

**ANALYSE DES FREQUENCES DE LONGUEUR, DU SEX-RATIO  
ET DES ZONES DE REPRODUCTION DE L'ALBACORE,  
THUNNUS ALBACARES, DE L'ATLANTIQUE**

par

C. Capisano et A. Fonteneau

**RESUME**

*Le présent article a pour objectif de réaliser un bilan critique de l'évolution des structures de tailles de l'albacore, Thunnus albacares, dans l'Atlantique est durant les années récentes. L'étude porte sur l'ensemble des données de fréquences de taille disponibles actuellement à l'ICCAT.*

*L'article fait tout d'abord un bilan synthétique sur toutes les informations récentes relatives à la ponte de l'espèce, son sex ratio et sa croissance, en vue de permettre ensuite une interprétation cohérente des structures de tailles des prises. L'analyse des fréquences de taille porte sur tout l'Atlantique: dans un premier temps cette analyse est réalisée qualitativement pour toutes les pêcheries bien échantillonnées en identifiant visuellement la position mensuelle des modes de 1980 à 1988. Cet examen révèle la cohérence des données de tailles et des données biologiques. Il demeure impossible d'identifier ou de suivre à l'oeil des modes cohérents pour les gros albacores de plus de 1.50 mètre. Dans un deuxième temps une décomposition des fréquences de taille a été réalisée selon la méthode de Bhattacharya afin d'évaluer quantitativement la contribution de chaque mode aux prises totales. Une attention spéciale est donnée au suivi de la classe 1983 qui apparaît très importante et facile à suivre du fait de la faiblesse de la classe 1984. Les hétérogénéités des tailles capturées dans les divers secteurs de l'Atlantique sont analysées et discutées. Une méthode améliorée d'estimation des captures mensuelles par âge à partir des fréquences de taille est proposée.*

**SUMMARY**

*The purpose of this paper is to make a critical review of all length data collected on yellowfin tuna, Thunnus albacares, in the east Atlantic Ocean during recent years. All the size data currently available at ICCAT were used. First, a synthesis of all recent information on*

spawning, sex ratio and growth was made. The goal of this first step of the study was to attain a better comprehension of the size structure of the catches. The data from all fishing areas in the Atlantic are compared. A qualitative analysis of the monthly size distributions is conducted on all adequately sampled fisheries. The positions of the modes are noted for 1980 to 1988. This qualitative analysis is consistent with size and biological information. However, it is still impossible to identify or to follow by eye the modes of large yellowfin, over 1.50 meters. In a second step, a quantitative analysis has been conducted using the Bhattacharya's method to measure the quantitative contribution of each mode to the catches during recent years. Special care is given to the 1983 year class which is clearly an important one; also, it is easy to identify because the following 1984 year class was weak. The heterogeneity of the sizes taken in all the fishing areas of the Atlantic is analyzed and discussed. A new slicing method to estimate the catches at age from the monthly size distributions is presented.

### RESUMEN

*Este documento tiene por objeto llevar a cabo un balance crítico de la evolución de las estructuras de tallas del rabil (Thunnus albacares) en el Atlántico este en los últimos años. El estudio trata sobre el conjunto de los datos de frecuencias de talla disponibles actualmente en ICCAT. El documento hace en primer lugar una comparación sintética de todas las informaciones recientes relativas a la puesta de la especie, su sex ratio y su crecimiento, para llegar a una interpretación coherente de las estructuras de las tallas de las capturas. El análisis de las frecuencias de tallas se refiere a todo el Atlántico: en una primera fase, este análisis se realiza de forma cualitativa para todas las pesqueras bien muestreadas, identificando visualmente la posición mensual de las modas de 1980 a 1988. Este examen revela la coherencia de los datos de tallas y de los datos biológicos. Sigue siendo imposible identificar o seguir a ojo las modas coherentes de los grandes rabiles de más de 1,50 metros. En una segunda fase, se realiza una descomposición de las frecuencias de tallas según el método de Bhattacharya con el fin de evaluar cuantitativamente la contribución de cada moda a las capturas totales. Se concede una atención especial al seguimiento de la clase de 1983 que parece muy importante y fácil de seguir debido a la debilidad de la clase de 1984. Se analiza y discute la heterogeneidad de las tallas capturadas en los diversos sectores del Atlántico. Se propone un método mejorado de estimación de las capturas mensuales por edad a partir de las frecuencias de tallas.*

