans les modèles. Il est certain qu'un effort reste à faire dans ce domaine en milieu tropical.

J'ai pu constater que des manuels d'échantillonnage à bord des navires de recherches existent dans les différents laboratoires que j'ai visités. Ces manuels peuvent avoir un contenu très large comme le "standing Instructions" d'Aberdeen qui traite de toutes les activités d'échantillonnage du laboratoire. Ils peuvent être plus limités comme le "Ground Fish Survey Manual" de St Andrews ou même ponctuels comme le "Planning Operations documents" de Seattle qui n'était destiné qu'à la campagne d'écho-intégration "MF 80 03" du R.V. Miller FREEMAN. L'avantage de ces types de documents est d'optimiser l'efficacité du travail fourni par le personnel embarqué qui, disposant d'instructions écrites précises et de feuilles adaptées au stockage des données, ne peut, même par inadvertance, laisser échapper la moindre partie de l'information requise. Les données sont recueillies sur des bordereaux de pré-enregistrement en vue d'un traitement informatique ultérieur rapide. Il pourrait donc être suggéré que des documents de ce type soient écrits en fonction des besoins spécifiques des chercheurs de l'ORSTOM.

### III.2. ETUDE DES STOCKS

Dans ce large domaine, deux branches attirent une attention nouvelle : l'étude des stocks peu ou pas exploités et l'approche multi-spécifique.

On peut en effet remarquer que le stock de plusieurs millions de tonnes constitué par la population de merlan poutassou (*Micromesistius poutassou*) qui vient se reproduire à l'ouest des côtes anglaises au début du printemps fait l'objet de nombreuses études en Grande Bretagne. Les Etats Unis de même portent une grande attention à leur stock de rascasses du Pacifique (*Sebastes* spp.) évalué à 4 millions de tonnes. Le Canada pour sa part étudie sur la côte atlantique l'évolution de stock de calmar (*Loligo* sp.) et cherche à comprendre les relations qui unissent le stock de homards côtiers à celui récemment découvert peuplant la bordure du plateau continental. Ce type de recherche qui a déjà été mené à l'ORSTOM, sur le crabe rouge profond (*Geryon quinquedens*) par exemple, pourrait encore avoir des débouchés.

L'approche multispécifique de gestion des pêcheries n'est pas encore passée au domaine de la routine. Il est clair que l'approche monospécifique de l'évaluation de la taille des stocks telle qu'elle est conçue actuellement restera pour encore de nombreuses années la base des prédictions à court terme. Il faut cependant remarquer que de nombreux progrès ont été réalisés dans l'analyse des interactions entre espèces et entre pêcheries. L'approche multispécifique devrait prendre une importance croissante au cours des prochaines années. Peu de documents sont disponibles au sujet de cette approche en milieu tropical et il semblerait qu'un champ intéressant de recherches soit ouvert en cette voie.

### III.3. HYDRO-ACOUSTIQUE

C'est un moyen d'évaluation d'abondance encore récent, dont l'évolution est particulièrement rapide, et qui offre un champ d'investigation extrêmement vaste. Il est nécessaire, pour conduire des recherches en ce domaine à un niveau souhaitable pour des applications en gestion des stocks, de disposer d'une infrastructure matérielle très élaborée ; on pourrait citer en exemple celle de la NOAA à Seattle qui dispose de l'équipement actuel peut être le plus complet et le mieux conçu. Disposant de tout ou partie de ces moyens, trois grands types de travaux pourraient être initiés ou poursuivis à l'ORSTOM en vue d'une application directe en milieu tropical : mise au point d'un système d'acquisition et de traitement des données, étude des index de réflexion (target strength) des poissons tropicaux, études statistiques.

#### III.3.1. Acquisition et traitement des données

La quantité d'information qui peut être recueillie au cours d'une campagne d'écho-sondage est absolument phénoménale. Chaque signal peut être échantillonné à un taux de 50 KHz ce qui donne, sur un fond de 50 m, environ 3 300 valeurs. Un écho-sondeur émet en moyenne 96 signaux par minute. Un mois de campagne fournit dans ces conditions une quantité voisine de 14 milliards de valeurs. L'acquisition et l'analyse d'un tel volume de données nécessite un ordinateur.

.../...

L'acquisition des données se fait généralement sous trois formes :

. forme graphique : Les enregistreurs graphiques fournissent un échogramme. Ce n'est qu'une information grossière dont l'intérêt est de visualiser l'information en temps réel mais dont l'analyse demande beaucoup d'interprétation personnelle.

. forme analogique : Il s'agit dans ce cas d'enregistrer une copie aussi exacte que possible du signal reçu (volts). Un moyen simple est d'enregistrer les données au moyen d'un magnétophone à cassette stéréophonique après avoir modifié la fréquence et amplifié le signal de manière à le rendre compatible avec les limitations du magnétophone. Un des inconvénients majeurs de ce système est que la durée de lecture de la cassette est bien sûr aussi longue que celle d'enregistrement et rend les dépouillements très longs. Il existe des procédés d'enregistrements analogiques plus sophistiqués.

. forme digitale : Le signal provenant directement du sondeur ou d'un support analogique peut, après rectification et passage dans un détecteur d'enveloppe, être échantillonné à des taux variables dépendant des capacités de traitement simultané des ordinateurs employés : ces taux varient de 5 à 10 KHz sur micro-ordinateur et atteignent 50 KHz sur mini-ordinateur (type PDP 11/45) les échantillons sont alors digitalisés et enregistrés.

Ces deux derniers supports permettent de conserver une information extrêmement détaillée susceptible d'analyses ultérieures très fines.

En ce qui concerne le traitement des données, il semble que l'on tende à abandonner les systèmes analogiques d'écho-intégration qui sont plus limités et moins précis que les systèmes digitaux. De nombreux systèmes digitaux sont basés sur l'utilisation de mini-ordinateurs qui ont une grande puissance de mémoire et de calcul mais qui sont chers et volumineux. Les micro-ordinateurs conçus spécifiquement pour ces traitements sembleraient devoir les remplacer : un certain nombre de prototypes sont

.../...

en utilisation et certains sont déjà commercialisés. Parmi les nombreux avantages de ces systèmes, on peut noter qu'ils permettent d'analyser les données transmission par transmission, de découper la colonne d'eau en tranches d'épaisseurs souhaitées, de suivre automatiquement le fond, de séparer dans une certaine mesure les poissons isolés des poissons en bancs, d'éliminer une grande part des bruits parasites etc...

### III.3.2. Etude des index de réflexion

Les documents sur les propriétés acoustiques des poissons tropicaux sont rares. Or, dans pratiquement toutes les applications des techniques hydro-acoustiques à l'estimation de la taille des stocks d'animaux pélagiques, il est nécessaire de connaître la "taille acoustique" des individus que l'on mesure ou calcule par la section réfléchissante équivalente (scattering cross section) ou l'index de réflexion (target strength). Ces deux techniques communément utilisées, l'écho-comptage et l'écho-intégration, en dépendent : théoriquement, la valeur donnée par un écho-intégrateur est directement proportionnelle à l'index de réflexion moyen d'un individu de la population et le volume effectivement échantillonné par un système d'écho-comptage est une fonction de la distribution des index de réflexion des individus.

Les études sur les index de réflexion peuvent se mener soit en milieu confiné soit in situ.

. en milieu confiné, on utilise des poissons morts, anesthésiés ou immobilisés, poissons dont on fait changer l'orientation par rapport à la source sonore. Cette méthode tendrait être remplacée par l'utilisation de poissons acclimatés à l'environnement nageant librement dans une petite cage que l'on insonifie sous des angles différents en déplaçant la source sonore. Il est reconnu beaucoup de mérites à cette deuxième technique qui se rapproche des conditions naturelles, mais il est difficile de déterminer dans quelle mesure le confinement modifie le comportement des poissons, comportement qui affecte de manière très significative la valeur de l'index de réflexion. C'est pourquoi les méthodes de détermination in situ revêtent un grand intérêt.

. In situ sont utilisées trois méthodes, une indirecte et deux directes. La méthode indirecte est basée sur une étude statistique de la

distribution des intensités d'échos de poissons isolés. Cette technique fut au départ proposée par CRAIG et FORBES en 1969 puis améliorée par EHRENBERG en 1972 et par EHRENBERG et CARLSON en 1980. Elle consiste en fait à extraire statistiquement l'effet de la directivité des transducteurs, mais est susceptible de contenir des erreurs et n'est fiable que pour certaines classes de valeurs des index de réflexion. La méthode directe actuellement couramment utilisée repose sur la technique de "dual beam". Elle consiste à utiliser un transducteur possédant deux faisceaux de largeur différente donc deux fonctions de directivité différentes. L'émission se fait par le faisceau étroit et la réception simultanément sur l'étroit et le large. Le rapport des intensités acoustiques reçues sur les deux faisceaux détermine la valeur de la fonction de directivité de faisceau étroit correspondant à l'angle particulier sous lequel le poisson isolé a été insonifié, valeur qui permet ensuite de calculer l'index de réflexion de ce poisson. La deuxième méthode directe développée actuellement utilise la technique du "split beam", technique qui permet de comparer la différence de phase d'un écho reçu simultanément sur les quatre quadrants d'un transducteur. Cette différence de phase détermine la valeur de l'angle d'insonification de la cible d'où la valeur de la fonction de directivité et ensuite la valeur de l'index de réflexion de la dite cible.

L'étude des index de réflexion est nécessaire pour parvenir à une meilleure connaissance des propriétés acoustiques des poissons tropicaux insonifiés dorsalement, mais aussi latéralement pour une éventuelle application aux données des sonars. Elle mènerait d'autre part à une économie de temps au cours des campagnes d'écho-intégration qui ne seraient alors plus amputées du temps nécessaire à la détermination des constantes dans la mesure où l'étalonnage du système acoustique peut être fait avec précision.

### III.3.3. Etudes statistiques

Elles devraient permettre de déterminer les intervalles de confiance des estimations d'abondance et tendre à rechercher les moyens de les minimiser. Estimer ces intervalles de confiance n'est pas simple étant donné le grand nombre de sources d'erreurs et de variabilités des mesures. SHOTTON (1979) suggère d'appliquer les théories d'échantillonnage en grappe aux

.../...

valeurs globales d'écho-intégration. Une analyse plus fine, après stratification dans une même zone par profondeur, densité de poissons, voire même dans de bonnes conditions par taille acoustique des poissons, reste à développer. Un des moyens de minimiser les intervalles de confiance serait d'optimiser le parcours du bateau dans une zone donnée et ce problème donne lieu à de nombreuses études par simulations dans différents laboratoires.

#### IV - CONCLUSION

Deux années d'élève ORSTOM sont un complément essentiel de ma formation en biologie des pêches. Après une initiation aux méthodes de travail en zones tropicales qui m'ont fait découvrir sur place les difficultés spécifiques à ces milieux, j'ai eu la chance d'accomplir différents stages dans des laboratoires de renommée internationale. Ces deux ans ont été pour moi l'occasion :

- d'une part d'accroître mes connaissances universitaires en biologie des pêches, statistique, dynamique des populations et d'acquérir une formation théorique et pratique dans le domaine pour moi nouveau d'estimation d'abondance des stocks par moyens hydro-acoustiques.

- d'autre part de comparer les méthodes employées à l'ORSTOM à celles utilisées dans les différents laboratoires que j'ai pu visiter, cherchant ainsi, tout en respectant la valeur du travail actuellement mené à l'Office, à découvrir des améliorations ou des nouveaux types de recherches susceptibles d'être introduits dans le cadre de la recherche halieutique en milieu tropical.

.../...

Enfin, je ne saurais conclure ce rapport d'élève sans remercier profondément les responsables de l'ORSTOM qui ont pris le soin d'organiser mes stages, les directeurs des laboratoires qui ont accepté de me recevoir ainsi que l'ensemble des chercheurs qui ont tous su sans compter m'offrir de leur temps et de leur amitié.

- ANNEXE 1 -

ETUDE DE L'ETAT DES STOCKS D'ALBACORES (*Thunnus albacares*)

au 31 Décembre 1977

A. FONTENEAU, J.J. LEVENEZ et J. MARCILLE

## RESUME

Cet article analyse les données de prise et d'efforts ainsi que la structure des tailles des captures des diverses pêcheries afin de déterminer l'état actuel des stocks de cette espèce. Une prise record voisine de 130 000 tonnes a été obtenue en 1977 en relation avec un effort de pêche accru. Les pêcheries d'albacores se caractérisent depuis 1975 par l'importance des captures de gros albacores par les senneurs exploitants les zones du large ; simultanément les canneurs de Tema, dont l'activité vise à capturer du listao, continuent à capturer un nombre important d'albacores de très petites tailles. Les prises de gros albacores par les senneurs sont devenues plusieurs fois supérieures à celles capturées annuellement par les palangriers (actuellement et dans toute l'historique de cette pêche). Ceci accroît la production par recrue de la pêcherie mais on peut en conclure aussi que le stock reproducteur a subi de ce fait une certaine baisse de biomasse, qui semble toutefois sans conséquence sérieuse sur le recrutement jusqu'en 1976 ; celui-ci semble toutefois montrer une légère tendance à la baisse. La classe 76 semble d'un haut niveau après une classe 74 très mauvaise d'après sa p.u.e. dans la flottille FIS (mais moyenne d'après l'analyse des cohortes), et une classe 75 moyenne.

.../...

Les relations précédemment observées entre prises et effort de pêche restent très voisines de celles observées précédemment - MSY estimé légèrement plus élevé - et ne changent pas les conclusions obtenues en 1977 avec le modèle de production. Divers problèmes peuvent toutefois remettre en cause les analyses actuelles :

- l'évolution rapide et profonde des zones de pêche des pêcheries et des tailles capturées entraîne probablement un déséquilibre important de la ressource,
- la nature de l'effort de pêche exercé par les pêcheries thonières - tout au moins dans le cadre des données existantes - ne permet vraisemblablement pas une estimation correcte non biaisée de l'abondance des albacores,
- les migrations entre zones des différents groupes d'âges, qui, selon qu'elles sont importantes ou pas, changeront la nature des conclusions.

L'ensemble de ces problèmes interdit de porter un jugement catégorique sur l'état des stocks d'albacore. Cette incertitude doit conduire à une certaine prudence dans la stratégie future d'exploitation : il conviendrait en particulier de réduire la mortalité par pêche sur les yellowfin hors taille et de n'accroître l'effort de pêche que modérément, de préférence dans les zones du large.

- SUMMARY -

This paper presents an analysis of YF fishery statistics by gear and areas using the best present estimates (upon catch, effort and size distribution) in order to estimate the present status of YF population in the atlantic ocean.

A record catch has been taken during 1977 - probably more than 130 000 t - with an increased fishing effort. Catches of large tunas by purse seiners, in the offshore area are still increasing ; present catches of large yellowfin (more than 5 years old) by purse seiner are higher than those observed in the whole history of the fishery. Yield per recruit analysis shows that catches seriously increased the Y/R of the stock; in the same time, catches (and dumping) of small yellowfin are still high and decrease the Y/R.

Estimates of recruitment were obtained from c.p.u.e. (FIS fleet) and cohort analysis (all fleets). Those two methods give similar conclusions for all year classes except 1974 year class which is estimated to be very low from cohort analysis and at a medium level from cohort analysis.

The relationship between catches and c.p.u.e. through production model give estimates of MSY slightly higher than the previous ones. Several problems are still critical and make it difficult to foresee the future of the YF fishery :

- all estimates of abundance are indirect ones and based upon c.p.u.e. statistics ; they probably overestimate the true tendency of the abundance, perhaps seriously,

- age migratory pattern of YF and stock structure are now better known, but still hypothetical. These hypothesis will change our conclusion,

- the important changes in fishing pattern and fishing strategy by area and gear introduce probably a significant disequilibrium in the population.

Within those conditions it is recommended that fishing mortalities upon small YF be reduced and that fishing effort be monitored carefully even in the offshore area.

#### REMERCIEMENTS

Les enquêteurs dans les ports de débarquement, M. Le Hir, M. Le Fur, M. Simon, ont collecté depuis 10 ans les livres de bord des thoniers FIS avec une ardeur sans défaillance: qu'ils reçoivent nos vifs remerciements;

M. Lechauve, analyste programmeur à l'antenne ORSTOM du COB, a rédigé les nombreux programmes qui ont permis ces traitements: nos chaleureux remerciements s'adressent aussi à lui.

ANALYSE DE L'ETAT DES STOCKS D'ALBACORE ATLANTIQUE (*Thunnus albacares*)

AU 31 DECEMBRE 1977

## 1) Examen des données des pêcheries :

## 1.1. Prises :

Les prises de yellowfin atlantique ont été régulièrement croissantes depuis 5 ans. Elles ont atteint en 1977 un niveau record qui dépasse probablement 130 000 T.

## 1.1.1. Pêcheries de surface :

Les captures sont essentiellement réalisées dans l'atlantique est. L'accroissement de la prise est dû aux captures réalisées dans les zones du large par les flottilles de grands senneurs. L'évolution des zones de pêche est clairement montrée sur les figures 1 à 8 par la localisation des prises de la flottille FISM (près de 50 % des débarquements de YF en 1977). Les captures effectuées au large sont constituées en majorité de gros albacores.

La prise des canneurs reste stable depuis plusieurs années à un niveau proche de 10 000 t/an, cette prise étant constituée en majorité de petits individus, surtout pour les captures de la flottille de Tema dont le poids moyen est inférieur à 3 kg. Il est vraisemblable par ailleurs que cette prise sous-estime la mortalité par pêche réelle que subissent ces poissons par suite des rejets de YF "hors taille" qui semblent importants (SCRS/78/44) et des confusions YF/BF dans les statistiques de pêche qui tendent à sous-estimer les prises de YF.

## 1.1.2. Palangre :

Les estimations des captures par zone (atlantique est et ouest) des flottilles palangrières sont montrées tableau 1. Ces chiffres résultent du traitement des fichiers du Japon, de Taïwan de la Corée et de Cuba réalisées au

C.O.B. par Monsieur YANEZ. On notera que la ventilation par zone des prises palangrières est sensiblement différente de celle présentée par d'autres auteurs ; en particulier les prises dans la zone ouest sont sensiblement plus basses.

La tendance des prises dans les deux secteurs est et ouest est décroissante depuis 1973-1974.

### 1.1.3. Analyse des prises par taille et par âge :

L'analyse des prises par tailles révèle certaines tendances des pêcheries. Une estimation des prises par âge a été obtenue par engin et secteur I.C.C.A.T. en décomposant les fréquences de tailles en captures par âge selon la loi de croissance de LE GUEN SAKAGAWA. Des limites de tailles mobiles par trimestre ont été utilisées (tabl. 2). Un certain nombre de substitutions de strates sont nécessaires pour estimer les tailles capturées de certaines strates : le tableau 3 donne les substitutions principales qui ont été effectuées. Les résultats sont représentés fig. 10 pour l'Atlantique est et ouest.

On peut faire les observations suivantes :

a) Les captures d'albacores de moins de 2 ans (par les pêcheries de surface dans l'Atlantique est) ont atteint depuis 1971 un niveau 4 fois plus élevé que celui de la période 1960 à 1969.

b) Les captures d'albacores de 2 à 4 ans sont légèrement croissantes de 1958 à 1974 pour l'ensemble des pêcheries (surface + palangre). Les prises des pêcheries de surface sont toujours bien supérieures à celles obtenues à la palangre, ces dernières montrant une baisse sensible depuis 1974.

c) Les captures d'albacores de plus de 4 ans sont régulièrement décroissantes chez les palangriers de 1956 à 1970 puis se stabilisent jusqu'en 1977. Celles de surface restent comparativement très faibles jusqu'en 1968 puis s'accroissent pour devenir voisines de celles des palangriers durant les premières années d'activité des grands senneurs (1969 à 1974). La prise de gros individus augmente alors de 220 000 à 600 000 individus par an de 1975 à 1977.

.../...

Les prises actuelles des senneurs sur ces gros YF sont ainsi plus importantes que celles jamais observées à la palangre, même sur le stock vierge de 1956 à 1960.

Si on distingue les captures des zones est et ouest, on note que les albacorcs de taille moyenne, capturés par les palangriers dans l'Atlantique ouest, sont depuis 1970 deux fois plus nombreux qu'à l'est, en dépit du volume total moindre des prises. Les prises de gros YF de plus de 4 ans sont stables dans l'Atlantique ouest de 1956 à 1976 et régulièrement décroissantes dans l'Atlantique Est.

Ces observations se traduisent dans l'évolution du poids moyen des débarquements (tableau 4). Ce paramètre, relativement stable jusqu'en 1970 à un niveau voisin de 20 kg, décroît à un niveau compris entre 11 et 14 kg entre 1971 et 1974 par suite du développement des canneurs. De 1975 à 1977, le poids moyen s'élève à 16 kg en 76-77 par suite des captures de gros YF par les senneurs mais reste inférieur au niveau de la période initiale de la pêcherie.

## 1.2. Efforts de pêche

### 1.2.1. Pêcheries de surface :

L'effort nominal des canneurs est stable si l'on considère les canneurs FIS (30 bateaux en 1976 et 32 en 1977) mais semble en augmentation pour les canneurs de Tema (35 en 76 contre 41 en 77). L'effort nominal des senneurs semble en légère augmentation bien que l'absence de données relatives à la flottille espagnole ne permette pas une analyse précise de ce paramètre. Tout cet effort s'exerce dans l'Atlantique de l'est.

### 1.2.2. Pêcheries palangrières :

L'effort nominal des palangriers ne permet nullement d'estimer leur effort de pêche dans la mesure où l'activité de ces engins s'exerce de façon variable sur diverses espèces. Si on en juge d'après les efforts théoriques calculés par YANEZ (S.C.R.S./78/65), ce paramètre serait relativement stable dans la période récente.

## 1.3. Evolution des rendements :

### 1.3.1. Pêcheries de surface :

L'analyse des rendements a pour but d'estimer l'abondance de la res-

source. En ce qui concerne les pêcheries de surface, la flottille FISM fournit classiquement les indices jugés les plus significatifs. Cette flottille est en effet la seule qui cherche principalement à capturer l'albacore durant toute l'année et pour laquelle des statistiques de pêche détaillées sont disponibles sur une assez longue période.

Le document S.C.R.S./78/70 examine la signification de la p.u.e.; il analyse un certain nombre de biais, dont certains sont introduits "volontairement" par le pêcheur dans le but d'obtenir des rendements constants (voire en hausse !) quelque soit la baisse de la biomasse du stock.

Divers indices ont été calculés pour analyser la tendance des rendements :

a) Prise annuelle/temps de mer annuel de chaque catégorie traditionnelle de la flottille FIS (tabl. 5).

b) Moyenne annuelle de  $\frac{\text{prise mensuelle}}{\text{effort mensuel}}$  de chaque catégorie avec

correction de l'effort de pêche exercé sur le listao, selon la méthode FONTENEAU SOISSON (Tabl. 6)

c) Prise annuelle/effort annuel dans 7 sous-secteurs de pêche à l'albacore (fig. 11) jugés homogènes (tabl. 7).

d) Moyenne des p.u.e. par carré de 1<sup>o</sup>, par quinzaine de pêche (en excluant les carrés de 1<sup>o</sup> où l'effort exercé a été inférieur à 12 h). Le détail de la méthode et ses justifications sont décrites dans le document S.C.R.S./78/70 (Tabl. 8).

Les résultats montrent, pour la plupart, une décroissance sensible et régulière des rendements; la pente de cette baisse est variable selon la méthode de calcul et la zone. Divers biais sous-estiment probablement la signification réelle de cette tendance. Outre les biais liés à la notion d'effort de pêche chez les senneurs, un biais important pourrait être dû à la rotation accélérée des flottilles qui restent instantanément très groupées mais exploitent un nombre croissant de secteurs et de concentrations de thons ; ces flottilles laissent sans doute derrière elles, localement, une biomasse très réduite, mais elles obtiennent des rendements stables tant qu'elles sont en mesure de trouver rapidement de nouvelles concentrations.

### 1.3.2. Pêcheries à la palangre :

La tendance des rendements en albacores est relativement stable depuis 1970 dans tout l'atlantique. Les p.u.e. sont actuellement à un niveau moyen plus élevé à l'ouest (S.C.R.S./78/65) qu'à l'est.

## 2 - Structure de la population :

La structure de la population d'albacores conditionnera largement le diagnostic sur l'état des stocks.

Un certain nombre d'éléments semblent désormais bien établis dans ce domaine, d'autres demeurent hypothétiques. Une zone de reproduction importante existe dans le fond du Golfe de Guinée où les reproducteurs se concentrent chaque année de décembre à février (données sur les larves en cours de publication par CAVERIVIERE et données sur les indices gonado somatiques, ALBARET 1976). Ce sont ces individus, en période de reproduction, qui fournissent les prises récentes de gros YF par les senneurs.

Les palangriers pêchent traditionnellement ces poissons comme le montre le document S.C.R.S./78/65. Ce même document montre qu'il y a peu de corrélation entre les p.u.e. de surface et la palangre pour des YF de même taille si on se place au niveau secteur I.C.C.A.T.-mois, sauf dans le secteur du large. Ces variations indépendantes peuvent laisser penser qu'il s'agit de stocks relativement séparés, comme cela avait été suggéré par l'analyse des indices gonado somatiques ("gonad index") (En dépit de la bonne corrélation qui existe au niveau annuel entre les p.u.e. surface et palangre). La stabilité des p.u.e. palangrières, en dépit des captures importantes de YF de même taille, pourrait aussi laisser croire à l'existence de stocks relativement indépendants (même s'ils ont la même origine génétique).

Les jeunes YF issus de ces pontes demeurent près des côtes du Ghana pendant les premiers douze mois de leur vie où ils sont recrutés en juillet et août par la flottille de canneurs de Tema (Fig. 12). Ces jeunes albacores se dispersent ensuite dans le Golfe de Guinée où ils sont traditionnellement recrutés par la flottille FIS à partir de 12 mois. Passé l'âge de 2 ans, une partie importante de ces individus n'est plus disponible dans l'Atlantique de l'est (comme le montrent les vecteurs de prises et les analyses de cohortes). Une

partie de ce groupe de poissons pourrait avoir migré dans l'Atlantique central et ouest où les captures d'albacores de cet âge par les palangriers sont importantes. Ces poissons, ou une partie d'entre eux, reviennent ensuite vers l'âge de 4 ans dans les zones côtières riches en nourriture (Cap Lopez, Cap des Trois Pointes, Sénégal) sans jamais être significativement capturés au large à cet âge par les senneurs (dans les zones de pêche actuelles), tout en étant capturés par les palangriers.

Les YF les plus âgés (plus de 5 ans) sont eux capturés presque exclusivement dans le secteur du large et marginalement dans le secteur côtier. Il apparaît très probable actuellement, si on en juge par la rareté des captures de gros YF dans la zone côtière, que la majorité de ces poissons reste au large concentrée dans les secteurs de haute productivité relative (dôme de Guinée, divergence équatoriale) ; la distribution géographique et saisonnière très variable des prises de ces poissons suggère aussi l'existence de migrations importantes, probablement dans la direction est-ouest. On ne peut toutefois exclure l'hypothèse que ces gros YF sont présents toute l'année dans la zone côtière et dans des secteurs déterminés de la zone du large où ils ne seraient qu'"accidentellement" disponibles.

### 3 - Analyse du recrutement :

#### 3.1. Généralités :

Le recrutement peut être analysé à partir des prises par unité d'effort des jeunes YF ou par l'analyse des cohortes. La première méthode ne peut être employée que sur les données de la flottille FIS qui capture les YF à partir d'un âge de 12 mois. Ces résultats dépendent donc largement des captures effectuées sur les YF plus jeunes par divers flottilles et des biais probables dans la relation p.u.e.-abondance.

L'analyse des cohortes peut sembler plus satisfaisante dans la mesure où elle intègre les prises de tous les engins et ne nécessite pas d'estimation de l'effort de pêche. La validité des résultats de cette méthode dépendra toutefois largement d'un grand nombre d'hypothèses : sur le volume réel des prises, sur la structure de taille des prises non échantillonnées, la croissance et la décomposition des fréquences de taille en vecteurs de prises, la mortalité naturelle, le taux d'exploitation supposé enfin qui dépendra largement du scientifique.

.../...

### 3.2. Estimation par les p.u.e. par âge :

Une méthode d'estimation du recrutement a été mise au point (S.C.R.S/78/86) afin d'intégrer toute l'information relative aux p.u.e. par âge, engin et secteur ICCAT et d'estimer le niveau des classes d'âge recrutées dans la pêcheries F.I.S. La méthode précédemment employée (CAVERIVIERE FONTENEAU 1974).

permettait de distinguer les bonnes et les mauvaises classes d'âges ; l'emploi de distributions normales réduites avec un écart type fixé à 100 ne permettait pas d'estimer le niveau réel des classes d'âges.

Les résultats obtenus par cette méthode sont représentés fig.13 . On note comme dans les études précédentes une bonne concordance entre les estimations obtenues sur les poissons de 12 à 24 mois et sur celles obtenues de 24 à 36 mois.

On constate que les classes nées au premier trimestre 1968 et 1974 (appelées classes 68 et 74) sont à un bas niveau pendant leur deux premières années d'exploitation. Un écart de 1 à 4.7 est observé entre une bonne et une mauvaise classe d'âge (71 comparé à 68).

On note que les estimations du recrutement semblent manifester une certaine tendance à la baisse, au moins si on exclut la classe 1968. L'éventualité d'une telle tendance doit retenir toute notre attention par la signification importante qu'elle aurait si elle existait réellement.

Cette tendance apparente pourrait d'ailleurs être sensiblement plus marquée par suite des biais liés à la notion d'effort de pêche qui tendent en moyenne à sous-estimer les baisses d'abondance.

On doit toutefois garder à l'esprit le fait que cette estimation porte sur des YF âgés de 12 à 36 mois ; de ce fait la tendance apparente du recrutement n'est peut être due qu'au développement important des captures de YF de 6 à 12 mois, par les canneurs de l'ema en particulier. De ce fait cette tendance traduirait - si elle existe - non pas une baisse du recrutement biologique (au niveau du stock reproducteur) mais un changement du rendement par recrue avec compétition entre engins.

### 3.3. Analyse de cohortes :

Diverses analyses de cohortes ont été menées sur toutes les classes d'âge recrutées depuis 1969. Les vecteurs de prises par âge dans l'Atlantique de l'est (tableau 10) ont été estimés à partir de toutes les données de prises et de tailles publiées à ce jour par l'ICCAT. La structure de taille des captures F.I.S. a été réestimée

à partir de la relation LD1/poids de CAVERIVIERE (77), la relation précédemment employée (POINSARD 71) introduisant un sérieux biais dans l'estimation du poids des YF de plus de 38 cm de LD1. (Ces nouvelles estimations sont disponibles au secrétariat de l'ICCAT sous forme de listing ou de bande magnétique). Les prises par âge ont été estimées à partir de la croissance données par LE GUEN SAKAGAWA en utilisant des limites trimestrielles mobiles entre âges successifs (Tableau 2). Un certain nombre de substitutions de strates sont rendues nécessaires par l'absence de certaines données (Tableau 3). Les analyses de cohortes ont été menées sur une base annuelle et trimestrielle avec une mortalité naturelle constante égale à 0.7. Le choix de cette valeur prête assurément à discussion : le nombre important d'individus âgés dans les prises conduit à penser que le "nombre magique" pour le YF,  $M = 0,8$ , pourrait être surestimé, à moins de disposer d'un nombre apparemment excessif de recrues. Quoi qu'il en soit, il ne semble pas que les conclusions des analyses menées avec des  $M$  variant entre 0.6 et 0.8 puissent être fondamentalement différentes (FONTENEAU FRANCIS 75).

L'objectif de ces analyses de cohortes a été de tester si les estimations du recrutement pour la flottille F.I.S., obtenues d'après les p.u.e., étaient compatibles avec les vecteurs de prise.

On a donc ainsi fait l'hypothèse que le nombre d'individus recrutés suivait les mêmes variations relatives que les p.u.e. moyennes des âges 1 et 2 de la flottille F.I.S. Divers niveaux moyens de recrutement ont été testés (Tableau 12) 25, 40, 50 et 75 millions d'individus (nombres théoriques estimés à la date de naissance). Ces nombres initiaux ont été introduits dans l'analyse de cohorte en utilisant la solution directe d'une version modifiée du programme Cohort de FOX dans laquelle  $N_0$  est estimé (à la place de  $F_1$ ).

Pour les cohortes exploitées jusqu'à la fin de leur 7<sup>ème</sup> année la non-existence d'une solution à l'analyse des cohortes indique que le recrutement est sous-estimé. Pour les cohortes exploitées pendant un nombre d'années inférieur à 7, un critère d'acceptation ou de rejet du recrutement a été déterminé de la manière suivante : la population moyenne à la fin du dernier intervalle d'étude doit être supérieure à la population virtuelle moyenne de 1969 à 1977 (c'est-à-dire qu'il doit rester dans la cohorte autant d'individus qu'on en a capturé en moyenne par le passé, ie en négligeant la mortalité naturelle).

Les résultats de ces passages sont schématisés tableau 12. On constate que le niveau moyen de recrutement fixé à 50 millions donne des résultats positifs

.../...

alors que le niveau 40 millions ne permet pas de mener à bien les analyses 4 fois sur 8. Seule la classe 74 semble très sous-estimée par les p.u.e. : un recrutement de 48 millions est indispensable pour obtenir des taux de mortalité acceptables, ie comparables aux classes voisines, et permettant des captures actuellement.

La classe 74 est sans doute à un niveau moyen mais a subi une forte exploitation lors de sa première année de vie (plus forte prise observée) et a peut être été à la fois réduite et peu disponible lors des années suivantes.

Les taux annuels de mortalité par pêche sont représentés tableau 13 et les populations <sup>sous</sup> jacentes théoriques, tableau 14.

D'autres solutions de l'analyse des cohortes devraient être examinées. Il est possible que celles-ci surestiment la biomasse du stock ; en termes de niveau d'exploitation, cette solution correspond à un stock pour lequel la production par recrue peut être augmentée sensiblement par accroissement de la mortalité par pêche (pour l'année 1977, le Y/R s'accroît de 15 % pour un facteur multiplicatif de F égal à 2.5).

Toutefois si le niveau absolu des F par âge (et des populations sous-jacentes) est biaisé par les estimations de M et du taux d'exploitation, les tendances relatives des F par âge d'une année à l'autre sont probablement bien traduites. (ainsi que les estimations de Y/R qui en résulteront).

#### 4 - Modèle de production

##### 4.1. Généralités :

Le modèle de production généralisée a été employé (programme PRODFIT de FOX). Divers calculs ont été effectués :

- prises et efforts des pêcheries de surface dans la zone de pêche traditionnelle.

- prises et efforts des pêcheries de surface dans l'Atlantique est.

- prises totales et efforts de l'Atlantique est.

- prises totales et efforts dans l'ensemble de l'Atlantique.

Les calculs ont tous été réalisés avec  $m \rightarrow 1$  (modèle exponentiel), les courbes de ce type semblent en terme de dynamique des populations et de gestion des stocks

les plus pertinentes (indépendamment donc du meilleur ajustement statistique qui est souvent de type  $m = 0$ ). Le nombre de classes d'âge ayant contribué à la prise a été fixé successivement à 3 et 4 ; un plus grand nombre de classes serait sans doute plus réaliste mais réduirait à l'excès le nombre d'années disponibles pour l'estimation de la situation d'équilibre. Les calculs n'ont pris en compte que les années 1969 à 1977, seules années pour lesquelles on dispose de bons indices de p.u.e., en particulier par zone. Les p.u.e. des canneurs ne sont plus utilisées pour diverses raisons : l'effort de pêche et la zone d'activité de ces bateaux sont très réduits depuis 3 ans, ce qui limite fortement la signification de leurs résultats. Par ailleurs, il semble se développer dans la période récente une collaboration entre canneurs et grands senneurs qui conduit à augmenter les p.u.e. des canneurs sans qu'on puisse en conclure à une augmentation de l'abondance .

#### 4.2. Résultats :

Ils sont indiqués sur le tableau 15 :

- Pêcheries de surface du secteur traditionnel de l'Atlantique est : les estimations du MSY sont comprises entre 59 000 et 89 000 t. Le meilleur ajustement est obtenu avec  $k = 4$  et la p.u.e. moyenne par quinzaine par carré de 1°.

- Pêcheries de surface de l'Atlantique est : les estimations du MSY varient entre 95 000 et 170 000 t. Le meilleur ajustement est obtenu avec  $k = 4$  et la p.u.e. moyenne des senneurs dans la zone côtière (MSY = 95 345).

- Toutes pêcheries de l'Atlantique est : le MSY est estimé entre 116 000 et 190 000. Le meilleur ajustement est obtenu avec  $k = 4$  et la p.u.e. côtière de surface (MSY = 116 000 ).

#### 4.3. Discussion :

Il est intéressant d'analyser l'évolution des estimations du MSY des pêcheries au cours de leur évolution.

Pour la zone de pêche traditionnelle les estimations sont stables depuis 1973 à un niveau proche de 60 000 t.

Dans l'ensemble de l'Atlantique de l'est les estimations sont régulièrement croissantes d'une année à l'autre. Cette tendance résulte simplement de l'accroissement des prises de gros YF capturés au large. S'il s'agit strictement du même stock que celui exploité précédemment, MSY sera surestimé : en effet, dans cette

.../...

hypothèse, la biomasse du stock n'aurait pas été accrue mais seule son accessibilité (donc sa capturabilité) a été accrue. S'il s'agit d'un stock isolé du précédent, même s'il en est issu génétiquement, on aura un accroissement réel de production correspondant à un accroissement de biomasse exploitée.

Divers problèmes sérieux doivent inciter à une certaine prudence dans l'interprétation des résultats ; les plus critiques sont à notre sens les suivants :

- les graves incertitudes sur la relation entre les p.u.e. et l'abondance du stock.

- l'évolution rapide des pêcheries qui introduit un déséquilibre sans doute important de la population, déséquilibre sans doute mal estimé par la méthode de GULLAND, (surtout si l'on pense à l'équilibre à long terme intégrant la relation stock-recrutement qui est probablement essentiel pour le devenir du stock).

- les changements sans doute importants de la production des stocks liés aux variations des régimes d'exploitation : il est logique d'admettre que le MSY de la ressource dépend largement de la combinaison des engins en activité et des mortalités par âge infligée aux stocks. Il serait donc pertinent de penser au modèle de production d'un engin plutôt que du modèle de production d'un stock.

L'ensemble de ces problèmes doit inciter à une grande prudence dans l'interprétation des résultats, du modèle de production en particulier en matière de prévision.

## 5 - Production par recrue :

### 5.1. Données et méthodes :

Les calculs ont été effectués à partir des vecteurs de  $F$  par âge résultants de l'analyse des cohortes (tableau 14). Le modèle de RICKER a été employé pour l'ensemble des pêcheries de l'Atlantique de l'est, pour les années 1969 à 1977.

### 5.2. Résultats :

Les isoplèthes de production par recrue ( $Y/R$ ) sont données figure 18. On constate une tendance régulière à l'accroissement de la production par recrue, en

.../...

particulier dans la période récente 1976 à 1977. Ceci est très certainement à mettre en relation avec l'accroissement des F générés par les senneurs sur les YF âgés.

### 5.3. Discussion :

Les résultats de production par recrue dépendent largement de multiples hypothèses.

- . dans le domaine biologique : croissance, mortalité naturelle par âge.

- . dans le domaine statistique : estimation des prises et des structures de taille des prises de certains pays, décomposition des fréquences de tailles en prise par âge.

- . dans le calcul des F par âge à partir de conditions données ( $C_i, M_i$ ) : selon le taux d'exploitation fixé par le scientifique.

Toutefois les résultats obtenus semblent acceptables, en particulier l'accroissement du Y/R dans les années 75 à 77 : en effet il est très logique que la capture de vieux individus, voués au préalable à une mort naturelle, accroisse le Y/R de la pêcherie.

## 6 - Conclusions sur l'état des stocks d'albacores :

L'analyse des données existantes révèle un certain nombre de faits caractéristiques :

On constate une profonde évolution des pêcheries de surface et une stabilité des pêcheries à la palangre. L'hypothèse de plusieurs fractions de stocks de YF (séparés en profondeur et géographiquement) ayant de faibles taux de mélange apparaît comme vraisemblable. L'un d'eux serait situé dans l'Atlantique ouest et ne serait exploité que par les palangriers. La production de ce stock serait très modeste si l'on en juge par les dernières estimations (S.C.R.S/78/65) : il est probable toutefois que, si ce stock est réellement indépendant, des pêcheries de surface pourraient accroître cette production.

Dans l'Atlantique de l'est, divers indices suggèrent que les jeunes YF resteraient concentrés dans le Golfe de Guinée, ceux d'âge moyen (2 à 4 ans) feraient des migrations importantes dans l'Atlantique est et central, les plus âgées restant principalement au large; ce groupe pourrait être fractionné en deux groupes de surface et de profondeur qui pourraient n'avoir qu'un faible taux de mélange entre eux.

Du point de vue des analyses des structures démographiques, les captures de gros YF - à un niveau jamais observé dans l'histoire des pêcheries, même sur le stock vierge - conduisent à augmenter les estimations précédentes de populations sous-jacentes de l'Atlantique est (donc des recrutements). Il résulte de cet accroissement des estimations des recrutements moyens, une réduction des taux de mortalité par pêche estimés pour les jeunes individus.

Les captures de gros YF ont deux actions majeures : elles accroissent la production par recrue du stock, mais diminuent en contrepartie le stock reproducteur ; cette baisse est difficile à évaluer par suite de l'incertitude sur la biomasse des adultes.

Les captures de petits YF "hors taille" et les rejets continuent d'être importants bien que difficiles à connaître : ceci réduit le Y/R du stock et sa fécondité en situation d'équilibre.

En ce qui concerne la tendance du recrutement, on constate des variations importantes ; les estimations disponibles suggèrent l'existence d'une tendance décroissante dans le recrutement des YF âgés de 12 mois à 36 mois, dans la période 1970 à 1977. Cette tendance pourrait, si elle est réelle, résulter soit d'une baisse du stock reproducteur soit simplement de l'accroissement de la mortalité par pêche exercée sur les jeunes YF.

Le modèle de production classiquement employé donne des estimations de MSY variables selon la méthode de calcul mais en général supérieures aux estimations antérieures (sauf pour la zone de pêche traditionnelle de l'Atlantique est). La plus grande prudence s'impose toutefois dans l'interprétation des résultats obtenus par cette méthode et ceci pour de multiples causes qui sont discutées au 4.3.

L'ensemble de ces résultats et considérations peut permettre les recommandations suivantes en matière de gestion des stocks d'albacores :

- Les captures importantes et les rejets d'albacores "hors taille" dont les conséquences sont néfastes, aussi bien en terme de production par recrue que de fécondité potentielle du stock, doivent être réduites.

- L'effort de pêche sur les gros YF, bénéfique en terme de Y/R mais potentiellement dangereux pour le recrutement, ne devrait s'accroître que modérément. En effet il semble nécessaire d'atteindre l'équilibre à moyen terme

du stock de reproducteurs et de déterminer son effet sur le recrutement avant d'accroître la mortalité par pêche sur ces reproducteurs.

Si l'on tient compte du fait que la zone côtière subit déjà une pleine exploitation, cet accroissement modéré de l'effort de pêche devrait s'exercer dans la zone du large où un accroissement de la production par recrue est espéré.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALBARET J.J., 1976 .- La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le Golfe de Guinée. Thèse 3 ème cycle. Université de Paris VII p 1-143
- CAVERIVIERE A., 1977 .- Longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Oceanogr., vol -XIV, n° 3, 1976 : 201-208
- CAVERIVIERE A. et FONTENEAU A., 1974 .- Evaluation des variations de recrutement dans la pêcheries d'albacore du Golfe de Guinée de 1969 à 1973. Rec. Doc. Scient. I.C.C.A.T. vol III pp 180, 186
- FONTANA A. et FONTENEAU A., 1977 .- Note sur les indices gonado somatiques des albacores (*Thunnus albacares*) capturés à la senne et à la palangre. Rec. Doc. Scient. I.C.C.A.T. vol VII n° 1 p 67-72
- FONTENEAU A., 1978 .- Analyse de l'effort de pêche des senneurs FIS. S.C.R.S./78/70
- FONTENEAU A. et FRANCIS W., 1975 . - Sensitivity analysis of the yellowfin tuna population with fishery models of the eastern atlantic and eastern to errors in certain basic parameters S.C.R.S./75/38
- FONTENEAU A. LENARZ W. , 1973 .- Cohort analysis of the eastern Atlantic fishery for yellowfin tuna. S.C.R.S./73/64 in Rec. Doc. Scient. I.C.C.A.T. vol VII n° 1 p 55-66
- FOX W. jr, 1975 .- Fitting the generalized stock production model by least squares and equilibrium approximation. Fish. Bull. 73 (1) : 23-36
- FOX W. jr, and COAN A. , 1977 .- A production model analysis of atlantic yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) 1964-1976. Rec. doc. Scient. I.C.C.A.T. vol VII n° 1, p 73, 81
- HONMA M. and HISADA K., 1971 .- Structure of yellowfin tuna population in the atlantic ocean. Bull. Far Seas Fish, Res. Lab. n° 4, April 1971 pp : 93-124
- HONMA M. and SUSUKI Z., 1977 .- Overall fishing intensity, catch, catch by size and spawning indices of yellowfin tuna in the atlantic tuna longline fishery, 1956-75. Rec. doc. Scient. I.C.C.A.T. vol VII n° 1, p 24-29

LE GUEN J.C. and SAKAGAWA G. , 1973 .- Apparent growth of yellowfin tuna from the eastern atlantic ocean  
Fish. Bull. vol 71, pp 175-187

POINSARD F., 1969 .- Relations entre longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des albacores *Thunnus albacares* pêchés dans le sud du Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Oceanogr. vol VII, n° 2, pp 89-94

	SURFACE					PALANGRE			TOTAL	TOTAL	TOTAL
	ATL. EST			ATL. WEST	TOTAL ATL. SURFACE	ATL. EST	ATL. WEST	TOTAL ATL. PALANG.	ATL. EST	ATL. WEST	ATL.
	S. Trad.	S. Large	Total est								
1966	34.6	0	34.6	2.9	37.5	13.7	13.7	27.4	48.3	16.6	64.9
1967	35.0	0	35.0	3.4	38.4	14.6	7.1	21.7	49.6	10.5	60.1
1968	52.7	0	52.7	2.2	54.9	20.4	7.5	28.2	73.3	9.7	83.0
1969	57.3	3.6	60.9	2.3	63.2	15.9	14.8	30.7	76.8	17.1	93.9
1970	41.0	3.4	44.4	2.4	46.8	16.8	14.4	31.2	61.2	16.8	78.0
1971	40.7	1.6	42.3	1.5	43.8	14.6	14.3	28.9	56.9	15.8	72.7
1972	61.0	1.8	62.8	2.9	65.7	17.7	12.5	29.6	79.9	15.4	95.3
1973	57.7	1.3	59.0	2.2	61.2	15.6	16.3	31.9	74.6	18.5	93.1
1974	67.2	9.0	76.2	1.6	77.8	16.6	13.8	30.4	92.8	15.4	108.2
1975	58.2	30.4	88.6	2.0	90.6	14.9	14.4	29.3	103.5	16.4	119.9
1976	64.4	29.7	94.1	.6	94.7	12.2	11.2	23.4	106.3	11.8	118.1
1977	62.4	40.8	103.2	.8	104.0	12.6	11.6	24.2	115.8	12.4	128.2

Tableau 1 : Estimation des prises de yellowfin (en milliers de tonnes) par engin et secteur de 1966 à 1977.