## 1. INTRODUCTION

La Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique a mis en place en 1985 un programme de recherches intensives sur l'albacore: le Programme de l'Année Albacore (Yellowfin Year Program ou YYP). La décision a été prise à la suite de la baisse brutale en 1984 des prises de gros albacores par les senneurs. La forte baisse des pue et des prises en gros albacores observée dans l'Atlantique Est a laissé penser alors à une grave surexploitation du stock adulte. La forte baisse de l'effort de pêche qui a résulté de cette crise a, par ailleurs, provoqué dès 1984 une réduction spectaculaire de l'effort de pêche dans l'Atlantique Est. Dans ces conditions, les objectifs principaux du programme de l'ICCAT étaient d'évaluer dans le détail l'évolution de la biomasse par âge d'albacore avant la crise de 1984, pendant celle-ci et durant la période récente d'effort de pêche réduit. La méthode privilégiée pour obtenir ces résultats demeure l'analyse des prises par âge, ou analyse des cohortes. Cette méthode doit être pratiquée sur les différents stocks d'albacore jugés isolés.

L'analyse de cohortes nécessite une matrice des prises par âge et, par conséquent, une décomposition taille-âge. La lecture directe de l'âge sur les pièces osseuses d'albacore est un procédé long, coûteux et peu efficace. Des vertèbres sont en cours de lecture dans le cadre du programme YYP et permettent d'espérer des résultats intéressants, notamment en ce qui concerne les gros individus dont les âges sont particulièrement délicats à déterminer. En attendant ces résultats, les correspondances taille-âge ne peuvent être tirées que de l'analyse des fréquences de longueurs. La procédure de découpage taille-âge employée jusqu'à présent pour l'Atlantique Est date d'une quinzaine d'années (Fonteneau et Lenarz 1974); l'améliorer et l'adapter à la pêcherie actuelle et aux structures démographiques distinctes des diverses zones de l'Atlantique apparaît comme une nécessité.

Dans cette étude les fréquences de longueurs de l'albacore sur tout l'Atlantique avec une stratification par zone ont été analysées. La stratification a été faite à l'issue des résultats de l'analyse de données connexes (sex ratio, périodes et zones de reproduction, marquages-recaptures) qui a donc été la première étape de cette étude. L'analyse des fréquences de longueurs et un suivi des filiations modales apparentes dans les différents secteurs de l'Atlantique ont ensuite été faits, avant de procéder à une décomposition taille-âge.

L'objectif est, outre la mise au point d'une procédure de décomposition taille-âge permettant d'établir une matrice des captures par âge, la compréhension de l'hétérogénéité spatio-temporelle des tailles et âges dans les captures d'albacore.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1 Données disponibles

#### 2.1.1 Mensurations

La base de données du CRODT, qui contient des données collectées ou réunies par l'ICCAT et d'autres données directement collectées par le CRODT, com-

prend des fichiers de mensurations d'albacore de nombreux pays. Ces fichiers sont sous plusieurs formes: mensurations brutes, pondérées ou extrapolées.

- 1) Les mensurations brutes sont le résultat des échantillonnages, sans pondérations ni substitutions de strates;
- 2) Les mensurations pondérées sont les mensurations brutes, multipliées par un facteur de pondération égal au poids de la prise échantillonnée divisé par celui de l'échantillon;
- 3) Les mensurations extrapolées correspondent aux échantillons extrapolés aux prises par carré de 5° (de latitude et de longitude), par mois et par engin. Pour estimer les tailles de toutes les prises dans les strates (au niveau 5°/mois /engin) non échantillonnées, des substitutions de strates sont nécessairement pratiquées. Pour la flottille FIS-Espagne, ces substitutions se font, géographiquement avec les carrés de 5° adjacents jugés similaires quant aux tailles capturées, et temporellement avec un décalage possible de un ou deux mois. Les tonnages ainsi substitués représentent respectivement moins de 2% et moins de 0.5% des prises totales (Fonteneau 1989). Ces substitutions temporelles peuvent entraîner, dans des proportions inconnues, des erreurs sur la répartition spatio-temporelle des tailles d'albacore. Le pourcentage de ces substitutions étant très faible, ces risques sont probablement réduits.

Dans cette étude de la croissance, seules ont donc été utilisées les mensurations brutes ou pondérées.

Il existe deux échelles de mensurations utilisées selon les pays:

- la longueur à la fourche (LF): distance en projection verticale entre l'extrémité antérieure de la mâchoire supérieure et l'extrémité postérieure du rayon caudal le plus court, mesuré au creux de la nageoire caudale;
- la longueur prédorsale (LD1): distance rectiligne entre l'extrémité antérieure de la mâchoire supérieure et la base antérieure de la première nageoire dorsale.