	LF	AGE	LF	AGE	LF	AGE	LF	AGE	LF	AGE	LF	AGE	LF	AGE	LF
TRIM 1	-	-	30	2	66	3	103	4	133	5	150	6	161	7	180
TRIM 2	30	1	42	2	75	3	112	4	137	5	153	6	163	7	180
TRIM 3	30	1	53	2	84	3	120	4	142	5	156	6	165	7	180
TRIM 4	30	1	58	2	94	3	128	4	147	5	159	6	166	7	180

Tableau 2 : Loi de croissance employée pour la décomposition des prises par classe de longueur à la fourche en prises par age: limites trimestrielles des séparations entre ages.

		56	61	65	69	70	71	72	73	74	75	76	77
		60	64	68									
SENNEURS	FIS	-	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	USA	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	JAPON	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ESPAGNE	-	-	B	B	B	E	E	E	E	E	E	E
CANNEURS	FIS	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ESPAGNE	-	C	D	E	-	-	-	-	-	-	-	-
	TEMA	-	-	D	D	D	F	F	0	0	0	0	0
	ANGOLA	-	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	CANARIES	-	A	B	B	B	B	B	B	B	0	0	H
PALANGRIERS	JAPON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	H
	BRESIL	-	E	G	0	0	0	0	0	0	0	0	H
	VENEZ.	-	-	G	G	G	0	0	0	0	G	G	H
	COREE-PA.	-	-	G	G	G	G	G	G	G	0	0	H
	CUBA	-	-	G	G	G	G	G	G	0	0	G	H
	TAIWAN	-	-	G	G	G	G	G	G	G	G	G	H

Tableau 3: Résumé des données de fréquences de tailles utilisées et des substitutions de strates opérées.

O=données disponibles par zone et trimestre, A=substitution par senneurs moyens FIS 65-68, B=substitution par senneurs moyens FIS même année, C=sub. par canneurs FIS 65-68, D=sub. par canneurs FIS même année, E=sub. par grands senneurs FIS même année, F=sub. canneurs Tema 1973, G=sub. par palangriers japonais même année et même zone, H=sub. par même engin année précédente.

ANNEE	57-60	61-64	65-68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
POIDS MOYEN	21.6	21.0	17.8	23.8	17.2	11.0	13.8	12.9	12.9	22.0	16.0	15.9

Tableau 4 : Evolution du poids moyen des albacores débarqués de 1956 à 1977 (l'ensemble des flottilles (Surface et palangre)

TABLEAU 5 : PUE annuelles yellowfin par engin et catégorie (tonnes par jour de mer).

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Canneurs glacières	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 + 1000t				(2.64)	4.62	5.25	6.48	6.35	4.56

		Engin	f	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

Tableau 8 : Moyennes des p.u.e. YF par carré de 1° par quinzaine pour les secteurs côtiers (zones I.C.C.A.T. Dakar + Abidjan + Pointe Noire) et l'atlantique est. Les carrés dans lesquels un effort de pêche inférieur à -f- a été exercé durant la quinzaine sont éliminés des calculs (f = 0, 12 h, 24 h).

AN	CC <sub>2</sub>	CC <sub>3</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
1969	1,50	2,18	3,34	4,68	5,40		
1970	1,16	1,60	2,50	3,39	6,08		
1971	1,20	1,55	2,10	3,18	4,48		
1972	1,33	2,22	2,86	3,65	5,47		
1973	1,19	1,73	2,10	2,89	5,55		
1974	1,35	1,84	2,26	3,75	5,45	8,24	(7,0)
1975	(1,19)	(1,85)	1,81	3,47	6,86	2,01	7,81
1976	(1,67)		2,22	3,09	6,01	9,05	7,77
1977	1,33		2,02	2,94	6,94	9,52	6,27

Tableau 6a Prise par unité d'effort (YF/JE) des différentes catégories (p u e corrigée cf. tableau 3 FONTENEAU-SOLISSON; WPTT, Nantes 74/14).

	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	P U E pondérée
1969	8.28	7.36	5.40	7.95
1970	5.70	5.70	6.08	5.85
1971	5.21	5.34	4.48	5.04
1972	7.09	6.13	5.47	6.27
1973	5.21	4.86	5.35	5.11
1974	5.60	5.37	5.45	5.78
1975	4.49	5.85	6.36	6.36
1976	5.51	5.19	6.01	5.85
1977	5.01	4.94	6.94	6.62

Tableau 6b Prise par unité d'effort (YF/JE) des semeurs de catégories S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>. La p u e moyenne S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> est pondérée par la prise de chaque catégorie.

	GL S1	SM S1	SM S2	SM S3	SM S4	GS S2	GS S3	GS S4	CC S1
1969	1.14	3.80	3.88	2.57	3.63		6.50	4.31	1.24
1970	.66	2.03	3.35	4.52	3.80	4.57	6.31	7.19	1.08
1971	1.10	2.67	2.64	3.51	4.74	1.88	3.54	4.25	1.27
1972	.85	1.35	2.98	3.92	5.17	2.51	4.20	6.35	.77
1973	.90	2.43	2.63	3.14	4.64	5.00	5.79	7.55	1.14
1974	1.25	2.15	2.33	2.65	4.21	4.56	4.93	5.08	1.66
1975	.63	2.51	2.24	1.20	2.97	3.18	4.25	4.20	.75
1976	1.36	1.91	2.73	2.18	2.85	5.97	4.41	5.01	1.09
1977	1.27	2.25	1.94	1.78	3.50	2.33	4.74	5.27	1.32

Tableau 7 a - Prise par unité d'effort par engin dans les différents secteurs de la zone traditionnelle (secteurs Dakar, Sherbro, Abidjan, Pointe-Noire).

	SM S1	SM S2	SM S3	SM S4	GS S2	GS S3	GS S4	PIR
1969	9.01	7.60	4.99	5.12		7.22	4.31	6.58
1970	4.81	6.57	8.77	5.36	6.54	7.25	7.19	6.64
1971	6.33	5.17	6.84	5.98	2.69	3.71	4.26	4.88
1972	3.20	5.84	7.60	7.29	3.59	4.55	6.85	5.58
1973	5.76	5.15	6.09	6.54	7.15	6.43	7.55	6.55
1974	5.10	5.55	5.10	5.94	6.23	5.47	5.03	5.59
1975	5.47	4.39	2.33	4.19	5.41	4.72	4.20	4.39
1976	4.53	5.43	4.23	4.02	8.54	4.90	5.01	5.24
1977	5.33	3.80	3.45	4.94	4.05	5.25	5.27	4.59

Tableau 7 b - Prise par unité d'effort par engin standardisé en unité GS 5 dans les différents secteurs de la zone traditionnelle

	A G E						
	1	2	3	4	5	6	7
1969	386	835	1120	733	298	85	52
1970	615	2377	357	251	242	144	42
1971	1213	2650	1136	181	189	165	54
1972	1611	2852	1170	459	191	116	51
1973	2727	2565	788	480	263	62	53
1974	2918	3151	849	534	315	106	50
1975	1110	1774	1062	467	447	230	68
1976	2314	2687	953	417	459	211	101
1977	2566	3053	1144	481	510	209	68

Tableau 10 : Estimation des vecteurs de prises par age selon l'année de pêche. Toutes pêcheries de l'atlantique est.

Niveau moyen du recrutement (millions)		75	60	50	40	25
C L A S S E	1968	26.5	21.2	17.7	14.1	8.8
	1969	94.8	75.8	63.2	50.5	31.6
	1970	125.9	100.7	83.9	67.1	41.9
	1971	74.0	59.2	49.4	39.5	24.7
	1972	77.3	61.8	51.5	41.2	25.8
	1973	101.2	81.0	67.5	54.0	33.7
	1974	28.9	23.1	19.3	15.4	9.6
	1975	71.2	57.0	47.5	38.0	23.7

Tableau 11 : Nombre initial d'individus introduit dans l'analyse de cohorte selon les classes d'age et selon 5 niveaux moyens du recrutement.

Ces  $N_0$  des différentes classes d'age sont obtenus à partir des pue FIS.

CLASSE	68	69	70	71	72	73	74	75
NOMBRE D'ANNEES D'EXPLOITATION	7	7	7	7	6	5	4	3
NIVEAU MOYEN DU RECRUTEMENT 68-75 (millions)	25	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	0	0	X	X	0	X
	50	0	0	0	0	0	0	X
	60	0	0	0	0	0	0	X
	75	0	0	0	0	0	0	X

Tableau 12 : Solutions de l'analyse des cohortes des classes 68 à 75 (toutes pêcheries de l'atlantique est) selon le niveau moyen des recrutements introduits. 0 = le vecteur de prise est compatible avec le recrutement.

X = le vecteur de prises n'est pas compatible avec le recrutement (pour les classes exploitées moins de 7 ans, le critère de la solution est la présence à la fin du dernier intervalle d'une population sous jacente égale ou supérieure à la population virtuelle moyenne 68-76 après cet age)

	A G E S						
	1	2	3	4	5	6	7
1969	45266	8990	7673 <sup>+</sup>	3544 <sup>+</sup>	1680 <sup>+</sup>	904 <sup>o</sup>	446 <sup>o</sup>
1970	60073	21306	4078	3544 <sup>+</sup>	1680 <sup>+</sup>	805 <sup>+</sup>	446 <sup>o</sup>
1971	34966	28476	9446	1847	1680 <sup>+</sup>	805 <sup>+</sup>	387 <sup>+</sup>
1972	36342	15740	12904	4260	781	805 <sup>+</sup>	387 <sup>+</sup>
1973	47329	16448	6712	5957	1953	309	387 <sup>+</sup>
1974	33368	21337	7106	2942	2792	884	114
1975	33667	14981	9294	3139	1187	1251	386
1976	37952 <sup>*</sup>	15198	6539	4176	1282	415	530
1977	37952 <sup>*</sup>	17363 <sup>*</sup>	6323	2804	1777	458	137

Tableau 13 : Estimation par analyse de cohortes des populations sous jacentes par age (de 1969 à 1977) dans l'Atlantique est (M=.7)

<sup>o</sup>:estimation d'après régimes moyens d'exploitation 61/64 puis 65/68;

<sup>+</sup>:estimation d'après régime moyen d'exploitation période 65/68;

<sup>\*</sup>:estimation de la classe à un niveau moyen.

ANNEE	A G E						
	1	2	3	4	5	6	7
1969	.01	.09	.09	.10	.15	.14	.12
1970	.02	.11	.09	.10	.16	.15	.12
1971	.07	.09	.12	.10	.16	.15	.10
1972	.09	.18	.09	.11	.24	.15	.10
1973	.12	.16	.12	.08	.14	.20	.10
1974	.17	.15	.12	.19	.12	.13	.44
1975	.07	.12	.11	.15	.42	.20	.24
1976	.05	.18	.15	.10	.38	.66	.22
1977	.05	.14	.18	.17	.30	.55	.91

Tableau 14 Estimation par l'analyse des cohortes (M=0.7) des taux annuels de mortalité par pêche par age selon l'année de pêche. (Atlantique est, toutes pêcheries)

ANNEE	69	70	71	72	73	74	75	76	77
Y/R	2.59	2.24	2.37	2.14	1.93	2.24	2.66	2.79	3.03

Tableau 16 : Estimation de l'évolution de la production par recrue (kg.) de la pêcherie de l'atlantique est (Surface + palangre)

(recrutement à l'âge de 6 mois).

Type de la pue	k	MSY (milliers tonnes)	index d'erreur	pêcherie
1	3	67.5	19.1	de surface dans le secteur côtier traditionnel
	4	59.1	6.0	
	3	88.7	54.6	
	4	61.0	10.6	
4	3	NC		
	4	NC		
1	3	114.8	26.8	de surface dans l'atlantique est
	4	95.3	18.4	
2	3	170.4	53.7	
	4	108.2	19.6	
3	3	161.1	50.4	
	4	110.5	26.0	
4	3	NC		
	4	NC		
1	3	118.6	20.9	toutes pêcheries de l'atlantique est.
	4	104.5	15.0	
2	3	176.5	50.5	
	4	115.6	16.7	
4	3	NC		
	4	NC		
1	3	128.6	15.8	toutes pêcheries de l'Atlantique
	4	116.4	12.5	
2	3	189.8	48.0	
	4	128.7	14.5	
4	3	NC		
	4	NC		

Tableau 15: Estimations des MSY selon la pue employée dans le calcul et selon le nombre d'années k intervenant dans l'estimation de l'équilibre.  
 pue 1=pue moyennes /1<sup>o</sup>,/quinzaine, excluant carrés avec un effort inf. 12 heures. dans le secteur côtier (zones ICCAT Abidjan+Pointe Noire+dakar)  
 pue 2=Idem Atlantique est (cf. tableau 8)  
 pue 3=pue du secteur côtier par moyenne des 4 secteurs Fig.11.(cf. tab.7 b)  
 pue 4=pue méthode Fonteneau Soisson 73 Atl. est.(cf. tab. 6 b)  
 NC = Non Convergent (pas d'ajustement possible)

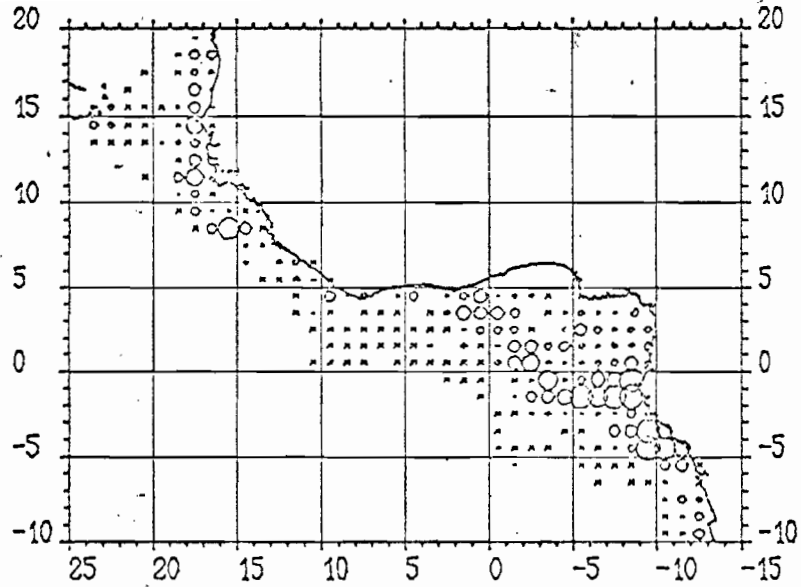


Fig1 PRISES TF FIS 1974

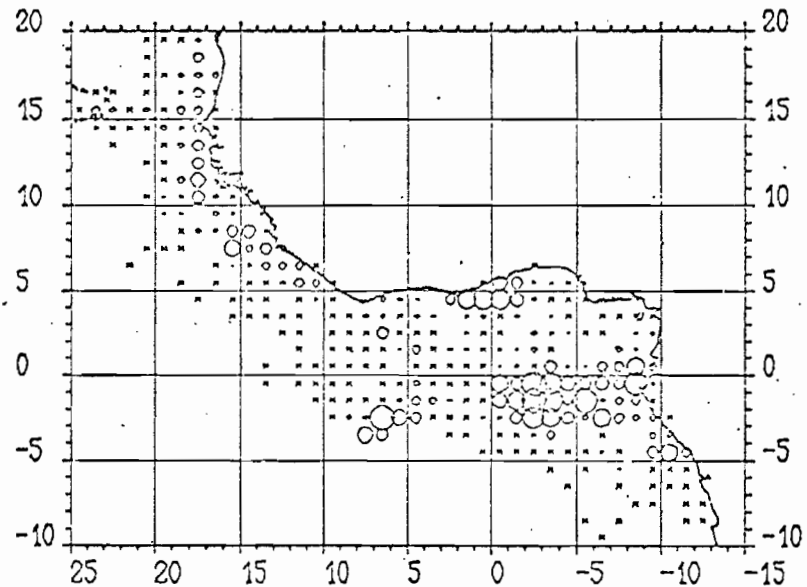


Fig2 PRISES TF FIS 1975

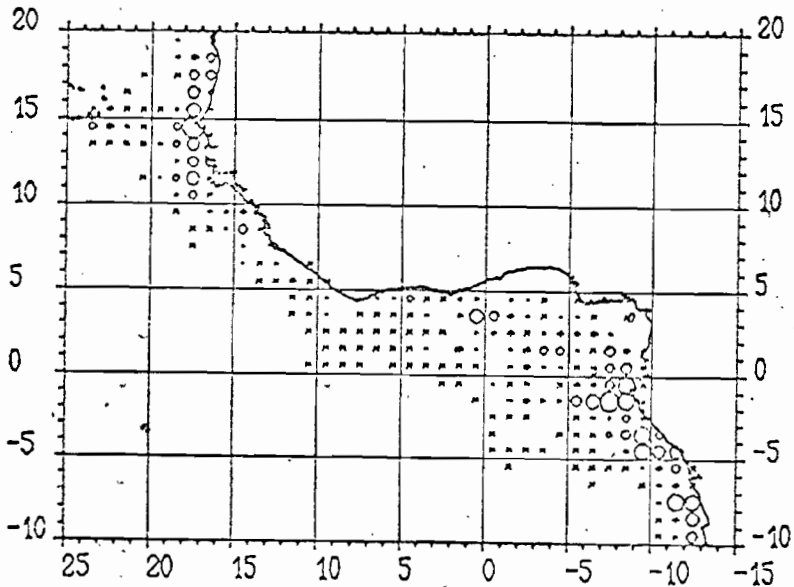


Fig3 PRISES SJ FIS 1974

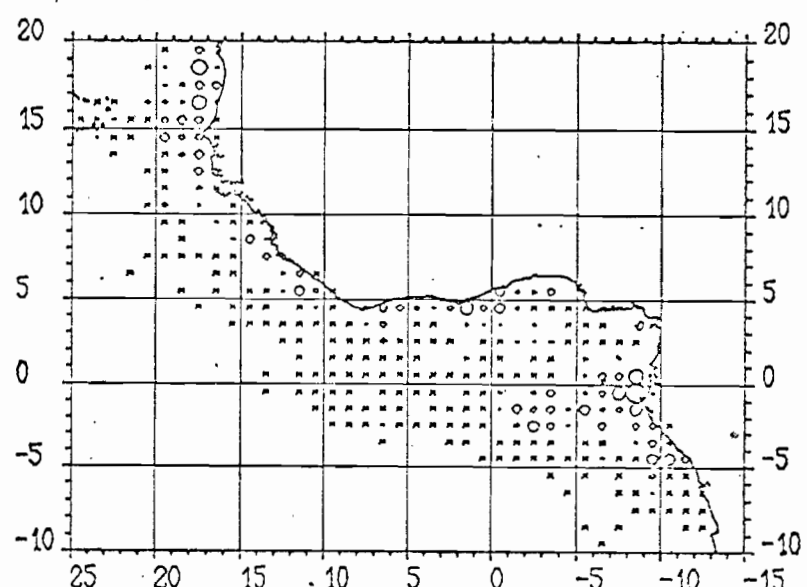


Fig4 PRISES SJ FIS 1975

. 50    ○ 500    ○ 1000

. 50    ○ 500    ○ 1000

Figures 1 à 4: prises totales de YF et de SJ de la flottille FIS 1974 et 1975.

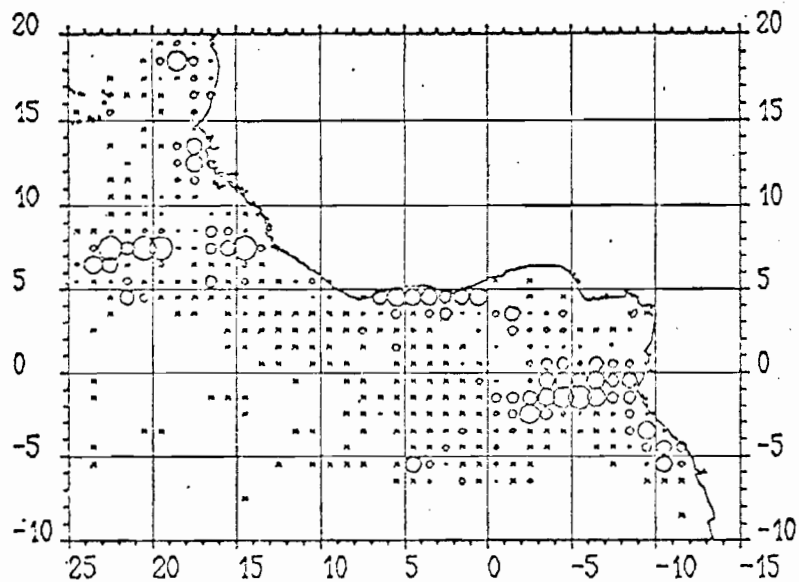


Fig 5 PRISES YF FIS 1976

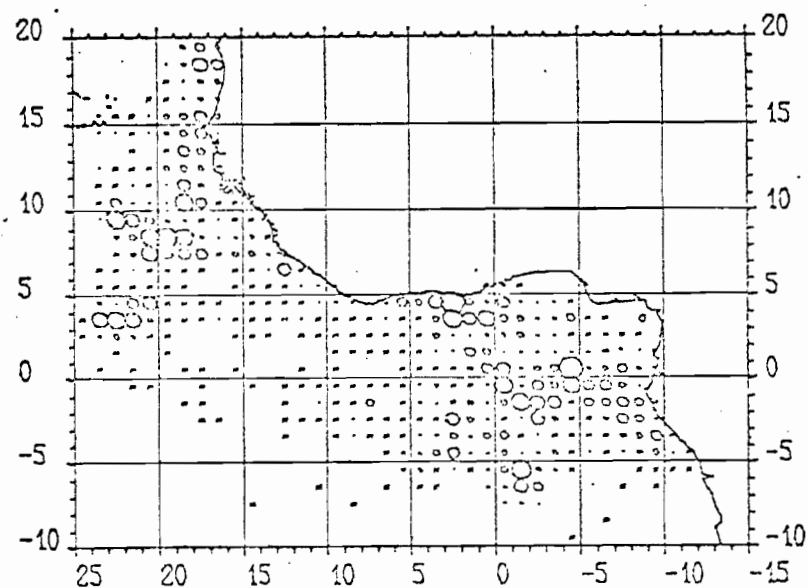


Fig 7 PRISES YF FIS 1977

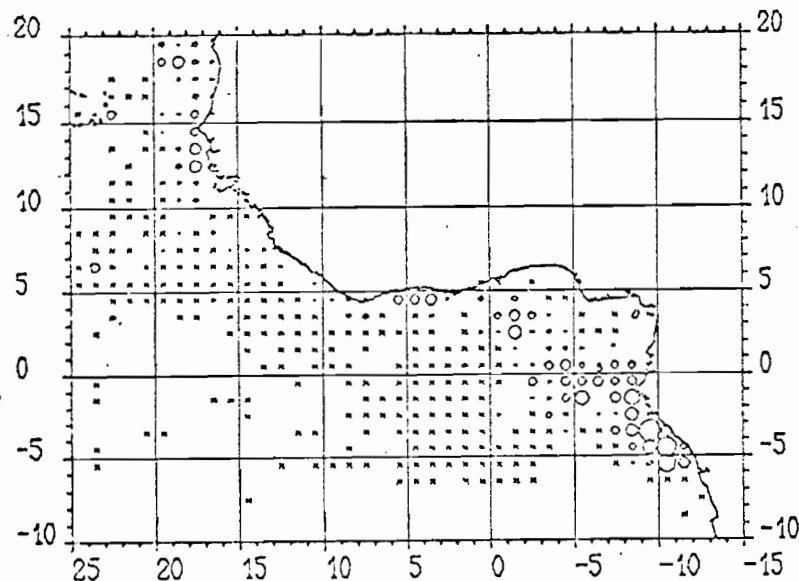


Fig 6 PRISES SJ FIS 1976

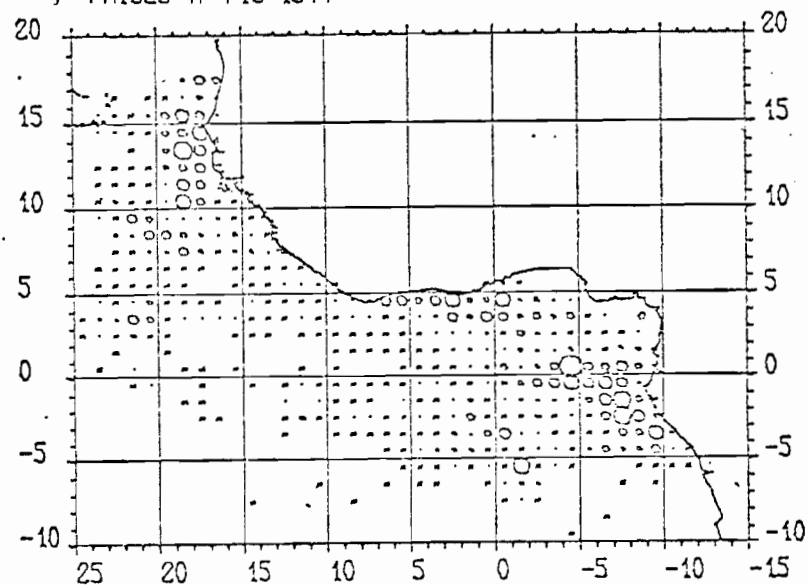


Fig 8 PRISES SJ FIS 1977

. 50    ○ 500    ○ 1000

. 50    ○ 500    ○ 1000

Figures 5 à 8: prises totales de YF et SJ de la flottille FIS 1976 et 1977.

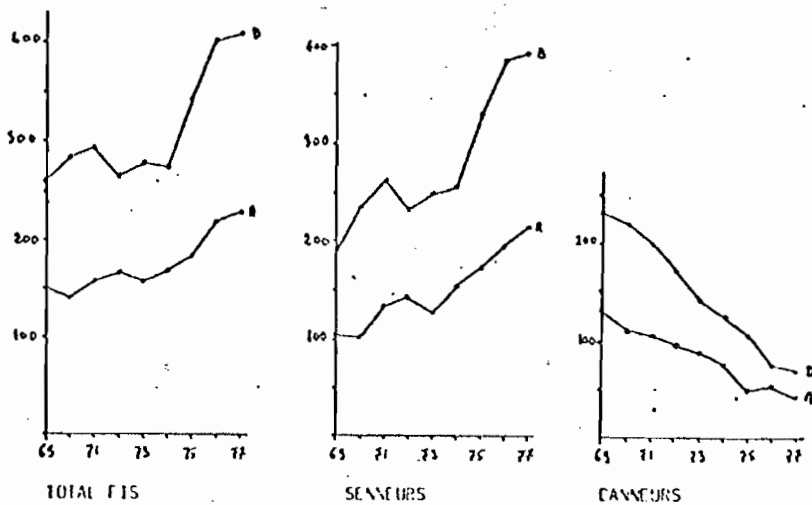


Figure 9 : Evolution du nombre de carrés de 1° avec une prise de yellowfin (A) et visités (B) par la flottille FIS. <sup>1</sup>

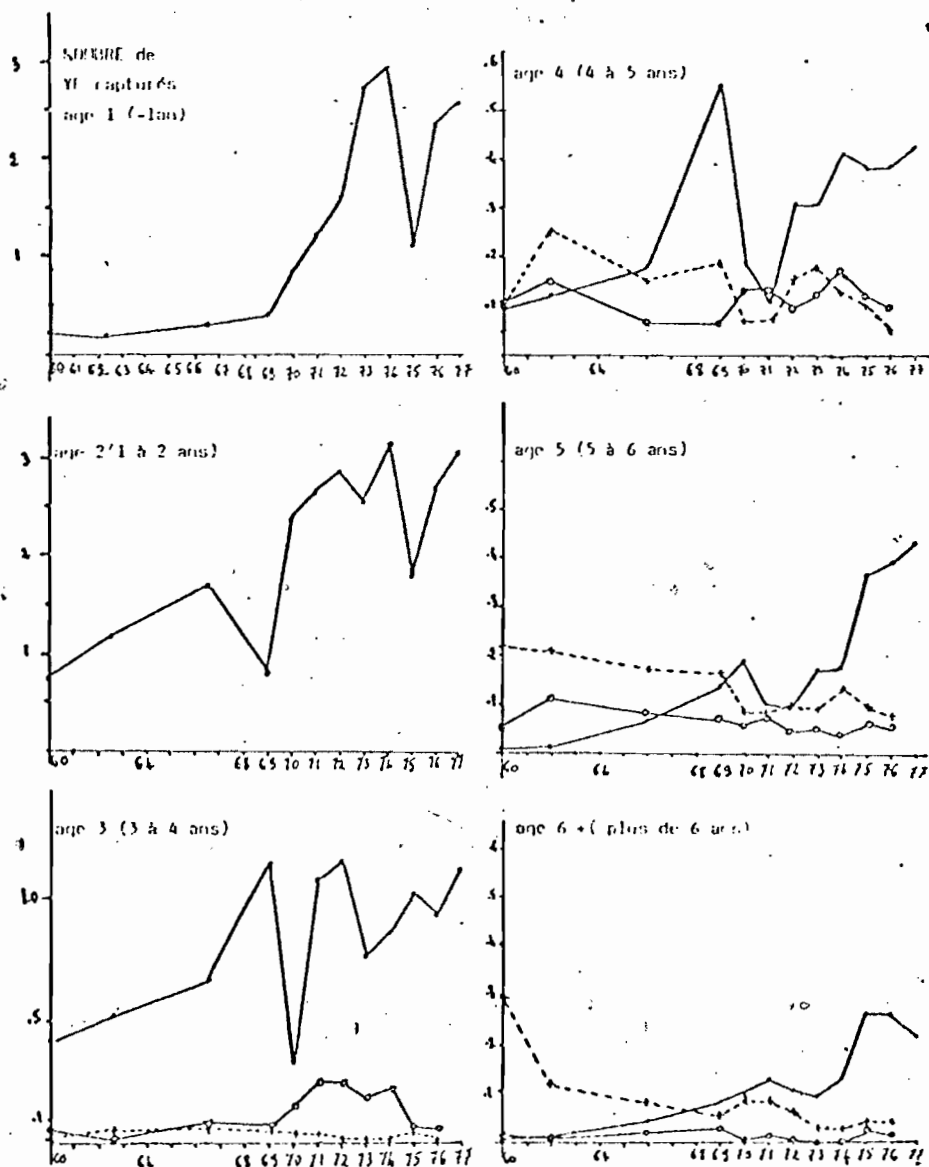


Figure 10 : Nombre de yellowfin capturés par âge de 1956 à 1977 par zone (atlantique est et ouest) et par engin (surface et palangre) (en millions)

- tous engins de surface Atlantique est
- - - tous palangriers Atlantique est
- tous palangriers Atlantique ouest

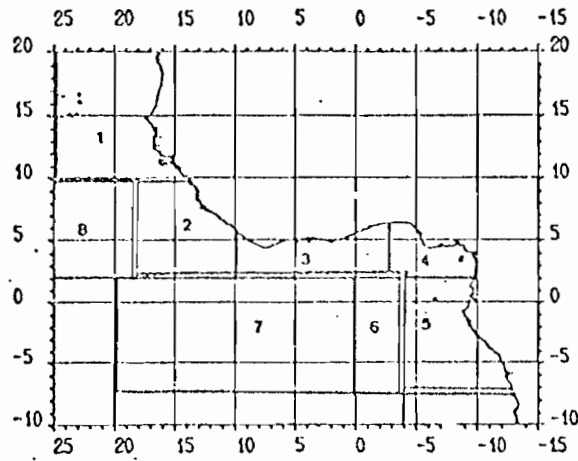


Figure 11 : Délimitation de zones de pêche homogènes du yellowfin (1 à 8) et de la zone de pêche traditionnelle (1 à 5).

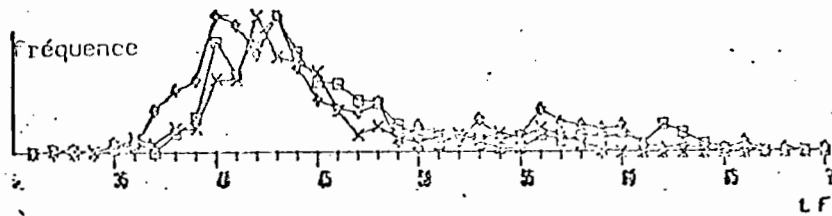
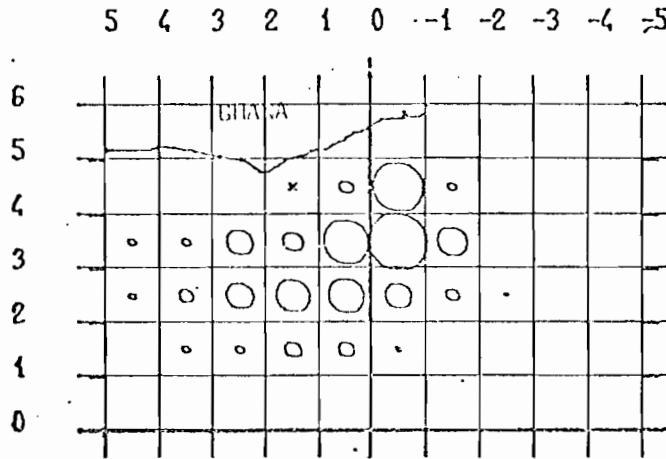


Figure 12 : Zone habituelle du recrutement des jeunes yellowfin par la flottille de Iema:prises des canneurs japonais en aout 1973(total =1120 tonnes)et distribution des tailles capturées en aout 74,75,76.

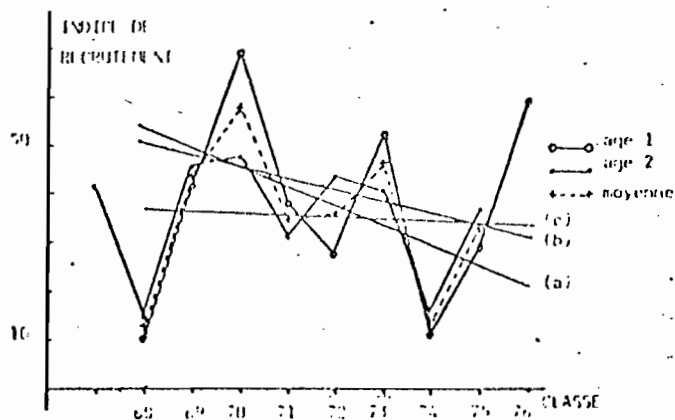


Figure 13 : Evolution du recrutement estimé d'après les pue FIS par empu et zone de 1969 à 1977

(a)  $REC = -3,93 I + 53,6$  (classes 69 à 75)

(b)  $REC = -2,45 I + 50,7$  (classes 69 à 75, classe 74 = 34)

(c)  $REC = -0,46 I + 56,7$  (classes 68 à 75)

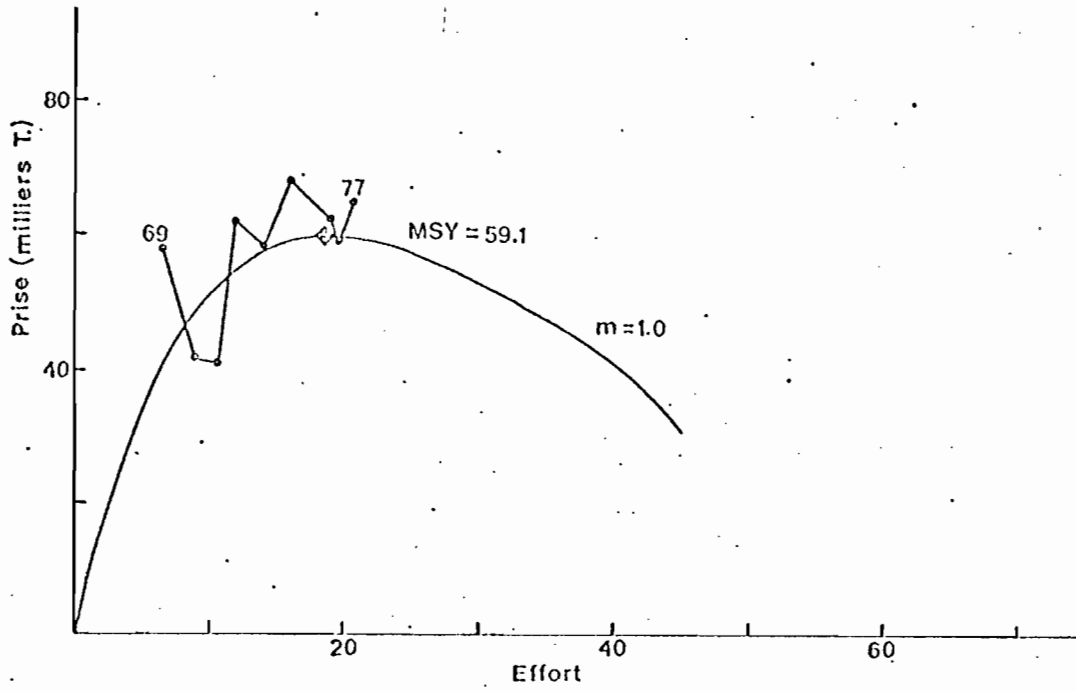


Figure 14 : Modèle de production secteur côtier traditionnel, pêcheries de surface.

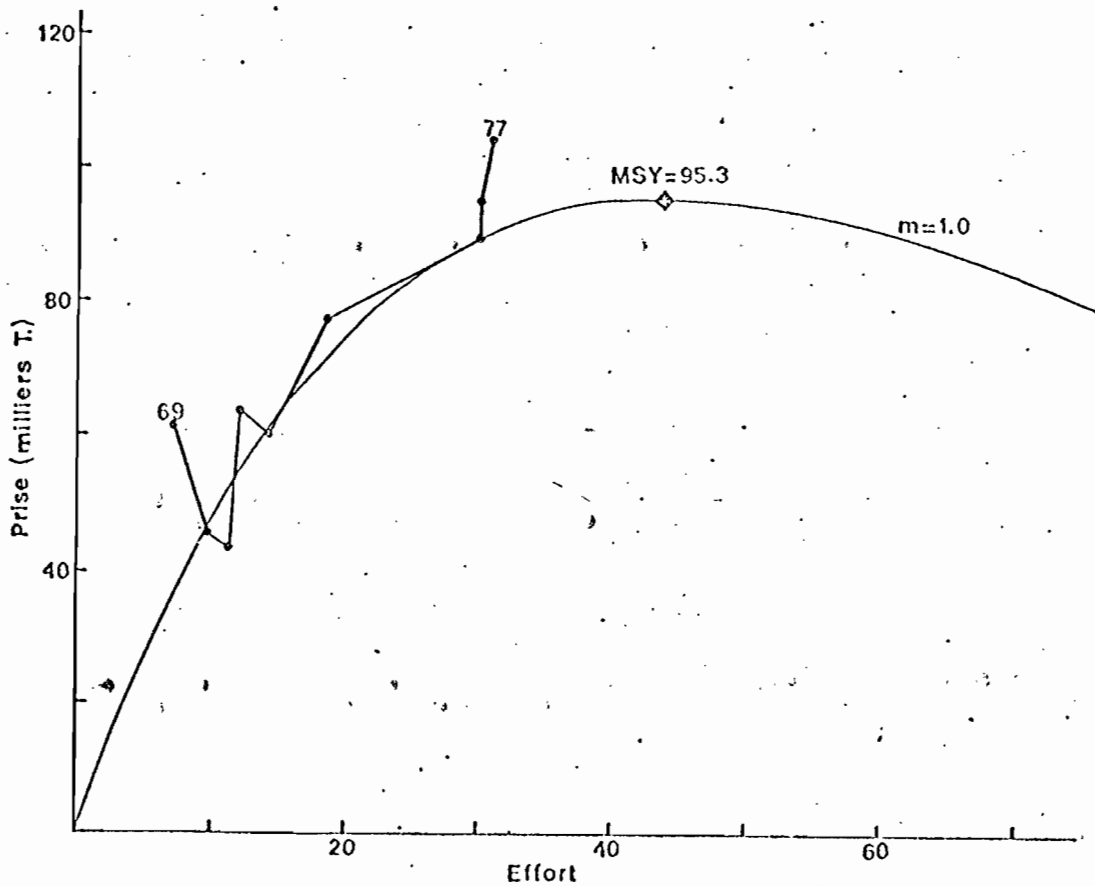


Figure 15 : Modèle de production Atlantique est, pêcheries de surface.

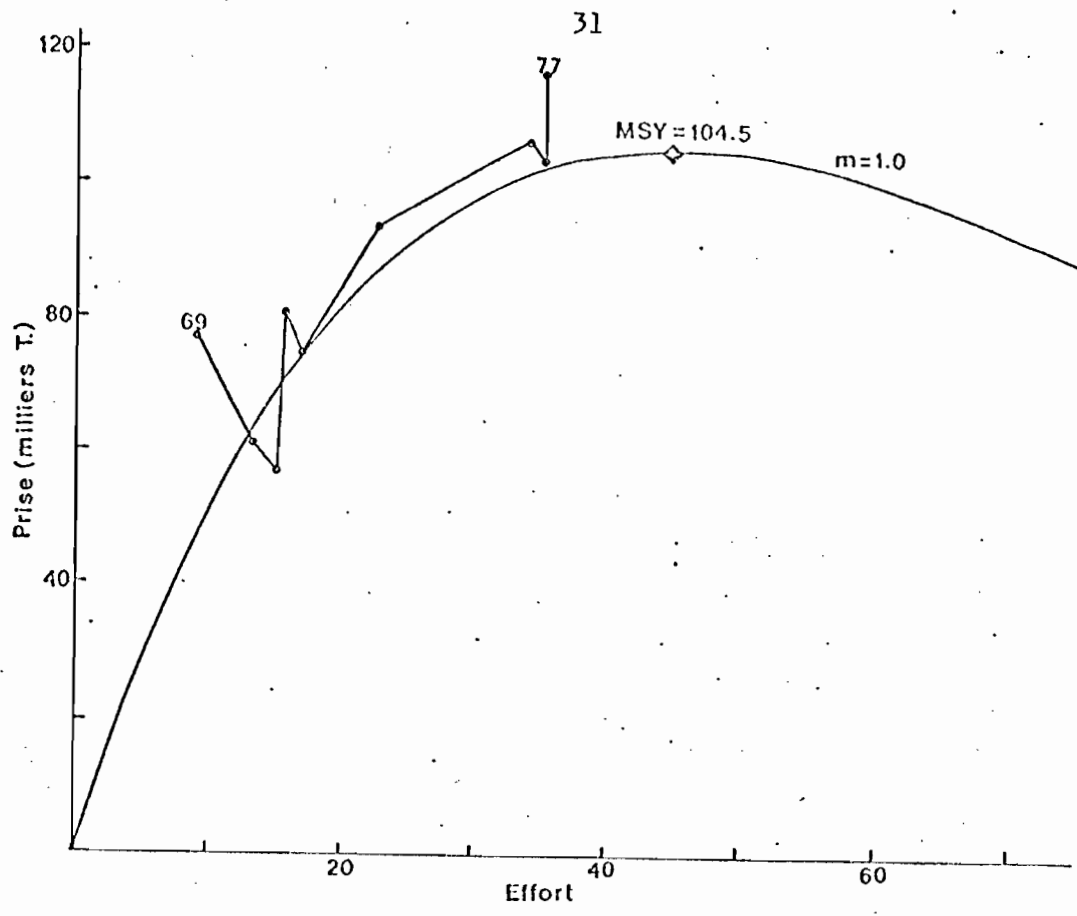


Figure 16 : Modèle de production Atlantique est , tous engins.

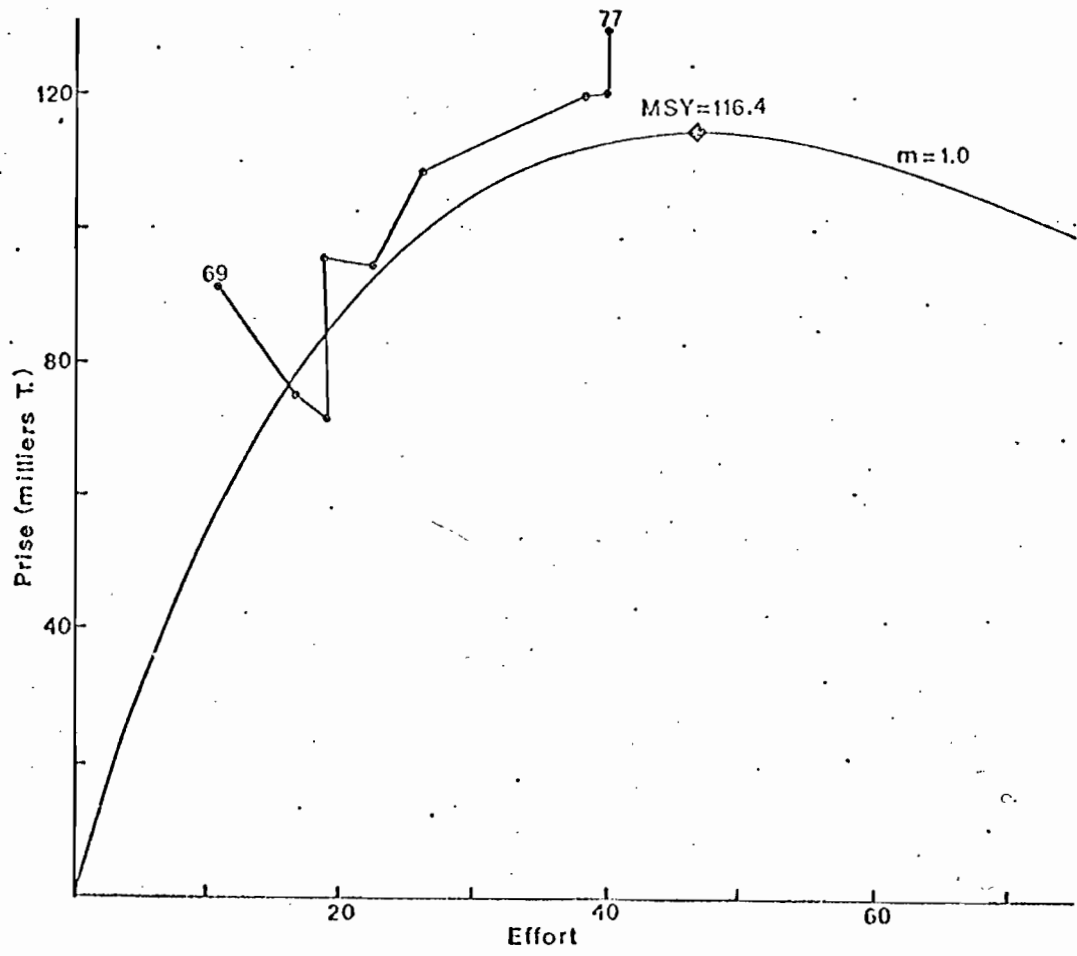


Figure 17 : Modèle de production Atlantique total, tous engins.