Les mensurations en LF sont par classes de 2 cm de 30 à 220 cm et les mensurations LD1 sont par classes de 1 cm de 10 à 35 cm, puis par classes de 0.5 cm jusqu'à 48 cm.

Pour passer des mensurations en LD1 aux mensurations en LF la méthode adoptée par l'ICCAT a été utilisée : elle répartit l'effectif d'une classe LD1 selon une distribution normale sur 2 à 8 classes de LF. Par exemple l'effectif de la classe en LD1 27 cm est réparti sur huit classes en LF 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, et 100 cm avec des pourcentages respectifs de 4, 7, 16, 23, 23, 16, 7 et 4. Cette répartition entraîne donc un lissage important des histogrammes de fréquences de longueur qui peut biaiser les décompositions modales ultérieures.

Ainsi, bien que la mesure standard internationale soit la mesure en longueur à la fourche, les données en longueur prédorsale ont été utilisées sans conversion

en longueur à la fourche. Les mensurations en LD1 utilisées sont celles issues des échantillonnages réalisés par le CRO d'Abidjan et le CRODT de Dakar sur les flottilles de surface des pays suivants: Ghana, Japon, Espagne, Côte-d'Ivoire, France, Mexique, Norvège, Maroc et Grand-Cayman. Quant aux mensurations en LF du Cap-Vert, du Vénézuéla, du Brésil et des USA, elles ont également été employées, mais sans conversion. Pour les palangriers nord-américains nous avons également utilisé des fréquences de poids éviscérés que nous avons converties en fréquences de taille en LF d'après la relation de Davis (ce volume) pour les ajouter aux précédentes.

### 2.1.2 *Données sur le sexe et le poids des gonades*

Quatre séries de données de taille, sexe et poids des gonades ont été utilisées:

- la série des palangriers de 1957 à 1968 fournie par le Far Seas Research Laboratory;
- la série historique des senneurs de 1974 et 1975 utilisée par Albaret (Albaret 1976);
- la série du CRO d'Abidjan échantillonnée sur les senneurs de 1977 à 1988 et surtout importante dans la période récente du fait de la mise en place du programme de l'année albacore.
- la série de 1986 à 1988 des barques du Cap-Vert, recueillie par M. H. Vieira dans le cadre du programme de l'année albacore.

Les positions (exactes ) des captures (au 1° près de latitude et de longitude) sont connues pour tous les échantillons.

A partir de ces données nous avons calculé des sex-ratio par taille et des indices gonadosomatiques pour différentes zones de l'Atlantique.

### 2.1.3 *Données de marquages et recaptures*

Tous les fichiers de marquages-recaptures réalisés à ce jour dans l'Atlantique Est sur l'albacore sont disponibles. Ces fichiers ont été employés pour comparer la progression apparente des modes et la croissance des poissons marqués; les variations de taille entre le marquage et la recapture constituent en effet une méthode sûre pour estimer la croissance et dont il est nécessaire de comparer les résultats avec ceux de méthodes plus indirectes, par exemple l'analyse des fréquences de taille.

## 2.2 Méthodes

### *Analyse de la reproduction*

Pour l'étude des zones et saisons de ponte des indices gonadosomatiques ont été calculés:

$$GS = PG/LF^3 * 10^8$$

PG=poids des gonades (en grammes)

LF=longueur à la fourche (en mm)

Le calcul de ces IGS permet de classer le degré de maturité des albacores selon les intervalles suivants (Albaret, 1976):

- moins de 11: repos sexuel ou immaturité;
- de 11 à 16: début de maturation;
- de 16 à 30: maturation ou post-ponte;
- de 30 à 50: ponte.

#### *Détermination des modes*

Plusieurs méthodes de décomposition plurimodale sont possibles:

- la méthode de Bhattacharya (1967) modifiée par Pauly et Caddy (1985) fait partie du logiciel ELEFAN de l'ICLARM (1987). Elle permet de décomposer une distribution plurimodale en plusieurs composantes normales en passant par des différences de logarithmes des effectifs des classes;
- les méthodes du maximum de vraisemblance des logiciels MIX (MacDonald et Pitcher 1979) et MULTIFAN (Fournier et Sibert 1989) qui utilisent un procédé d'estimation statistique, où des valeurs sont attribuées aux paramètres du modèle utilisé, de sorte que les observations aient une probabilité maximale d'être obtenues par le modèle. Le meilleur ajustement est trouvé par la méthode des moindres-carrés.