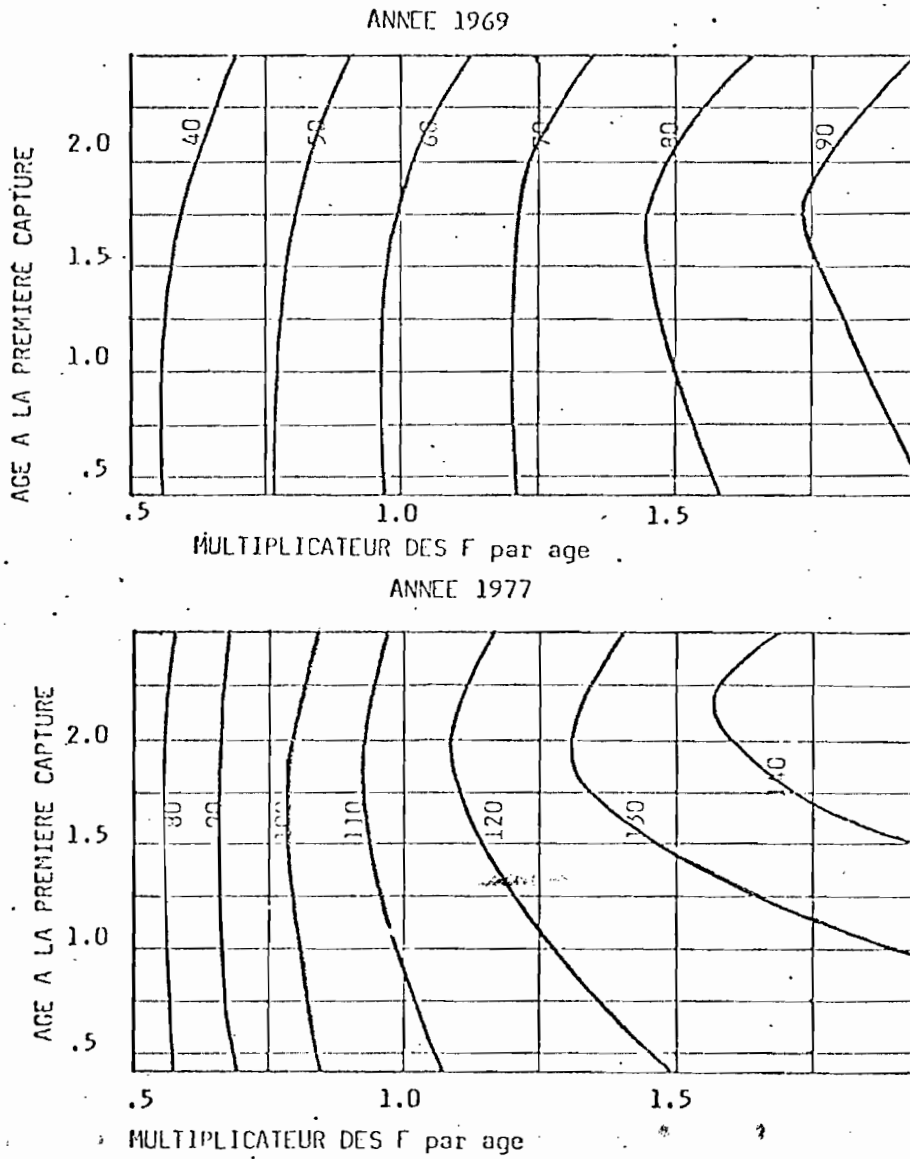


Figure 18 : Isoplèthes de production par recrue pour les années 1969 et 1977; toutes pêcheries de l'atlantique de l'est.

ADDENDUM

La croissance utilisée dans ce document pour décomposer les prises par taille en prises par âge est fondamentalement celle de LE GUEN et SAKAGAWA (1973) comme indiqué au § 1-1-3. Toutefois il apparaît que cette loi a été établie sur des yellowfin dont les plus petits mesuraient 60 cm (âge estimé d'environ 18 mois). Il semble donc dangereux d'extrapoler la relation de LE GUEN et SAKAGAWA vers les poissons beaucoup plus petits (Fig. 20, interprétation (1)). Les grandes quantités de YF capturés à Tema et les mensurations intensives réalisées depuis 1973 par le Fishery Research Unit (Fig. 21 et 22) permettent de mieux estimer la croissance de ces poissons. Le recrutement a lieu chaque année en Août à une taille modale très régulière de 45 cm. Ces poissons sont nés en Janvier de la même année si on se base sur les indices gonadosomatiques des reproducteurs (Fig. 19).

Ces modes se déplacent ensuite lentement jusqu'au recrutement par la flottille FIS (Fig. 20, interprétation (2)), et se raccordent bien ensuite à la loi classique de la croissance à partir de 60 cm. Sans chercher à analyser dans le détail la validité de l'interprétation de la croissance juvénile, cette loi a été jugée préférable à l'extrapolation de la loi classique et employée dans les estimations de prises par âge. Une étude critique de la croissance du yellowfin dans toute la gamme des tailles capturées, doit donc être entreprise dans les meilleurs délais.

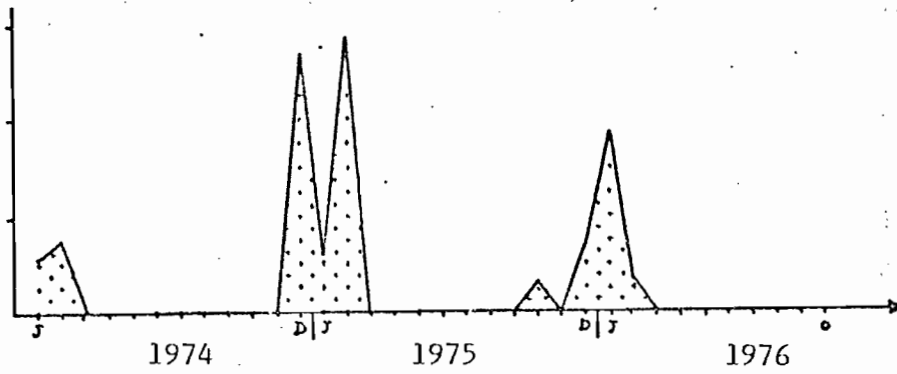


Fig. 20: Estimation de la saison de ponte à partir de la fréquence des indices gonadosomatiques supérieurs à 40 (données d'ALBARET, 1976).

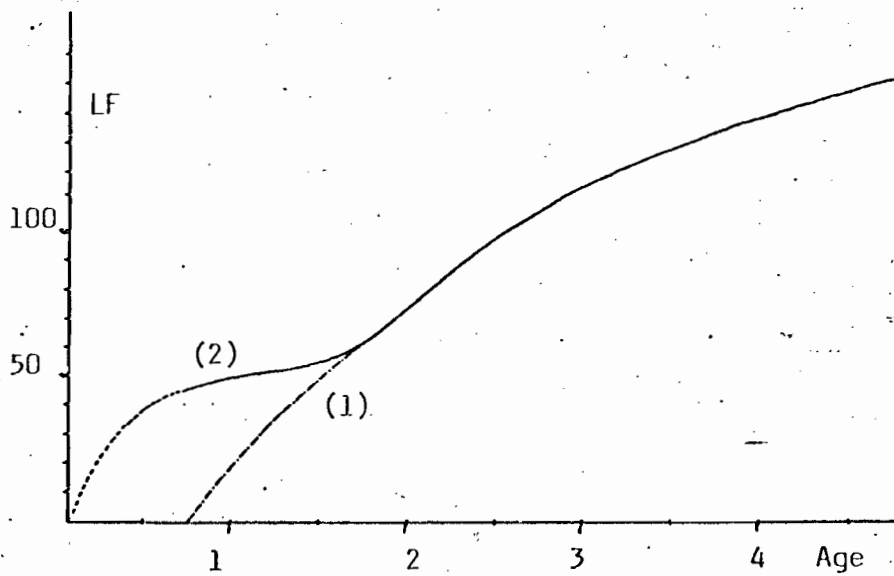


Fig. 21: Interprétations possibles de la croissance des yellowfin de moins de 60 cm. (1) Extrapolation de la loi de LE GUEN et SAKAGAWA. (2) Croissance lente utilisée.

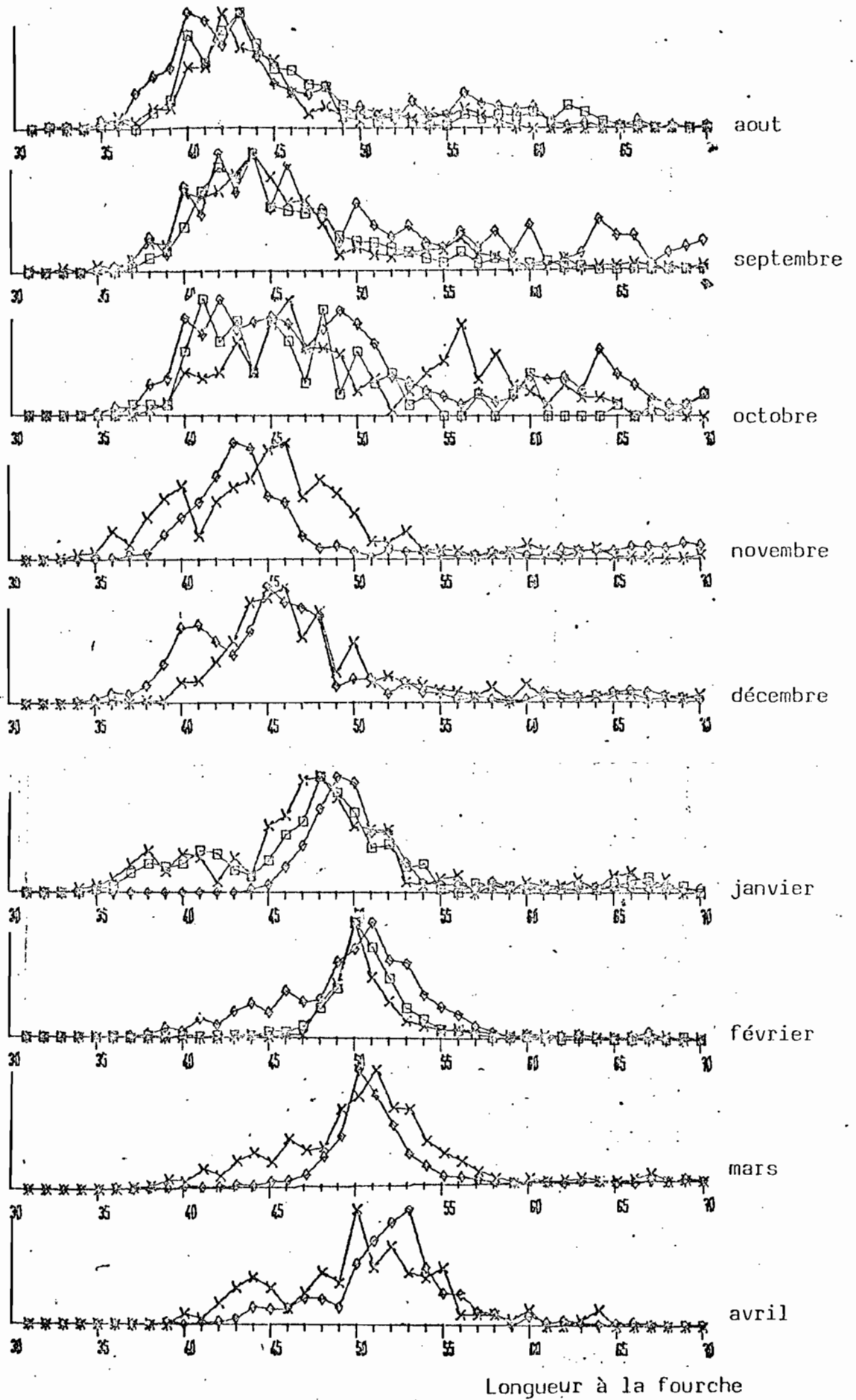
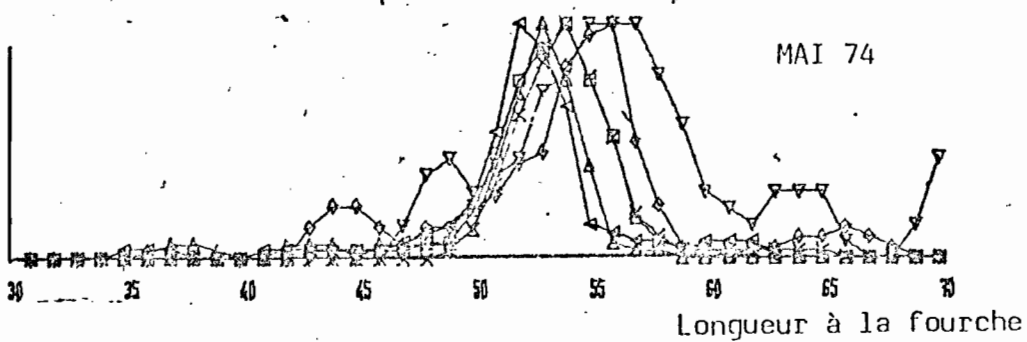
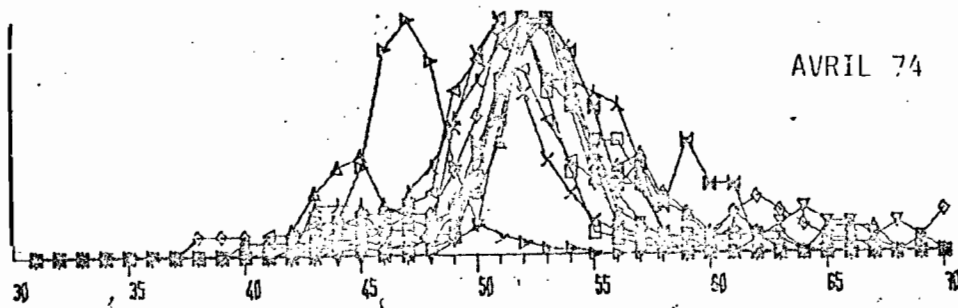
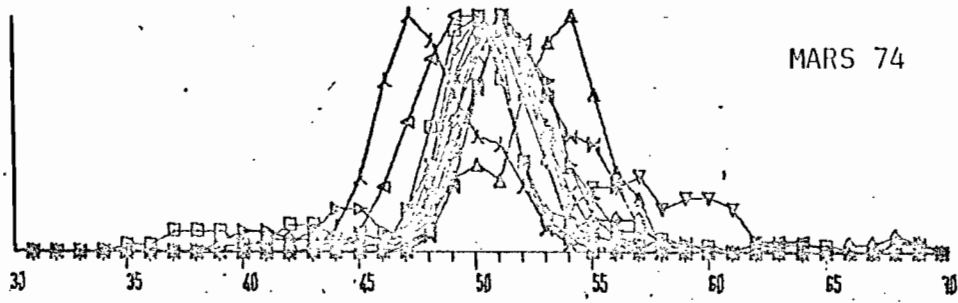
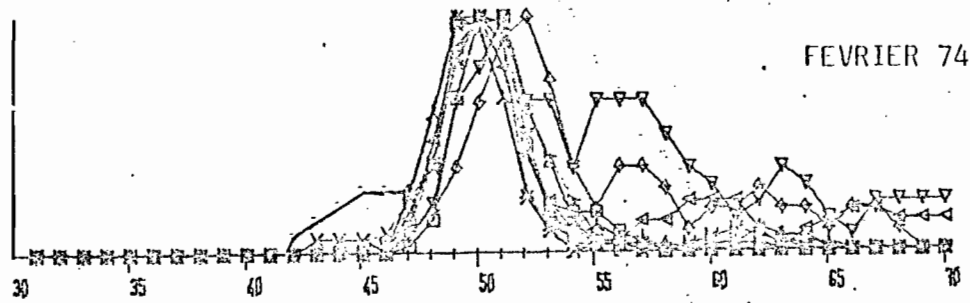
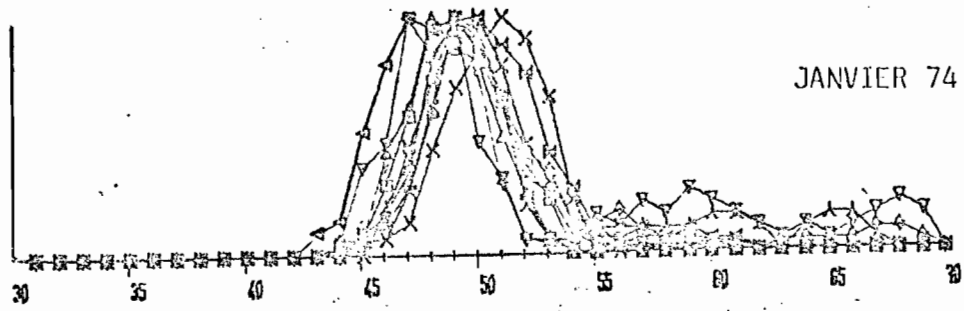


Fig. 21. Fréquences de tailles mensuelles (d'août à avril) des YF capturés par la flottille de Tema. Superposition des années 1974 à 1976.

(données originales aimablement fournies par le FRU de Tema)



22: Fréquence mensuelles superposées des échantillons de YF prélevés sur les canneurs de Tema de janvier 74 à Mai 74.

- ANNEXE 2 -

EVOLUTION NUMERIQUE ET PONDERALE DES CALEES DE LA FLOTTILLE DE SENNEURS FISM  
AYANT DEBARQUE A ABIDJAN DE JANVIER 1976 A JUILLET 1979

J. J. Levenez, A. Fonteneau, R. Regalado

## SUMMARY

This preliminary work analyzes the size and species composition by set; it is based on logbooks from a sample of FISM tuna purse seiners, which landed in Abidjan from January 1976 up to July 1979. This study indicates that pure yellowfin sets have the highest frequency in the logbooks (45%), followed by mixed sets of yellowfin-skipjack (26%) and pure skipjack sets (23%). Sets with mixed yellowfin and skipjack have the largest mean weight (26 MT), followed by pure yellowfin sets (23 MT); the mean pure skipjack set is always much smaller (10 MT). This small mean size can be related to the fact that large pure skipjack sets are rare compared to yellowfin or mixed species sets. This study suggests that there is a seasonality of sizes and frequency of each school type, probably related to changes in fishing zones. The same study has been conducted within each of the three coastal 5 x 10 sub-areas where most of the juvenile tunas are caught: most of the conclusions are the same as previous conclusions. One important result is that small yellowfin (and probably bigeye too, as they are not well separated in the logbooks) are very often fished in mixed schools with skipjack. Finally this study suggests that in recent years, there may be some decrease in the size of the sets which may be related to decreased school sizes, due to fishing effort or to changes in oceanographical conditions. This point should be analyzed.

## RESUME

Ce travail préliminaire analyse la taille et la composition spécifique des coups de senne d'un échantillon des livres de bord de senneurs FISM ayant débarqué à Abidjan de janvier 1976 à juillet 1979. L'étude montre que les calées d'albacores pures sont les plus fréquemment enregistrées dans les livres de bord (45%) suivies approximativement à égalité des calées de listao (23%) et de mélange albacore-listao (26%). La taille moyenne des calées du mélange d'albacores et de listaos est la plus forte (26 TM), supérieure à celle d'albacores purs (23 TM), et à celle de listao (10 TM). La faiblesse de la taille moyenne des bancs de listaos est à relier à la rareté des fortes calées sur des bancs purs de listaos. L'étude suggère qu'il existe des cycles saisonniers de la taille et de la fréquence des calées de chaque type de banc, probablement liés aux différentes zones de pêche.

La même étude réalisée dans les trois sous-secteurs côtiers de 5x10 dans lesquels sont capturés principalement les thonidés juvéniles donne des conclusions voisines.

Elle montre que la majorité des petits albacores et des petits patudos qui sont confondus dans les livres de bord semble capturée en mélange avec des listaos.

Enfin, l'analyse de la taille moyenne des calées suggère l'existence d'une tendance décroissante, dans le secteur, de la taille des calées qui, si elle était confirmée, pourrait traduire une diminution de la taille des bancs en relation avec l'effort de pêche ou avec des conditions océanographiques.

## RESUMEN

El trabajo preliminar sobre análisis de talla y composición de especies por lance, está basado sobre cuadernos de bitácora de una muestra de los cerqueros de FISM, que desembarcan en Abidjan desde Enero 1976 hasta Julio 1979. Este estudio indica que los lances puros de rabíl han sido los de más alta frecuencia en los cuadernos de bitácora (45%), seguido de los lances mixtos de rabíl y listado (26%) y lances puros de listado (23%). Los lances mixtos de rabíl y listado tienen un peso medio más elevado (26t), seguidos por los lances puros de rabíl (23 t); el lance medio puro de listado es siempre mucho más pequeño (10t). Esta excasa media, significa que puede ser relacionado el hecho de que los lances puros más grandes de listado son raros en comparación al rabíl o los de especies mixtas. Este estudio sugiere que las frecuencias de talla de cada tipo de cardúmen, están relacionadas con la temporada y probablemente también, con cambios en las zonas de pesca.

Ha sido llevado a cabo el mismo estudio dentro de las tres sub-zonas costeras, donde son capturados la mayoría de los túnidos juveniles; muchas de las conclusiones son las mismas ya conocidas anteriormente. Un importante resultado es que el rabíl pequeño (y probablemente también el patudo, no están bien separados en el cuaderno de bitácora) y son bastante a menudo pescados en cardúmenes mezclados con listado.

Finalmente este estudio sugiere que tal vez en años recientes, haya alguna disminución en el tamaño de los lances que pudiera ser relacionada con una disminución de las tallas del cardúmen, debido al esfuerzo de pesca o a cambios en las condiciones oceanográficas. Se debería analizar este punto.

## 1. Introduction

Pour mener à bien une analyse fine sur l'état des stocks de thonidés et pour établir des projets pertinents de gestion rationnelle des stocks de thonidés, il semble nécessaire de disposer d'un certain nombre d'informations détaillées sur les tailles des bancs, leur distribution spatiotemporelle, les mélanges des espèces et des tailles au sein des bancs.

Dans ce but les informations contenues sur les livres de bord des senneurs FISM ayant débarqué à Abidjan de Janvier 1976 à Juin 1979 ont été codées calée par calée. Un certain nombre de renseignements annexes relatifs aux conditions de pêche, tels que l'association des bancs de thons avec des objets flottants (épaves) ou des animaux (dauphin, baleine), ont été aussi enregistrés dans ce fichier. La présente note analysera principalement l'évolution de la fréquence et de la taille des calées pures d'albacore et de listao, et des deux espèces en mélange.

Les trois types de bancs sont en effet les plus fréquemment capturés par les senneurs FISM (94.01 % des calées), étant entendu que le patudo est sans doute souvent confondu avec l'albacore dans les livres de bord, surtout quand il est de petite taille.

Le plus souvent les livres de bord des senneurs de la flottille FISM contiennent pour chaque journée de pêche, le nombre de coups de senne (ou calées) et les prises totales correspondantes du jour, par espèce et par catégorie de taille. Quand il y a eu plusieurs coups de senne dans la même journée, les prises de chaque calée sont très rarement notées dans les livres de bord. L'analyse de la composition spécifique et de la taille des calées reposera donc essentiellement sur le sous échantillon des jours de pêche avec une seule calée.

Cet échantillon sera donc sans doute légèrement biaisé du fait qu'il exclut les strates de plus forte abondance où en règle générale les senneurs effectuent plusieurs calées par jour. Ce biais se manifeste par la taille moyenne plus forte des calées du sous échantillon (tableau 10).

## 2. Composition spécifique des calées :

La fréquence des différents mélanges d'espèces observés dans les calées sur les livres de bord a été analysée (Tableau 1). Le banc le plus fréquemment capturé est celui d'albacores purs, avec une moyenne de 45 % des bancs capturés de 1976 à 1979. Les bancs de listaos purs (23 %) et d'albacores + listaos en mélange (26 %) ont ensuite une fréquence comparable. Les bancs purs des autres espèces et les autres mélanges d'espèces apparaissent rarement dans les livres de bord. Il est probable que ces bancs composés d'espèces en mélange, en parti-

culier ceux incluant du patudo ou un faible pourcentage d'une espèce secondaire, ne sont pas enregistrés correctement dans les livres de bord.

## 3. Saisonnalité de la composition spécifique des calées :

### 3.1 Fréquence des calées d'albacore :

L'échantillon étudié permet dans une certaine mesure d'analyser les fluctuations saisonnières de la fréquence des bancs. La tendance pluriannuelle du nombre des calées n'a toutefois que peu de signification du fait :

1) des variations de l'effort de pêche de la flottille.

2) du fait qu'un pourcentage variable des livres de bord est inclus dans l'analyse (seuls les livres de bord détaillés et ceux des débarquements d'Abidjan sont analysés).

La fréquence des calées pures d'albacore est maximale de Décembre à Février durant les années 1977, 1978 et 1979. Au contraire la fréquence des calées d'albacores en mélange avec d'autres espèces est maximale de Juillet à Septembre. Cette différence dans la composition spécifique des bancs est probablement à mettre en relation avec l'exploitation durant ces deux périodes de zones de pêche distinctes et de tailles d'albacores différentes :

1) exploitation de gros albacores (plus de 40 kg) dans les secteurs du large de Décembre à Février, durant leur période de reproduction principale.

2) exploitation d'albacores de toutes tailles (de 2 à 80 kg) dans les zones côtières (Cap Lopez, Cap des Trois Pointes), durant une phase d'alimentation de ces individus dans des zones d'enrichissement (front et upwelling). On notera que durant cette période de Juin à Septembre les bancs sont souvent associés à des systèmes aggrégatifs, constitués par des épaves, des baleines, etc... (Tab 2). On peut ainsi envisager l'hypothèse que les "objets flottants" contribueraient à créer des bancs plurispécifiques, les thonidés se regroupant sous ces "objets" indifféremment de leur espèce, mais plutôt selon leur taille. On note en outre dans ces bancs plurispécifiques :

1) la forte fréquence de l'association albacore et listao, ces bancs constituant 87.5 % des bancs mixtes observés. (Tableau 1)

2) le mélange fréquent des petits albacores (moins de 5 kg) avec des listaos : ainsi la majorité des petits albacores capturés (soit 65 %) par les senneurs FISM, l'ont été en mélange avec des listaos (Figure 4, tableau 1). Cette fréquente association des petits albacores et des listaos au sein de bancs mixtes devra être considérée avec soin quand on envisagera des mesures de protection des jeunes patudos qui sont confondus avec les albacores dans

les livres de bord mais dont les échantillonnages ont montré la grande importance à certaines saisons.

### 3.2 Fréquence des calées pures de listao :

On constate qu'en moyenne la fréquence des calées pures de listao est maximale en Août - Septembre. (Figure 3)

On notera que les cycles saisonniers des fréquences, d'une part des bancs purs de listaos, d'autre part des bancs de listaos mélangés à des albacores sont très voisins.

Le minimum de la fréquence des calées pures de listao se situe comme pour l'albacore en Mars Avril ; cette observation n'a quo peu de signification et résulte du fait que les thoniers débarquant à Dakar sont nombreux à cette saison et ne sont pas inclus dans l'échantillon étudié.

## 4. Evolution des prises par calée.

### 4.1 Prises par calées pures d'albacores (Tableau 6)

La prise moyenne par calée sur des bancs purs d'albacores est de 21.1 tonnes. Les prises moyennes mensuelles oscillent entre un minimum de 5.6 t (Juin 79) et un maximum de 50.5 t (Mars 79).

On note qu'il semble exister une périodicité saisonnière de la taille des calées, les plus fortes calées moyennes étant en général observées en Janvier - Février.

L'analyse de la fréquence des tailles des calées montre, comme on aurait pu le penser, que ces périodes de fortes calées moyennes proviennent d'une fréquence relative accrue des calées de fort tonnage.

Ces calées de fort tonnage restent relativement rares au niveau annuel (5.3 % des calées d'albacores font plus de 50 t) et ne sont observées qu'à certaines périodes.

### 4.2 Prises par calées pures de listao.

La prise moyenne par calée pure de listao de Janvier 76 à Juin 79 est de 9.9 tonnes. On remarquera que cette prise moyenne est très inférieure à celle obtenue sur les bancs d'albacores purs, cette différence entre les tailles moyennes pluriannuelles, étant observée le plus souvent au niveau mensuel (figure 3)

On note par ailleurs que la taille moyenne des calées sur des bancs purs de listao est stable (de 7.8 t à 12.1 t) et ne manifeste pas de tendance saisonnière ou interannuelle nette (figure 3). Cette stabilité de la taille des

calées pures de listao est un fait remarquable si on la compare à la forte variabilité des prises par unité d'effort de listao durant la même période (de 1 à 4). A partir de ces deux observations, on peut conclure que les fortes variations d'abondance du listao, résultent essentiellement de variations dans le nombre des bancs et non pas de leur taille.

L'analyse de la fréquence des différentes classes de calées pures de listao (Tableau 9) montre en outre que la taille moyenne réduite des calées pures de listaos résulte de la rareté relative des calées de fort tonnage : ainsi de 76 à 78, parmi l'ensemble des calées, 5.31 % étaient des calées d'albacores de plus de 50 tonnes, pour seulement 9.73 % des calées de listaos d'un même tonnage.

### 4.3 Prises par calées sur le mélange albacore et listao :

La prise moyenne sur ce mélange est égale à 25.4 tonnes/calée, soit plus importante que celle sur des bancs purs d'albacores ou de listaos, et voisine de l'addition arithmétique de la prise moyenne d'un banc pur d'albacore et d'un de listao. Les bancs d'albacores étant en moyenne plus importants en poids, ce sont eux qui déterminent vraisemblablement les fluctuations de la taille des bancs du mélange albacore listao (prises maximales en Janvier - Février)

## 3. Etude de la composition des calées dans la zone de concentration des albacores et patudos des juvéniles :

Cette zone où sont concentrés les juvéniles est la zone côtière située entre le Cap des Palmes et le Congo, secteur qui pour simplifier l'étude a été divisé en 3 sous secteurs de 5° X 10°.

Ce secteur est la zone de pêche principale des canneurs de Tema. La composition en espèces et en tailles des bancs de thons dans ce secteur aura une importance extrême pour la détermination des mesures les plus pertinentes de conservation des thons juvéniles, albacores et patudos.

Les paramètres analysés dans ces trois sous secteurs côtiers ont été les mêmes que pour l'ensemble de l'Atlantique et sont :

- (1) la composition spécifique des bancs (Tableau 12, figure 5)
- (2) la prise moyenne par calée (tableau 13, figure 6)
- (3) le nombre de calées (tableau 14, figure 7)
- (4) la composition spécifique des bancs avec des petits albacores (fig. 8)

Un certain nombre de remarques peuvent être faits sur ces résultats :

- la fréquence des différents types de mélanges spécifiques au sein des bancs est comparable à celle observée au niveau de l'Atlantique et peu différente d'un sous secteur à l'autre. En particulier les bancs d'albacores purs restent les plus fréquents dans les trois sous secteurs, suivis, environ à égalité, des bancs de listaos purs ou de mélange listao-albacore.

- la taille des calées en fonction de leur composition spécifique est comparable à celle observée au niveau du golfe de Guinée avec une taille croissante des bancs de listaos purs, aux bancs d'albacores purs et de mélange albacore listaos. On note qu'il semble exister dans les secteurs 10000 et 20000, une tendance décroissante de la taille moyenne des calées. Bien qu'il faille être très prudent pour parler de tendance avec seulement 4 points, cette observation mériterait d'être analysée dans le détail car elle pourrait signifier que la baisse de la p.u.e. en albacores et listaos observée pourrait être liée, au moins en partie, à une diminution de la taille des bancs. Notons que le nombre de calées très faibles réalisées dans le secteur 10000 en 1978 et 1979, limite fortement la signification de la prise par calée correspondante.

Les types des bancs avec des petits albacores (moins de 5 kg) ont été analysés dans le secteur 20000, qui est pour la flottille FISM la principale zone de capture de petits albacores (figure 8). On constate que, comme pour l'ensemble du Golfe de Guinée, les petits albacores sont en moyenne capturés principalement en mélange avec d'autres espèces, listao principalement. Cette observation faite en 1976 et 1977, ne s'est toutefois pas confirmée en 1978, année pendant laquelle plus de 50 % des captures de petits albacores ont été faites sur des bancs purs.

#### 4. Conclusions

Cette étude préliminaire de la fréquence, de la distribution des poids et des espèces capturés par calée révèle un certain nombre de notions intéressantes et qui n'apparaissent pas dans l'analyse des données globales de prises et d'effort de pêche. Il est très vraisemblable que dans l'Atlantique, comme dans le Pacifique de l'est, les statistiques fines au niveau du coup de seine seront de plus en plus utiles pour l'interprétation de la dynamique des stocks de thonidés.

Les analyses devront dans le futur être menées en tenant compte de la puissance de pêche des senneurs et des temps de recherche entre bancs successifs par exemple en stratifiant les analyses par catégorie de senneurs.

Une stratification par zone géographique apparaît aussi indispensable pour une analyse fine des données par calées. Afin de permettre aisément toutes les analyses de ce type, la saisie informatique des livres de bord de la flottille FISM, jusqu'alors faite par quinzaine de pêche-carré de 1°, a été modifiée afin de saisir toutes les données par calée, jour, et les positions de pêche en degrés et minutes.

Cette modification des statistiques de base FISM interviendra à partir du 1er Janvier 1979 et permettra de développer et de systématiser les analyses fines de la structure des calées.

TABLÉAU 1: FREQUENCE DES TYPES DE MELANGES SPECIFIQUES (EN %) :

	1976	1977	1978	1979	MOYENNE
YF	46.12	37.19	48.14	49.71	45.29
SJ	20.37	27.25	23.95	19.63	22.79
RF	0.54	0.56	0.47	0.57	0.53
ALBACORE	0.54	0.16	0.14	0.72	0.39
THONINE	0.00	0.08	0.34	0.14	0.14
YF+SJ	29.20	31.26	21.83	21.35	25.93
YF+RF	0.11	0.40	0.15	1.00	0.66
YF+ALP	0.11	0.08	0.20	0.29	0.17
SJ+RF	0.54	0.40	0.41	1.43	0.44
YF+SJ+RF	2.16	2.00	2.31	2.58	2.26
ALP+RF	3.20	0.40	0.88	1.43	1.48

Tableau 2: nombre mensuel total de bancs associés à des épaves, des dauphins ou baleines (nombre total dans l'échantillon étudié de Janvier 1976 à Juillet 1979); les mois de Août à Décembre (\*) n'ont que 3 années de données .

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8*	9*	10*	11*	12*
Nombre	107	50	69	31	119	320	251	149	119	61	62	94

	1976	1977	1978	1979	1976	1977	1978	1979
J	9	79	45	104	0	25	36	17
F	6	35	78	56	0	17	17	9
M	25	22	48	42	0	10	12	8
A	42	5	42	29	1	2	13	6
M	37	21	37	51	0	21	38	34
J	37	36	64	39	12	23	74	89
J	14	62	56		48	65	72	
A	59	24	58		64	90	41	
S	25	24	83		78	57	20	
C	37	44	57		44	50	28	
N	24	38	66		18	24	23	
D	113	76	76		28	39	12	
TOTAL	428	466	710	321	293	429	391	163

Tableau 3 : Nombre de calées sur bancs d'albacores purs.

Tableau 4 : Nombre de calées sur bancs d'albacores associés à d'autres espèces.

	1976	1977	1978	1979	1976	1977	1978	1979	
J	0	22	40	27	39.4	18.5	21.2	15.6	
F	0	14	24	26	18	19.9	47.1	44.7	
M	3	15	4	21	19.4	20.5	31.6	50.5	
A	2	0	17	3	13.5	23.4	15.2	19.5	
M	0	10	46	21	23.2	25.1	18.5	16.2	
J	5	35	29	23	31.5	14.2	12.4	5.6	
J	15	39	45		5.4	27.8	17.1		
A	29	42	57		9.2	22.9	12.4		
S	60	40	19		20.7	23.0	13.9		
O	35	20	26		20.8	45.5	16.8		
N	29	45	14		34.4	24.9	33.2		
D	11	42	41		19.3	21.3	27.3		
TOTAL	169	342	352	121	MOYENNE	22.6	24.6	22.1	25.3

Tableau 5 : Nombre de calées sur bancs de listao pur dans le sous échantillon des jours de pêche à une calée.

Tableau 6 : Prises moyennes par calée sur bancs d'albacore pur.

	1976	1977	1978	1979
J	-	9.1	8.1	11.8
F	-	7.4	8.9	13.4
M	4.7	6.6	6.5	7
A	8	-	13.5	8
M	-	8	10.2	13.7
J	10.8	8	-	5.7
J	7.5	3.4	13.4	-
A	9.7	6.5	7.5	-
S	8.4	16.3	7.6	-
O	8.1	11.9	7.4	-
N	7.6	13.2	8.3	-
D	5.2	12.1	16.8	-
	7.6	12.1	9.7	9.9

Tableau 7 : Prises par caléo sur des bancs de listaos pur (Tous secteurs)

	1976	1977	1978	1979
	-	24.8	25.9	22
	-	41.3	62.8	39.3
	-	13.6	23.6	24.8
	2	12.5	13.3	25.0
	-	23.9	29.9	20.0
	13.9	13.7	16.6	12.3
	21.6	30.8	24.9	-
	17.2	31.4	26.8	-
	28.2	30.9	21.7	-
	59.13	38.4	23.1	-
	17.7	25.7	28.9	-
	27	32.5	23.8	-
	23.8	27.0	26.6	23.9

Tableau 8 : Prises par caléo sur des bancs mélangés d'albacores et de listaos (Tous secteurs)

MOYENNE

TABLEAU 9 : FREQUENCE DES CALÉES EN FONCTION DE LEUR TAILLE ET DE LEUR COMPOSITION SPECIFIQUE, POUR LES TROIS TYPES DE BANCs PRINCIPALs, EXPRIMEE EN % DU ADAPPE TOTAL DE CALÉES SUR CES CATEGORIES							
TAILLE DUNE CALÉE							
	1	5	10	20	50	100 TONNES	TOTAL
1976 YF PUR	10.16	8.86	9.72	12.64	3.27	1.58	48.30
SJ PUR	10.61	5.41	6.14	1.24	0.23	0.23	21.72
YF + SJ	11.74	6.32	7.80	4.06	0.80	0.23	30.59
TOTAL	32.51	21.11	23.73	17.95	2.60	2.03	100
1977 YF PUR	6.89	6.54	7.59	9.96	4.07	1.41	38.67
SJ PUR	10.29	7.14	5.08	3.57	0.82	0.41	28.38
YF + SJ	9.46	6.80	4.78	5.15	1.24	0.17	32.95
TOTAL	26.64	22.49	17.44	18.67	6.14	1.99	100
1978 YF PUR	12.08	11.70	7.59	11.33	4.56	2.67	50.70
SJ PUR	9.92	7.28	5.03	3.24	0.44	0.07	26.05
YF + SJ	8.68	5.37	4.78	3.46	0.66	0.29	23.25
TOTAL	31.49	24.36	17.44	18.03	5.74	3.02	100
1979 YF PUR	14.90	10.62	10.14	11.75	4.60	3.33	54.83
SJ PUR	8.08	5.71	4.75	2.38	0.63	0	21.55
YF + SJ	11.73	5.71	3.30	1.58	0.95	0	23.61
TOTAL	34.55	22.03	18.70	15.21	6.18	3.33	100

TAB. 10 : PEISES MOYENNES ANNUELLES PAR CALER TOUTES ESPECES (ENSEMBLE DES LIVRES DE BORD ET SOLS ECHANTILLON DES JOURS DE PECHE OU UNE SEULE CALER A ETE REALISEE)

	1976	1977	1978	1979	MOYENNE
PEISE PAR TOUTES CALERS	15.56	23.04	15.89	11.27	16.44
PEISE PAR CALER SOUS ECH.	20.94	23.75	21.00	18.69	21.02

TAB. 11 : PEISES D'ALRACCES DE MOINS DE 5 KG EN FONCTION DU MELANGE DES ESPECES DANS LES CALERS (EN %)

	1976	1977	1978	1979	MOYENNE
YF	11.93	9.11	53.95	15.44	22.61
YF + SJ	82.79	75.45	36.93	57.35	63.34
YF + SJ + RE	4.58	14.47	5.96	13.48	9.62
AUTRES	1.10	9.70	3.10	13.73	6.91

TAB. 12 : FREQUENCE DE LA COMPOSITION ANNUELLE DES CALERS DANS LES TENTS SOUS SECTEURS DE LA ZONE DES ALRACCES JUVENILES (5X10)

SECTEUR CWP 5.10												
	40000				10000				20000			
	76	77	78	79	76	77	78	79	76	77	78	79
YF	76.2	40.2	43.1	64.5	32.9	31.9	37.1	38.5	39.4	27.4	45.7	32.0
SJ	14.3	26.2	30.4	22.2	33.5	30.1	38.1	15.4	22.5	29.4	20.2	14.1
BE	1.6	1.3	0.4	0	0	0.8	0	0	0.5	0.4	3.2	0.9
YF+SJ	12.7	28.4	21.7	11.8	33.2	31.9	20.0	3.8	37.4	40.0	27.2	45.0
YF+BE	0	1.3	2.8	0	0	0.4	0	30.8	0.2	0.2	1.4	2.3
SJ+BE	0	0	0	0	0.6	1.5	0	7.6	0.5	0.2	0.3	1.8
YF+SJ+BE	0	1.7	.4	0	3.2	2.3	2.8	0	2.4	1.5	3.6	6.4
AUTRES	1.6	0.9	1.2	1.5	0	2.8	1.9	3.8	0.5	0.7	1.6	8.2

TAB. 13 : POIDS MOYEN (TONNES) DES CALERS PAR TYPE DE BANCS, PAR AN, DANS LA ZONE DE CONCENTRATION DES JUVENILES (SECTEUR 5.10)

	SECTEURS CWP 5*10											
	40000				10000				20000			
	76	77	78	79	76	77	78	79	76	77	78	79
YF	4.7	27.0	29.7	18.2	28.6	19.2	13.3	10.5	18.8	22.4	13.3	6.1
SJ	5.0	14.6	11.0	10.1	11.9	12.1	9.2	4.2	6.7	15.2	6.4	5.3
YF + SJ	20.2	31.4	27.4	24.1	36.6	26.2	22.5	-	11.0	31.4	23.0	13.6
YF+SJ+BE	-	-	-	-	57.0	26.7	40.7	-	32.8	51.3	39.8	18.4

TAB. 14 : NOMBRE TOTAL ANNUEL DE CALERS PAR SECTEUR 5.10 DANS LA ZONE DES JUVENILES ET NOMBRE DE CALERS DONT LA COMPOSITION SPECIFIQUE EST CONNUE.

	SECTEUR 5*10											
	40000				10000				20000			
	76	77	78	79	76	77	78	79	76	77	78	79
TOTAL	92	559	498	354	297	865	190	94	1416	1258	2417	563
ESPECES CONNUES	67	229	253	203	155	263	105	26	550	452	633	220

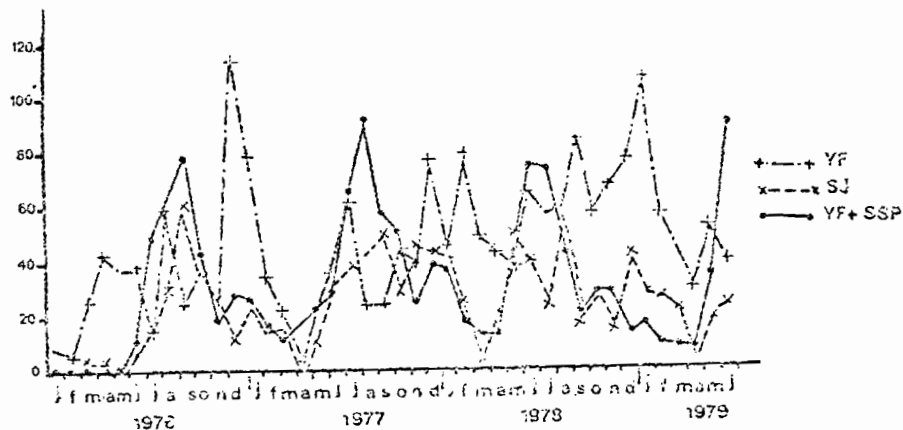


Figure 1 : Evolution du nombre de coups de senne sur des bancs purs d'albacores et d'albacores mélangés à d'autres espèces.

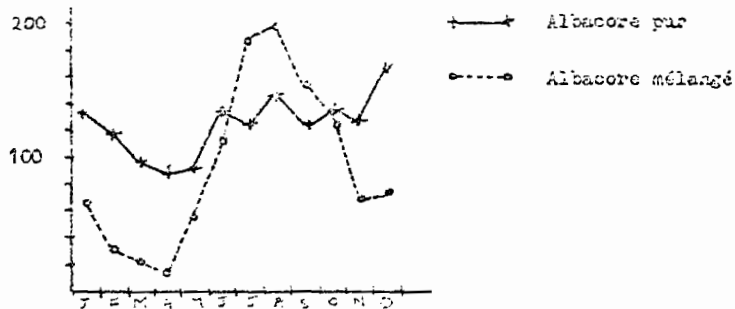


Figure 2 : Nombre moyen de coups de senne (1976 à 1978) portés sur des bancs purs d'albacores et d'albacores mélangés à d'autres espèces.

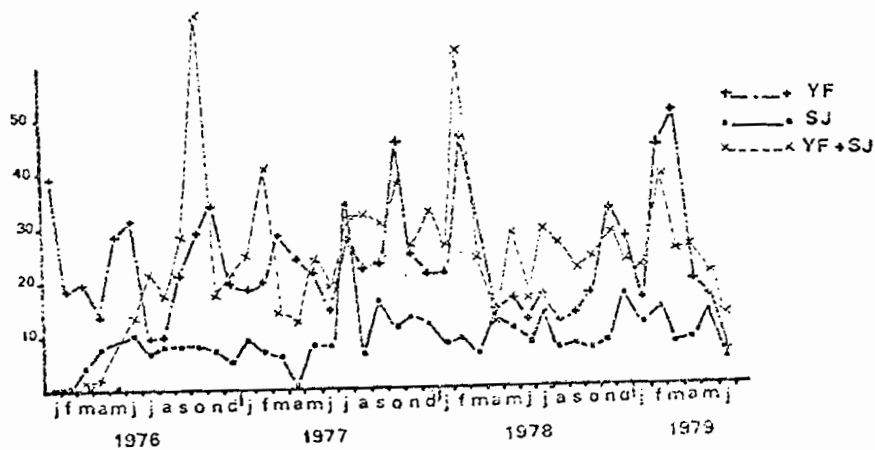


Figure 3 : Prises moyennes par calée selon les espèces présentes dans les bancs: albacores, listao, mélange albacore et listao.

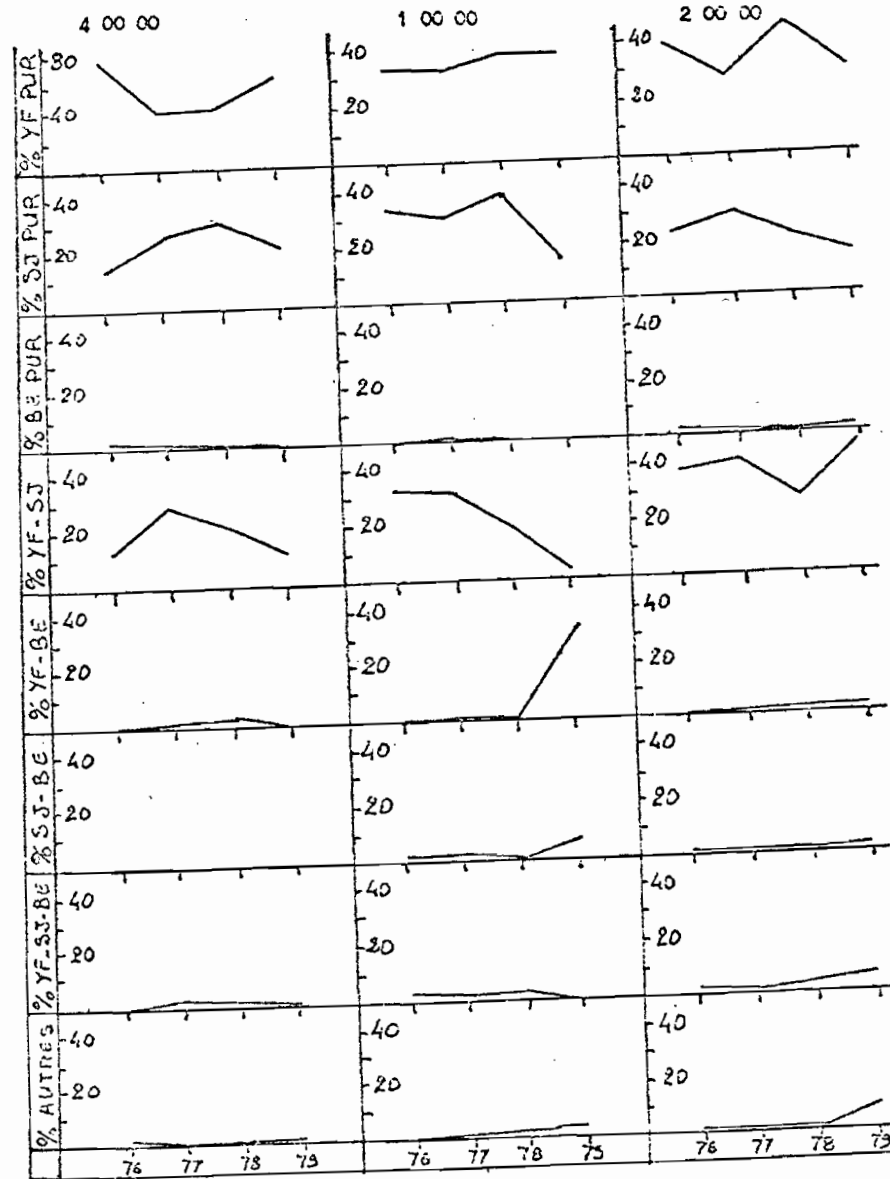


Figure 5 : Prises moyennes par calée, selon le mélange spécifique, dans les trois sous secteurs 5°+10° de concentration des juvéniles.