Les méthodes utilisant une fonction du maximum de vraisemblance sont plus sophistiquées et plus robustes que la classique méthode de Bhattacharya, mais d'un emploi plus long et difficile. Etant donné le grand nombre d'échantillons à traiter, la méthode de Bhattacharya, qui est beaucoup plus rapide d'emploi, a été adoptée en utilisant un pas de temps mensuel.

### 3. SEX-RATIO ET REPRODUCTION

#### 3.1 Analyse du sex-ratio dans l'Atlantique est

Aucun sex-ratio n'a été calculé pour l'Atlantique Ouest: les données palan-grières n'ont en effet pas été utilisées car il apparaît clairement que certaines années seules les femelles avaient été échantillonnées.

Les mensurations historiques des senneurs 1974-1975 et des barques du Cap-Vert sont en LF, les données d'Abidjan en LD1. Le passage de LF ou LD1 étant le plus facilement réalisable, les sex-ratio par classe de taille LD1 ont été calculés (tableaux 1, 2, 3, 4).

La figure 1 montre que les sex-ratio par classe de taille des trois séries ont une bonne concordance. Un sex-ratio par taille sur l'ensemble de ces données peut donc être calculé (tableau 4, figure 2).

Sur les figures 1 et 2, on note:

- pour les classes de 35 à 39 cm de LD1 (soient les classes 124 à 140 cm de LF) une augmentation du pourcentage de femelles au-dessus de 50%: de 52 à 57% pour les données d'Abidjan, jusqu'à 67% pour les données historiques, 54 à 72% pour les îles du Cap-Vert et de 52 à 58% pour les trois séries réunies;
- au delà de la classe 39 cm de LD1, une chute brutale du pourcentage des femelles.

Cette chute de pourcentage des femelles au delà d'une certaine taille avait déjà été notée, notamment dans le Golfe de Guinée par Albaret (1976) qui avait avancé pour expliquer ces observations quatre hypothèses classiques:

- 1) une inversion sexuelle chez les individus âgés;
- 2) une croissance différentielle liée au sexe;
- 3) une mortalité naturelle plus élevée des femelles;
- 4) une capturabilité différente pour les mâles et pour les femelles, les mâles étant plus vulnérables aux engins de pêche, spécialement dans les grandes tailles, que les femelles.

Aucun cas d'intersexualité n'a été signalé, ce qui permet d'écarter l'hypothèse (1). La convergence des résultats sur la proportion des sexes dans les captures des différents engins écarte l'hypothèse (4).

L'excès des femelles des classes de taille de 35 à 39 cm de LD1 au dessus de 50% est statistiquement significatif (tableau 4) et ne semble pas être un simple artefact d'échantillonnage comme on l'admet fréquemment. Si nous retenons l'hypothèse (2), soit un  $L_{\infty}$  des femelles inférieur au  $L_{\infty}$  des mâles, cet excès de femelles peut s'expliquer par la représentation dans cette gamme de tailles de femelles de différents âges proches de leur  $L_{\infty}$  et qui ne grandissent plus. Quant à l'hypothèse (3) d'une mortalité naturelle plus élevée chez les femelles que chez les mâles, différence qui pourrait être par exemple en relation avec la ponte, elle est intuitivement compatible avec la brusque chute du pourcentage des femelles au delà de 140 cm de LF.

### 3.2 Périodes et aires de reproduction

#### 3.2.1 Résultats antérieurs

La figure 3 récapitule les zones et périodes de reproduction classiquement admises pour les albacores (FAO 1988), soit pour les albacores de surface:

- dans le Golfe de Guinée la grande saison de reproduction a lieu aux quatrième et premier trimestres (Albaret 1977);
  - au large du Sénégal et des îles du Cap-Vert une saison mineure de reproduction apparaît au deuxième et troisième trimestres (Postel 1955);
- . pour les albacores de profondeur:
- dans l'Atlantique Ouest la reproduction a lieu aux 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres (Yáñez et Barbieri 1980);
  - dans l'Atlantique Central la reproduction semble avoir lieu toute l'année (Yáñez et Barbieri 1980).