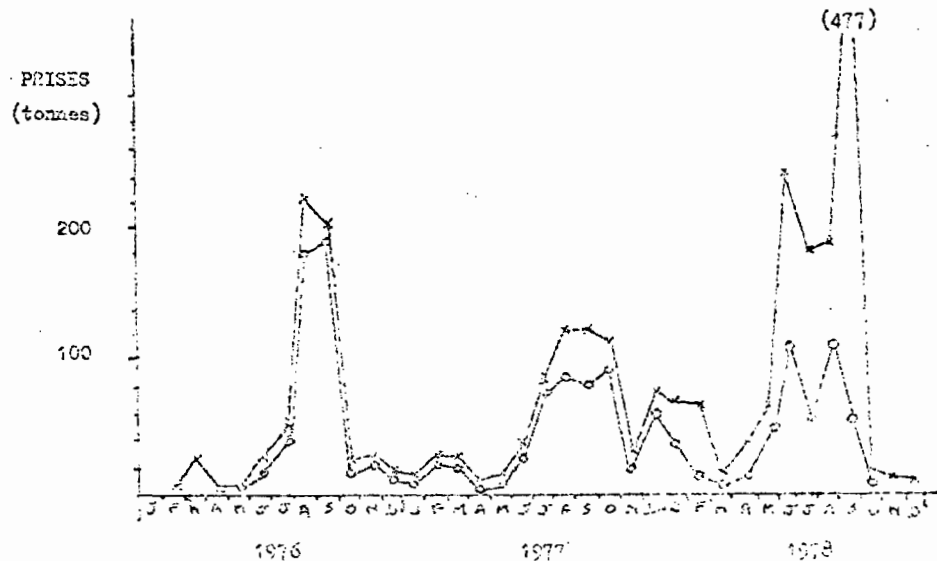


Figure 4 : Prises mensuelles d'albacores de moins de 5 kg. dans toute la zone de pêche et proportion des captures réalisées en mélange avec d'autres espèces.

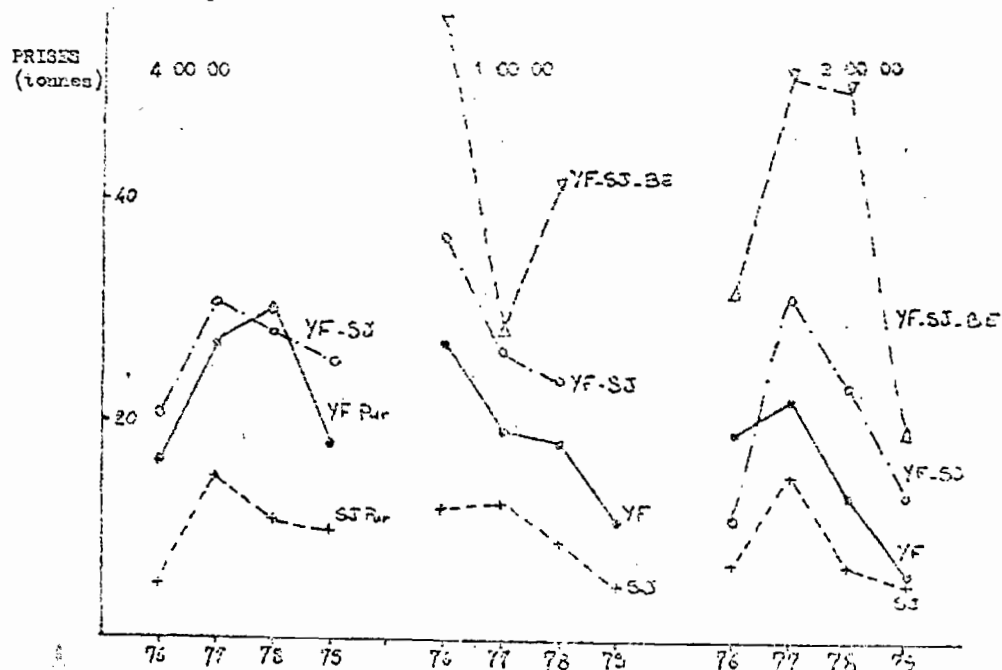


Figure 6 : Prises moyennes annuelles par calée, selon le mélange spécifique dans les trois sous secteurs 5°\*10° de concentration des trois juvéniles.

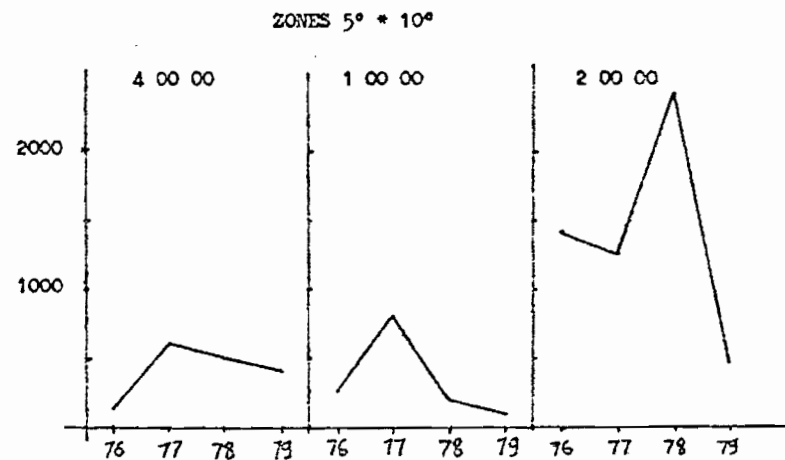


Figure 7 : Nombre total annuel de calées dans les trois sous secteurs 5°\*10° de la zone de concentration des juvéniles.

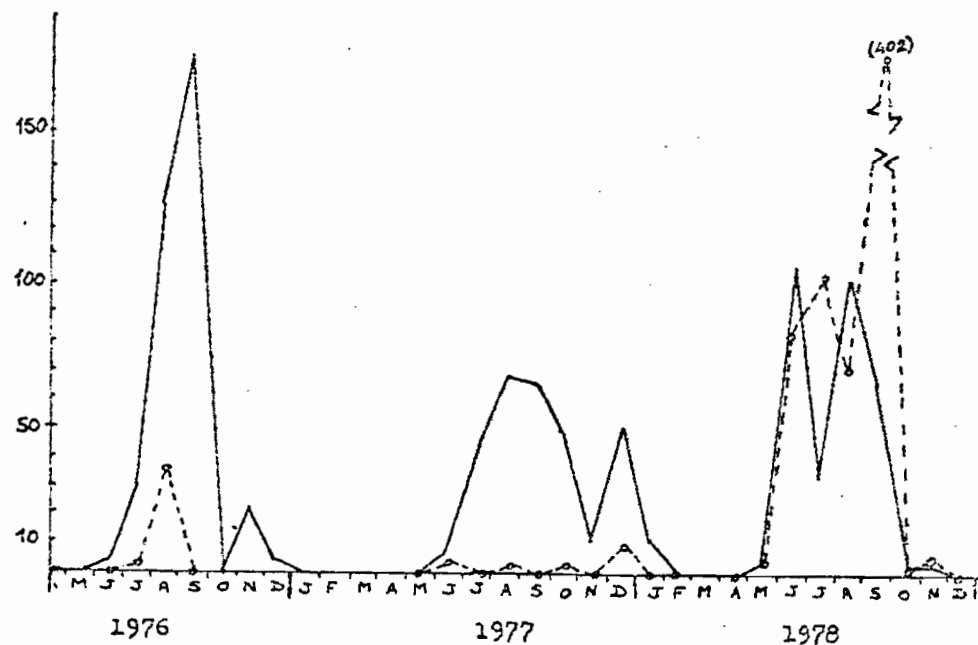


Figure 8 : Prises de petit albacore (moins de 5 kg.) selon le mélange dans les calées: — Calée pure d'albacores.  
 o - - - Calée d'albacores en mélange.  
 (les prises sont nulles de janvier à mai 1976 et en 1979)

- ANNEXE 3 -

## RESULTATS D'UNE ENQUETE SUR L'IMPORTANCE DES DAUPHINS DANS LA PECHERIE THONIERE FISM

J. Levenez, A. Fonteneau, R. Regalado

## SUMMARY

This paper analyzes the information based on an interview of French, Ivorian, Senegalese and Moroccan purse seine skippers; this interview was conducted in order to get a better estimate of the relationship between tunas and porpoise in the eastern Atlantic. These results are compared with the logbook information for the same fleet from January 1976 to June 1979. These two sets of information confirm that the association between tunas and porpoise seems to be very rare in the eastern Atlantic and subsequently would be useless for FISM purse seiners. However, the association of tunas and whales or shark whales seems comparatively frequently used by FISM fishermen to locate schools of tuna.

## RESUME

Cette note analyse les résultats d'une interview réalisée en 1979 après des capitaines des senneurs de la flottille franco-ivoiro-sénégal-marocaine (FISM); cette enquête était destinée à mieux connaître les relations entre thons et dauphins dans l'Atlantique de l'est. Ces résultats sont comparés aux observations des livres de bord de la même flottille, de janvier 1976 à juin 1979.

Les résultats confirment que l'association entre thons et dauphins serait très rare dans l'Atlantique est, et qu'en conséquence elle serait très peu utilisée par les senneurs FISM. L'association des thons avec les baleines et les requins-baleines semble, par contre, comparativement très fréquente et largement utilisée par les pêcheurs pour le repérage des bancs de thons.

## RESUMEN

Este informe analiza la información basada sobre una entrevista realizada en 1979, entre los capitanes de los cerqueros de la flota FISM; esta entrevista fue realizada con el fin de obtener mejores estimaciones de las relaciones entre los túnidos y delfines en el Atlántico Este.

Se comparan estos resultados con la información del cuaderno de bitácora para la misma flota desde Enero 1976, hasta Junio 1979. Estos dos conjuntos de informaciones confirman que la asociación entre túnidos y delfines parece ser muy rara en el Atlántico Este, y subsecuentemente no debería ser utilizado por los cerqueros FISM. La asociación de túnidos y ballenas o tiburón-ballena parece ser frecuentemente usada por los pescadores de FISM.

## 1) Introduction

L'association entre les dauphins et les thons est dans l'océan Pacifique un élément d'une grande importance pour la pêche thonière : elle permet aux senneurs d'exploiter dans les zones du large certains bancs de thons qui ne seraient pas, semble-t-il, capturables sans les dauphins. Ces senneurs sont d'ailleurs équipés de plusieurs vedettes équipées de moteurs hors bord ("speed boats") ayant pour but de concentrer les dauphins, afin de concentrer aussi les thons qui y sont associés. Cette méthode de pêche a introduit une forte mortalité sur les dauphins, conduisant le congrès américain à établir en 1972 le "Marine Mammals Protection act", en prenant des mesures sévères visant à restreindre la mortalité des dauphins. Ces mesures présentent bien entendu un certain handicap pour la pêche des senneurs.

Dans cette conjoncture, la question s'est posée de savoir si l'association entre dauphins et thons était comparable dans l'Atlantique et le Pacifique, et dans quelle mesure les senneurs utilisaient ce mode de pêche dans l'Atlantique sur les dauphins.

Il apparaît tout d'abord qu'aucun senneur F.I.S.M. n'est équipé de "speed boats" ce qui laisse penser que la pêche sur les dauphins, si elle existe, n'est pas une technique de pêche structurée.

En l'absence de la présence d'observateurs scientifiques sur les senneurs F.I.S.M., une interview des capitaines de pêche a été menée durant l'été 1979 afin de mieux cerner la relation entre thons et dauphins dans l'Atlantique.

Cette méthode produit très probablement des estimations biaisées de certains paramètres pour des raisons psychologiques évidentes : en effet tout pêcheur minimisera à priori le nombre de dauphins qu'il aura capturés et tués (même accidentellement).

Sous réserve d'une certaine prudence dans l'interprétation de ces résultats, l'interview de 30 patrons de la flottille FISM fournit toutefois des éléments intéressants à analyser.

Les résultats de l'interview ont enfin été comparés aux observations notées par les mêmes patrons sur les livres de bord de 1976 à 1979.

## 2) Résultats statistiques de l'interview des 30 patrons.

2.1. Fréquence de l'association dauphins - thons : pour 100 % des patrons, l'association est fréquente entre baleine et thons, et celle entre dauphins et thons est rare.

2.2. Zones d'association entre dauphins et thons :

2.2.1. Géographiquement :

Le secteur compris entre le Sénégal et le Cap des Palmes est le plus souvent cité (23 réponses) avec une mention spéciale pour le secteur du Cap des Palmes évoqué 17 fois pour la fréquence des dauphins associés aux thons. Sept patrons n'ont pas d'opinion sur le sujet.

2.2.2. En fonction de l'éloignement à la côte.

Sept patrons estiment que l'association thon-dauphin est plus fréquente au large, et 19 qu'elle est plus fréquente dans la zone côtière.

2.3. Position des thons et des dauphins dans les bancs :

Les thons nagent généralement devant les dauphins pour 18 patrons, derrière pour 5, et dessous pour 8 patrons.

2.4. Estimation des captures accidentelles de dauphins :

Vingt deux patrons estiment ne jamais avoir capturé de dauphins (1). Sept patrons déclarent avoir fait en moyenne moins d'une dizaine de coups de senne par an où des dauphins ont été capturés. Le nombre moyen de dauphins capturés par calée et morts est estimé par eux à quinze dauphins par coup de senne.

Aucun patron n'estime avoir fait plus de 10 coups de senne annuels avec des dauphins.

(Pour mémoire un senneur FISM effectue en moyenne environ 300 coups de senne par an).

3. Analyse des livres de bord :

Les livres de bord fournissent pour environ 70 à 80 % des senneurs de la flottille FISM l'indication pour chaque calée de l'association éventuelle avec des dauphins, des baleines, des requins, des épaves etc...

Ces estimations sont données dans le tableau 1. Elles corroborent les déclarations faites à posteriori par les patrons de pêche lors de leur interview. Les livres de bord indiquent en effet un très faible pourcentage de bancs de thons associés à des dauphins : 30 bancs de dauphins associés à des thons ont été notés sur les livres de bord en 4 ans sur un total de 1479 bancs, notés comme étant associés à un objet flottant ou un animal aquatique.

Tableau 1 : Nombre et pourcentage des bancs, selon le type d'association, relevés dans les livres de bord des senneurs FISM.

	1976	1977	1978	1979 (16 Sem)
BANCS ASSOCIES A BRAVE	177 (75)	270 (57)	244 (46)	106 (41)
BANCS ASSOCIES A BALEINES	13 ( 5)	106 (22)	85 (16)	51 (20)
BANCS ASSOCIES A REQUINS BALEINES	44 (16)	84 ( 7)	181 (34)	83 (34)
BANCS ASSOCIES A DAUPHINS	0 ( 0)	8 ( 1)	11 ( 2)	11 ( 4)

#### 4. Synthèse des commentaires des patrons de pêche sur la relation entre thons et dauphins :

D'après les remarques faites par les capitaines un certain nombre de commentaires peuvent être faits :

Jusqu'en 1970, les dauphins paraissaient être pour les canneurs de bons indicateurs pour la recherche des thons, notamment dans les secteurs Dakar-Conakry et du Cap des Palmes surtout. Ces canneurs en effet pêchaient les thons qui suivaient les dauphins qui s'éloignaient de la côte dans la matinée. L'après-midi, les dauphins revenaient vers la côte et les thons descendaient en profondeur, n'étant plus accessibles à la canne.

Les senneurs par contre, sauf cas exceptionnels de bonne apparence au sondeur, semblent considérer que les dauphins ne sont pas de bons indicateurs de pêche potentielle. Il semblerait dans le cas général que les bancs de thons associés aux dauphins soient de petite taille (environ 2 à 3 tonnes) et peu accessibles, car assez profonds ; de plus les dauphins ne sautent pas par dessus le filet mais se caillent par le bec dans la senne. De telles conditions ne justi-

fient pas le largage de la senne, compte tenu des faibles captures probables associées aux difficultés de dégager les dauphins.

Cependant en 1975, des mattes de 15 à 20 T ont été observées associées à de petits bancs de 2 à 15 dauphins.

Le pilote de l'avion de la flottille FIS chargé de la prospection aérienne des thons, en service depuis 5 ans, estime que la présence des dauphins n'est pratiquement d'aucune utilité pour déduire la présence des thons.

Bien qu'une forte majorité des réponses indique que dans le cas d'association, les thons sont devant les dauphins, certaines remarques laissent supposer que la position est variable selon le comportement général des dauphins : il semblerait ainsi que lorsque les dauphins nagent calmement, les thons sont dessous et que lorsqu'ils vont vite les thons sont devant. Il faut remarquer sur ce point que la question posée était : "en cas d'association, quelle est la position du thon par rapport au dauphin". L'espèce de thon n'était donc pas précisée ; il n'est pas impossible que le comportement soit différent selon les espèces. Un patron signale par exemple que les listaos sont en cas de mélange surtout devant les dauphins, tandis que les albacores sont mélangés aux dauphins. On peut supposer qu'il existe des relations proie-prédateurs entre petits thons et dauphins, ou de compétition alimentaire entre gros thons et dauphins. Tout ceci expliquerait en partie l'hétérogénéité des réponses obtenues.

Par contre les baleines et les requins baleines, servent actuellement systématiquement d'indicateurs dans la recherche des thons dans la mesure où le repérage d'une baleine semble motiver le détournement de tout bateau. Ces captures sur requins baleines sont surtout fréquentes dans la région comprise entre les îles et le Cap Lopez, où les bancs associés sont en majorité constitués de mélange de petits albacores et de listaos.

##### 5. Discussion des résultats et conclusions

Les résultats de cette analyse, bien que ne présentant pas un caractère quantitatif objectif, semblent confirmer que l'association entre thons et dauphins serait dans l'Atlantique un phénomène rare et peu utilisé par la flottille thonière FIS.

Cette association semble toutefois relativement fréquente dans certains secteurs de pêche, comme la zone du Cap des Palmes. Les estimations des captures accidentelles sont certainement sous estimées : il semble probable d'après les déclarations des patrons avouant avoir capturé accidentellement des dauphins, que la plupart, sinon tous les patrons, en ont parfois capturé ; la proportion des coups de senne annuels où les dauphins sont présents semble toutefois faible.

Il en résulte que les captures annuelles de dauphins par la flottille FISM sont probablement de faible importance si on les compare à celles des senneurs dans le Pacifique.

Il serait sur ce point intéressant d'analyser les livres de bord des senneurs américains ou de pratiquer une interview auprès des patrons de pêche américains pour mieux analyser la relation entre thons et dauphins dans l'Atlantique, et les techniques de pêche de la flottille américaine dans le Pacifique et dans l'Atlantique, vis à vis des dauphins.

En outre les observateurs embarqués à bord des thoniers durant l'année listao permettront d'obtenir des informations utiles sur ce problème.

- ANNEXE 4 -

Extrait du rapport de stage au "Marine Laboratory" d' ABERDEEN.

## I - INTRODUCTION

### I.1 - Présentation de la pêche écossaise

Cette pêche a toujours été importante et les statistiques de 1977 en sont le reflet. En 1977, elle regroupait 2 580 bateaux et employait 8 985 pêcheurs (cf. table 1). Elle débarquait 412 000 tonnes de produits pour une valeur au débarquement de 117 millions de £ (environ 1,1 milliards de francs), ce qui représentait 45 % en poids et 47 % en valeur des débarquements du Royaume-Uni (cf. table 2). L'importance de cette pêche justifiait l'installation d'un laboratoire en Ecosse.

### I.2 - Présentation du Marine Laboratory

Créé en 1899, il fut transféré en 1920 dans le quartier de TORRY à Aberdeen où il se situe actuellement. Il s'est agrandi en 1954 sous l'impulsion de l'extension de la recherche en biologie marine après la seconde guerre mondiale et s'est doté plus récemment de nouveaux bâtiments incluant une bibliothèque et un laboratoire d'étude du comportement des poissons. Il dispose en outre de deux stations sur la côte ouest au Loch Ewe et au Loch Torridon qui servent respectivement aux recherches sur l'environnement et le comportement des poissons. Le budget du laboratoire est passé progressivement de 1,6 millions de £ en 1973 à 2,1 millions de £ en 1975 pour atteindre 3,9 millions de £ en 1978 (environ 35 millions de francs). Environ 250 personnes dont 180 scientifiques y travaillent, disposant entre autres de 6 bateaux de recherches : le Scotia (69 m), l'Explorer (62 m), le Clupea (32 m), le Mara (23 m), le Goldseeker (15 m) et le Navicula (8 m).

Les principaux axes de recherches sont actuellement les suivants :

- 1 - Recherches sur la biologie, l'abondance, la production et la dynamique de population des principales espèces marines exploitées et des espèces non encore exploitées qui présentent de bonnes caractéristiques pour le développement de nouvelles pêcheries.
- 2 - Etudes de l'environnement, incluant les pollutions, dans la mesure surtout

où il peut influencer l'écologie des poissons commerciaux.

Etudes des relations proies-prédateurs et des transferts d'énergie dans les écosystèmes marins.

- 3 - Recherches en "aquaculture", avec accent particulier sur les problèmes de maladie et parasitisme des salmonidés ; l'ostréiculture, la mytiliculture et la pectiniculture donnent lieu à d'actives expérimentations qui devraient mener à l'installation d'établissements commerciaux.
- 4 - Technologie des engins de pêche et comportement des poissons en vue d'augmenter la rentabilité de la flotte commerciale.

Mon stage (cf. préliminaire) n'a porté que sur l'aspect 1 des recherches faites au Marine Laboratory d'Aberdeen. Ce rapport sera pour moi l'occasion :

- de résumer l'organisation et les étapes du travail accompli en routine afin d'obtenir une estimation des paramètres nécessaires à l'estimation des stocks de poissons,
- de souligner, le cas échéant, les principaux problèmes rencontrés.

## II - STATISTIQUES DE PECHES

L'ensemble des débarquements est contrôlé par l'administration des pêches (cf. table 3). Cette administration a divisé la côte en 7 régions soit en tout 19 districts portant le nom du port principal (cf. carte 1). Les officiers des pêches sont chargés de collecter les données de chaque débarquement de l'ensemble des ports de leurs districts et de coder l'information sur une fiche d'enquête FORM FS1 (cf. figure 1). Cette fiche contient :

- les caractéristiques du bateau : nom, nationalité, port d'attache, taille, tonnage, puissance, engin de pêche,
- la durée totale de la marée,
- les lieux de pêche (codage ICES) avec temps de présence et temps de pêche sur chaque lieu,
- les poids des poissons (en précisant s'ils sont vidés ou non) débarqués par espèce, catégorie de taille et qualité,
- les prix de vente.

L'ensemble de ces fiches d'enquêtes (environ 10 000 par mois) est regroupé et traité mensuellement à Edinburgh par le "Scottish Office Computer Service". Chaque demandeur dispose dans un délai d'environ six semaines de l'information dont il a besoin. Chaque année, cet office publie entre autres les "Scottish Sea Fisheries Statistical Tables" qui sont un état récapitulatif des statistiques de la pêche écossaise.

Deux problèmes se posent à ce niveau des collectes des données :

- a - La côte ouest de l'Ecosse est très découpée et les petits ports y sont très nombreux. Les officiers des pêches ne peuvent donc pas collecter eux-mêmes les informations : dans ce cas, les armateurs leur expédient le détail des débarquements de chaque bateau.
- b - L'information ne concerne que les prises débarquées qui ne sont en fait qu'une partie de la pêche. Comme cela sera souligné plus loin, les rejets sont d'une importance qui est loin d'être négligeable pour certaines espèces.

### III - ECHANTILLONNAGE DES PRISES COMMERCIALISEES

#### III.1 - Ports d'échantillonnage

Seuls les ports principaux sont échantillonnés. Le laboratoire enquête à la criée d'Aberdeen et sur l'ensemble de la côte ouest, du cap Wrath au nord à Mallaig au sud, les officiers des pêches partout ailleurs. Il faut noter qu'à Aberdeen la majorité des débarquements concerne les chalutiers tandis que les seineurs dominant ailleurs.

#### III.2 - Stratification par zone

Ces zones sont celles définies par l'ICES, tenant compte à la fois de critères géographiques et de critères biologiques, tels que taux de croissance différent... La mer est aussi divisée en carrés de 30 miles de côté, regroupés en 11 régions d'échantillonnage pour la mer du Nord et en 17 pour l'ensemble de l'Ecosse.

#### III.3. Stratification temporelle

Le mois de débarquement est la base sur laquelle reposent les activités d'échantillonnage.

#### III. 4 - Stratification par engin de pêche

En pêche démersale, on distingue quatre principaux types de bateaux selon leur méthode de pêche : les trawlers, les Danish seiners, les light trawlers et les Nephrops trawlers, ces derniers débarquant peu ou pas à Aberdeen.

En pêche pélagique, dominant le pelagic trawl (à un ou deux bateaux), la purse-seine et le ring-net.

#### III.5 - Sélection des bateaux

L'échantillonnage et la vente des poissons se font aux mêmes heures. Comme les poissons sont retirés de la criée aussitôt vendus, il est nécessaire de

choisir des bateaux assez loin du point de vente pour donner aux enquêteurs assez de temps pour faire leur travail. Ceci empêche de sélectionner les bateaux par un procédé aléatoire quelconque. Cependant, la position des bateaux sous la criée dépend de leur heure d'arrivée et ne présente aucun caractère systématique. Il est donc vraisemblable qu'aucun biais n'intervient dans la sélection des bateaux.

On estime que quatre est le nombre mensuel minimum de bateaux qu'il faut échantillonner par engin et par zone de pêche.

### III.6 - Echantillonnage des poissons démersaux

Chaque matin, un responsable et six enquêteurs se rendent à la criée d'Aberdeen pour y accomplir une partie de l'effort d'échantillonnage qui doit être assuré dans le mois et qui porte sur sept espèces principales (cf. annexe 4).

Le bateau étant choisi, l'échantillon mesuré est constitué par une caisse d'environ 45-50 kg par espèce et par catégorie de taille de vente. Cette caisse est supposée contenir des poissons pris au hasard dans l'ensemble des poissons de la catégorie et les représenter sans biais. Une étude statistique (POPE et al., 1974) montre que l'erreur standard est inférieure à 5 % de la moyenne et est due aux variations entre bateaux, chaque bateau ayant des catégories de tailles très homogènes.

Pour chacune des espèces, 3 à 10 otolithes (ou écailles) sont prélevés par classe de taille de 1 cm. On estime que 5 est le nombre minimum statistiquement acceptable, mais est fonction du personnel disponible pour les prélèvements et les lectures.

Pour compléter ces données, une équipe du laboratoire se rend une fois par mois pour échantillonner sur la côte ouest et les officiers des pêches font des mensurations et des prélèvements d'otolithes dans les autres ports.

La couverture d'échantillonnage est d'environ 6 % des débarquements.

Donc en résumé, par mois, par zone et par engin :

- environ quatre caisses de poissons sont mesurées par espèce et catégorie de taille de vente.

- environ cinq otolithes sont prélevés par espèce et classe de taille de 1 cm.

On remarquera que le sexe des poissons n'est pas pris en compte : il semblerait que cette information ne soit pas importante, les courbes de croissance étant similaires pour les deux sexes et les sex-ratios supposés constants et égaux à 0,5.

Un autre problème peut se poser : l'officier des pêches qui doit faire appliquer les règlements et surveiller les quotas a donc un rôle a priori représentatif qui peut parfois le gêner dans ses activités d'échantillonnage où un contact amical avec les pêcheurs est nécessaire.

### III.7 - Echantillonnage des poissons pélagiques (Exemple en annexe 5)

Il se fait selon le même schéma que celui des poissons démersaux avec cependant un accent plus important sur l'acquisition de données biologiques. Des échantillons sont régulièrement achetés, deux à trois caisses par semaine, qui servent, pour le hareng, à déterminer la race\* (par comptage d'écaillés et de vertèbres), le stade de maturité...

\* Des recherches sont actuellement entreprises qui devraient permettre de déterminer plus rapidement la race à partir de la configuration géométrique des otolithes.

L'ensemble des informations obtenues à partir des échantillonnage de poissons démersaux et pélagiques commercialisés est traité au laboratoire d'Aberdeen. Ces informations ne représentent cependant pas l'ensemble des poissons pêchés : aussi un programme d'estimation des rejets par la flotte de pêche a-t-il été mis en place.

## IV - ECHANTILLONNAGE DES REJETS

### IV.1 - Importance des rejets

Le problème des rejets fut abordé dès 1932 par BOWMAN qui publia une étude portant sur la période 1924-1930 dans laquelle il estima que 51 % en nombre et

35 % en poids des haddocks (Melanogrammus aeglefinus) pêchés dans la région d'Aberdeen étaient rejetés. En 1963, JONES estima entre 30 et 40 % le poids de haddocks rejetés durant le second semestre 1962. En 1978, JERMYN estime que, selon l'engin de pêche, 26 à 46 % du nombre de haddocks et whittings (Merlangius merlangus) étaient rejetés en 1977 par les bateaux écossais.

Il faut noter que les rejets ne concernent pas uniquement les poissons de taille inférieure à la limite légale ; parfois 60 % et plus des poissons rejetés ont une taille supérieure à cette limite. Trois raisons principales à ces rejets :

- il est plus intéressant financièrement d'atteindre les quotas en vendant du gros poisson,
- les petits poissons demandent trop de manipulations d'où leur coût de revient trop élevé,
- les industries n'achètent pas de petits poissons.

#### IV.2 - Collecte des données

Trois manières sont utilisées pour collecter l'information :

- a - Interview des capitaines,
- b - Collecte d'échantillons sur le bateau par les capitaines,
- c - prélèvement des échantillons par le personnel scientifique embarqué sur des bateaux de pêche.

La méthode a. est peu utilisable car les capitaines ont fortement tendance à minimiser l'importance de leurs rejets. Par exemple, durant la période avril-juin 1978, les capitaines ont estimé en moyenne à 4 % l'importance de leurs rejets alors que les scientifiques dans la même zone, avec le même engin, ont estimé ces rejets à 32 %. D'autre part, il est peu probable que les capitaines donnent la composition spécifique de leurs rejets.

La méthode b est intéressante dans la mesure où il est possible de trouver des capitaines intéressés par la recherche scientifique. Cette méthode n'a malheureusement donné que des résultats moyens car les échantillons n'étaient pas toujours prélevés de manière aléatoire.

La méthode c est la plus fiable. Elle consiste à faire une estimation préliminaire du nombre de paniers conservés et rejetés par coup d'engin de pêche considéré. Cette estimation peut éventuellement être corrigée lors du débarquement du poisson quand le nombre de paniers peut être facilement compté. Un échantillon des rejets est prélevé qui sert à faire les mensurations et prélèvements d'otolithes des espèces principales. La limite de cette méthode est le nombre de personnes du laboratoire disponible pour embarquer sur les bateaux de pêche. En effet, jusqu'à présent, un seul échantillon était obtenu par trimestre, par zone et par engin. C'est insuffisant, mais l'information est très intéressante et à l'échelle d'une année la couverture d'échantillonnage est jugée satisfaisante pour les chalutiers et les seineurs.

Les rejets représentent donc pour certaines espèces une part très importante, en nombre et en poids, des poissons pêchés. Leur estimation par espèce, engin et zone est donc d'une très grande importance pour l'estimation de la taille des stocks. En 1980, un programme international sera proposé qui permettra d'obtenir 5 à 6 échantillons par trimestre, engin et zone.

#### IV.3 - Conclusion

L'échantillonnage est un domaine où le Marine Laboratory d'Aberdeen a consacré de gros efforts. Comme les annexes 4, 5 et 6 le laissent voir, le travail à accomplir est très structuré, assurant l'efficacité maximale en fonction du personnel disponible. Chaque espèce fait l'objet d'instructions précises ; les informations concernant chaque espèce sont inscrites sur une feuille particulière adaptée à l'espèce en question et favorisant un transfert rapide sur support informatique. L'étroite collaboration avec l'administration des pêches est également à souligner dans ce chapitre.

#### V - TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Il est classique. Les mensurations faites sur les prises débarquées (et éventuellement sur les rejets) sont extrapolées mensuellement à l'ensemble de la flottille, avec toutes les combinaisons possibles par engin et par zone. On obtient ainsi une distribution mensuelle des fréquences de taille par espèce.

Les otolithes servent à construire mensuellement une clé âge-longueur des poissons échantillonnés : ainsi, si pour la classe 39 cm, un otolithe a montré deux marques et quatre otolithes en ont montré trois, on dira que 20 % des poissons de 39 cm ont deux ans et 80 % ont trois ans pour l'espèce considérée. Ces résultats extrapolés à l'ensemble de la flottille, permettent d'avoir mensuellement, par zone et par engin, le nombre de poissons capturés dans chaque classe d'âge. Le poids moyen est ensuite calculé par une relation longueur-poids établie pour chaque espèce, chaque mois et chaque zone. La différence entre le poids exact et le poids ainsi calculé n'excède pas 3 %.

L'importance du stock est ensuite calculée à partir de ces données par l'utilisation de programmes d'analyse de population virtuelle (solution inverse).

A ce niveau se pose un certain nombre de problèmes :

- les stocks de la mer du Nord sont exploités par de nombreux pays dont le taux d'échantillonnage est très variable. Il apparaît que parfois, pour certaines espèces dans certaines zones, le nombre de poissons mesurés et les prélèvements d'otolithes sont trop faibles pour avoir de bonnes estimations des structures d'âge des prises. Le même problème se pose pour l'estimation des poids moyens.
- Pour la majorité des stocks démersaux les valeurs de  $M$  sont supposées comprises entre 0,1 et 0,3. Ceci même par exemple à ce que l'on puisse estimer que les stocks de haddock et de whiting sont surexploités si on fixe  $M = 0,2$ , mais non si on fixe  $M = 0,3$ . Ces estimations de  $M$  demandent donc à être précisées ; des essais sont entrepris pour remplacer dans l'analyse des cohortes la valeur de  $M$  par des estimations du niveau de prédation (POPE, 1979).
- Les estimations de  $F$  sont généralement calculées par la moyenne des  $F$  des trois années précédentes. Ceci mène souvent à une sous-estimation de  $F$ , parfois très importante chez les pélagiques dont la surface de répartition s'amenuise avec l'abondance du stock, menant à la concentration de tout l'effort sur une faible zone.

Pour éviter de trop grandes erreurs dans les estimations, en particulier pour les espèces à courte durée de vie où les estimations de la taille du stock par analyse de population virtuelle est dangereuse, il est indispensable d'avoir

des estimations indépendantes de l'importance du stock et du recrutement par egg or larval survey, chalutage, sondages acoustiques ... ce qui nécessite généralement l'emploi de navires de recherche.

## VI - ECHANTILLONNAGE PAR LES NAVIRES DE RECHERCHE

L'utilisation des navires de recherche est toujours très coûteuse. Une optimisation de l'efficacité a donc été recherchée, et le personnel embarqué dispose pour chaque propos d'instructions précises et de feuilles adaptées au stockage de l'information demandée. Une copie des "standing instructions" est jointe en annexe 6.

### VI.1 - Eggs and larval survey

Les oeufs pélagiques sont en général échantillonnés par un "Longhurst-Hardy plankton recorder", tandis que l'abondance des oeufs démersaux est estimée par plongeurs ou caméras de télévision.

Les larves sont prélevées par un échantillonneur à grande vitesse "Dutch Gulf III".

Les campagnes se font chaque année à la même époque et les prélèvements se font aux mêmes stations de référence.

Le problème des grandes variations d'abondances entre les échantillons peut amener à faire des estimations erronées. Pour réduire les risques d'erreurs grossières, les zones à forte concentration sont suréchantillonnées. Dans la même optique, les larves sont réparties en classes de tailles (< 10 mm, 10 à 15 mm, > 15 mm pour le hareng) et seules les larves < 10 mm sont utilisées pour estimer l'abondance du stock reproducteur. Les larves ayant encore du vitellus sont écartées de l'échantillon car elles ont une distribution aggruppée, ce qui pourrait mener à un biais supplémentaire dans les estimations, tandis que les larves de taille supérieure à 10 mm ne sont pas prises en compte car elles peuvent nager suffisamment vite pour qu'une partie d'entre elles évite l'engin d'échantillonnage.

Des informations supplémentaires sont fournies éventuellement par le

"continuous plankton recorder survey" mené par quelques navires marchands depuis 1948.

Pour permettre d'estimer la taille du stock reproducteur à partir de ces données, il faut des informations supplémentaires sur la maturité qui détermine l'époque à laquelle les surveillances seront faites, sur la fécondité qui permet de déterminer la taille du stock reproducteur compte tenu de la durée d'incubation des oeufs. Maturité et fécondité sont étudiées à partir des prises commerciales et de celles des bateaux de recherche. Des études ont été faites pour déterminer l'influence de la quantité de nourriture sur la fécondité de certaines espèces en laboratoire, expériences dans lesquelles des techniques de radioimmunologie ont été appliquées pour déterminer le sexe des poissons vivants (WRIGHT, 1976).

## VI.2 - Campagnes de chalutage

### A - Estimation de l'abondance des pré-recrues

Cette information est nécessaire pour avoir une stratégie efficace de gestion qui doit pouvoir planifier pour au moins les une ou deux années suivantes. Il est connu que l'abondance des pré-recrues varie considérablement d'une année à l'autre, et dans les pêcheries où le taux d'exploitation est élevé, les jeunes classes d'âge apportent une forte contribution dans les prises. Il est donc nécessaire de connaître aussi tôt que possible l'importance du recrutement annuel dans la pêcherie.

Ainsi, depuis plus de 10 ans, des bateaux de recherche font par exemple en juin-juillet une campagne utilisant un chalut pélagique à petites mailles pour échantillonner les jeunes morues (Gadus morhua), haddocks (Melanogrammus aeglefinus) et whittings (Merlangius merlangus) lorsqu'ils ne sont âgés que de quelques mois et vivent encore près de la surface. Ensuite, en février-mars, alors que ces mêmes poissons sont âgés de 1 an, ils sont à nouveau échantillonnés par un chalut benthique à petites mailles. Les indices d'abondance ainsi obtenus sont bien corrélés aux estimations faites ensuite par analyse de population virtuelle à partir des données des prises commerciales et des rejets (cf. figure 2). Ces échantillonnages se font à des stations de référence qui sont donc les mêmes chaque année (cf. carte 2 et carte de l'annexe 1).

B - Estimation d'abondance des parties exploitées des stocks et de leurs tendances

Depuis 1922, des campagnes de chalutage sont programmées qui donnent chaque année des indices d'abondance du stock en terme de poids capturé par espèce et par zone pour un certain temps de pêche. Ces estimations de taux de capture ont l'avantage d'être moins biaisées que celles obtenues par les débarquements commerciaux, de tenir compte d'espèces, qui bien qu'en grand nombre, n'ont pas d'importance commerciale, d'être plus représentatives de la structure de taille réelle des poissons (chaluts spéciaux et pas de rejets). Ces données permettent en outre de déterminer les tendances à long terme des indices d'abondance et des structures de taille.

VI.3 - Echo survey

A - Généralités

Les méthodes acoustiques sont en progrès constants et donnent des informations intéressantes à la fois sur les stocks exploités et non exploités. Pour être significatives, les méthodes acoustiques doivent tenir compte de très près du comportement et de la distribution de l'espèce étudiée. Les meilleurs conditions sont d'avoir un stock couvrant une aire bien limitée et bien connue, ne contenant qu'une espèce de poissons ayant déjà une taille identique et occupant uniformément une tranche de pleine eau à profondeur modérée. La situation se complique quand les poissons forment des agrégations trop compactes, lorsqu'ils sont mélangés à d'autres espèces et lorsqu'ils sont trop près du fond et de la surface. En pratique, il faut donc tenir compte du comportement des poissons et des périodes favorables telles que saison particulière de ponte ou de nourriture où les poissons se concentrent.

Parmi les différents types d'echo survey, l'échointégration est une méthode de choix car en certaines occasions, elle a montré qu'elle pouvait procurer rapidement des estimations précises de l'abondance des poissons, pour un coût de revient relativement peu élevé. Le principe est résumé dans l'équation suivante :

$$Q = C \times M + b$$

avec  $Q$  = densité de poissons

C = coefficient de densité

M = intensité de l'écho après intégration

b = seuil en dessous duquel l'écho n'est pas intégré

Il faut cependant noter qu'il est difficile dans la pratique de déterminer les sources et les ordres de grandeur des erreurs inhérentes à cette méthode. SAVILLE (1977) résume ainsi les différentes sources d'erreurs.

a - Erreurs statistiques : elles sont liées au faible volume échantillonné par le sondeur, d'où les estimations sont affectées par la variabilité de la distribution des poissons.

b - Erreurs systématiques :

b1 - Erreurs sur les paramètres acoustiques

- sur la calibration du matériel qui limitent directement la précision des estimations relatives et absolues,
- sur le "target strength" (= intensité de réflexion du son par les poissons) qui permettent cependant d'avoir une estimation relative,
- sur le "beam pattern effect" (= effet qui tient compte de la différence des vecteurs intensité sonore selon leur direction par rapport à l'axe de la source. Ceci concerne aussi bien le transducteur à l'émission et à la réception que les poissons considérés comme source de l'écho),
- sur les bruits parasites,
- sur les effets dûs au recouvrement des échos.

b2 - Erreurs sur les paramètres écologiques

- sur la composition spécifique des stocks échantillonnés. Ceci peut être partiellement levé par des pêches expérimentales avec cependant les biais de disponibilité et de sélectivité,
- sur la disponibilité des espèces à l'engin acoustique (problème des espèces benthé-pélagiques),
- sur les questions d'identité des stocks et des migrations, horizontales et verticales,
- sur les problèmes de densité.

B - Quelques problèmes particuliers rencontrés par le laboratoire d'Aberdeen

- a - Position des poissons : on suppose qu'en moyenne les poissons ont la même orientation dans l'espace par rapport à la source sonore et on néglige ce problème ; par exemple on ne tient pas compte de la direction des courants pour tracer le parcours du bateau alors que les courants peuvent induire une orientation particulière des poissons.
- b - Comportement de fuite. Il peut se produire que des poissons tel que le hareng plongent en s'écartant du bateau ce qui diminue leur densité moyenne apparente et réelle sous la source sonore.
- c - Comportement migratoire vertical : certaines espèces de gadidés, à vessie natatoire fermée, sont à des profondeurs voisines de 100 m le jour et remontent à 25-30 m la nuit dans un laps de temps si court qu'ils n'ont pas physiologiquement les moyens d'adapter la taille de leur vessie natatoire. Il faut rappeler que la vessie natatoire représente, selon les espèces et les auteurs, de 40 à 85 % de l'intensité de l'écho. Les échos que donneront ces poissons à différentes profondeurs n'auront donc pas la même signification en terme de biomasse.
- d - Hétérogénéité de la taille des poissons : les blue whittings (Micromesistius poutassou) capturés par pêche expérimentale ont une longueur comprise entre 15 et 45 cm. La différence de taille induisant une différence d'intensité sonore pour une même biomasse (figure 3), il faudrait tenir compte du pourcentage de chaque classe de taille dans le stock. Ceci est remplacé par une alternative simplificatrice qui consiste à fixer arbitrairement une taille de "poisson type" (30 cm pour le blue whiting) et de considérer que tous les poissons du stock ont cette longueur standard donc donnent tous la même intensité d'écho. L'erreur engendrée est estimée à environ 10 % en terme de biomasse entre des poissons de 20 et 45 cm par les spécialistes d'Aberdeen ; elle serait voisine de 50 % selon BUZETTA et NAKKEN.
- e - Densité des poissons sous le sondeur. Il se produit, mais rarement, avec des espèces telles que le hareng, le maquereau, le sprat, que la densité de poisson soit si forte que l'échointégration ne soit plus interprétable : en effet, au masquage des poissons les plus profonds par les poissons sus-jacents s'ajoutent les phénomènes d'interaction entre les ondes réfléchies sur les poissons.

Cette méthode procure donc un indice d'abondance des stocks, indice absolument indépendant des précédents mais il peut être hasardeux de l'utiliser seule étant donné les nombreux biais qui peuvent influencer les résultats. Son avantage énorme est de procurer un indice d'abondance dans un délai extrêmement rapide par rapport aux autres méthodes.

#### VI.4 - Campagnes de marquage

Le laboratoire dispose de données de marquage depuis 1903. Toutes les espèces principales donnent lieu à des campagnes de marquage à partir des bateaux de recherche.

Les poissons recapturés sont apportés à l'officier des pêches qui note les informations concernant la capture (cf. figure 4) et prélève un otolithe. Les renseignements sont expédiés au laboratoire qui en retour fournit une récompense au pêcheur et lui indique le déplacement estimé du poisson entre son marquage et sa recapture.

Le taux de recapture varie de 0 à 30 % selon les espèces et le nombre marqué (cf. tableau 4).

Les données sont traitées par moyen informatique avec cinq buts principaux :

- étudier les migrations,
- étude des taux de mortalité M et F. Le marquage introduit un biais dans l'estimation de M, biais qui a été étudié en aquarium et en mer par des plongeurs (HISLOP, 1969 et 1971). Des modèles mathématiques ont été mis au point pour déterminer les intervalles de confiance,
- étude du mélange des stocks. Le marquage a permis par exemple de séparer les stocks Est et Ouest de haddock,
- étude de l'abondance des stocks à partir des recaptures. Cette étude est en cours mais on estime ne pas avoir encore assez de données pour aborder cet aspect,
- étude de la croissance des poissons marqués.

## VII - CONCLUSION

Le laboratoire d'Aberdeen, qui bénéficie de 80 années d'expériences dans le domaine de la recherche halieutique, est un exemple d'organisation du travail, d'intégration des différents aspects de la recherche en biologie des pêches. L'étroite collaboration entre pêcheurs, scientifiques et administration des pêches est un facteur d'efficacité remarquable dans la mesure où la confrontation des idées mène à une convergence des moyens pour résoudre les problèmes de chacun.

Le stagiaire en dynamique des populations peut à la fois y acquérir une formation théorique originale (cours de JONES) et aborder tous les aspects pratiques d'organisation et de méthodes de travail.

L'intérêt de ce genre de stage que j'ai eu la chance d'accomplir à Aberdeen est des plus vif, car nombreuses sont les méthodes et techniques de travail rodées au Marine Laboratory qu'il est possible d'appliquer dans l'étude des pêcheries tropicales.

Levenez Jean-Jacques (1979)

*Rapport d'élève (océanographie biologique)*

s.l. : ORSTOM, 89 p. multigr.