### 3.2.2 Actualisation des résultats

#### *Zones d'échantillonnages*

Les figures 4, 5 et 6 donnent les lieux de pêche des poissons échantillonnés pour le calcul des IGS. Nous ne donnons pas de carte pour les échantillonnages capverdiens, étant entendu qu'ils proviennent de la zone des îles du Cap-Vert. Les échantillons des senneurs prélevés par le CRO d'Abidjan (figure 4) de 1977 à 1988 couvrent mieux la zone du large sur l'équateur, où s'effectue depuis une dizaine d'années la majorité des prises de gros albacores par les senneurs, que les échantillons utilisés par Albaret (Albaret 1977) (figure 5).

#### *Regroupement des indices gonadosomatiques*

L'étude de Bard et Capisano (Bard et Capisano, ce volume) montre que les indices gonadosomatiques significatifs d'une période de ponte n'apparaissent que certains mois et de façon régulière au cours des années. Toutes les années ont donc été regroupées en une "année synthétique" et le pourcentage d'IGS supérieurs à 30 (c'est à dire le pourcentage de femelles estimées comme étant en ponte) a été calculé pour les poissons de plus de 110 cm de LF échantillonnés dans les captures des flottilles de surface (senneurs et lignes à main des îles du Cap-Vert) et des palangriers. Les résultats du calcul effectué uniquement sur les individus de plus de 130 cm, en ce qui concerne les palangriers, ne sont pas différents des précédents, nous ne les avons donc pas utilisés.

Pour le calcul des IGS des échantillons des pêcheries de surface, l'Atlantique Est a été divisé en cinq grandes zones (figure 7) correspondant à la saisonnalité de pêche des senneurs: Golfe de Guinée, zone Sud-Equateur, zone Nord-Equateur, large du Sénégal et îles du Cap-Vert. Pour les IGS des échantillons provenant des palangriers, la division suivante de l'Atlantique en sept zones est a été retenue (figure 7): Atlantique Nord-Ouest, Golfe du Mexique, Nord du Brésil, Sud du Brésil, Atlantique Centre, Atlantique Est (avec longitude supérieure à 5° ouest), fond du Golfe de Guinée.

### Résultats

Les tableaux 5 et 6 et la figure 8 regroupent les résultats obtenus.

#### Albacores de surface

Dans le Golfe de Guinée le pourcentage d'IGS supérieurs à 30 croît au quatrième trimestre jusqu'à 52%, reste élevé au premier trimestre puis décroît: il y a donc très vraisemblablement des pontes aux quatrième et premier trimestres.

Les deux zones Equateur présentent des pourcentages élevés d'IGS supérieurs à 30 aux quatrième et premier trimestres, suivis d'une baisse pendant le deuxième trimestre dans la zone de l'Equateur Nord. La faiblesse de l'échantillonnage au troisième trimestre ne permet pas d'avoir de réelle indication sur l'état des gonades, mais il est fort probable qu'il n'y ait pas de ponte et que la maturation des gonades ne reprenne qu'au quatrième trimestre.

Dans la zone au large du Sénégal, il y a un stade de maturation avancée au deuxième trimestre, mais on ne peut guère conclure pour les troisième et quatrième trimestres non échantillonnés.

Enfin les IGS des albacores capturés aux Iles du Cap-Vert présentent un seul pic marqué au mois d'août.

Il semble donc qu'il y ait de l'est à l'ouest de l'Atlantique Est un décalage temporel de la saison de ponte: la principale saison de reproduction dans l'ensemble du Golfe de Guinée serait aux quatrième et premier trimestres, ce qui correspond aux conclusions d'Albaret (Albaret 1976). Au large du Sénégal la reproduction serait plus tardive, deuxième trimestre. Aux îles du Cap-Vert elle aurait lieu au troisième trimestre.

#### Albacores de profondeur capturés à la palangre

A l'ouest l'échantillonnage n'a été fait qu'au nord du Brésil et cette zone ne semble présenter qu'une saison de maturation avancée au troisième trimestre, alors que deux saisons sont apparentes dans l'Atlantique Central aux premier et troisième trimestres.

Dans le Golfe de Guinée, on n'observe qu'une seule période de maturation au premier trimestre, le pic des mois d'août et septembre de la partie extérieure du golfe correspondant, en fait, à des échantillons du large du Sénégal.

Il y aurait donc une seule saison de maturation des gros albacores de profondeur au nord du Brésil (le reste de l'Atlantique Ouest n'ayant pas été échantillonné il est impossible de conclure) et à l'est, et deux au centre. Ceci n'est pas en accord avec les résultats de Yáñez et Barbieri (1980) qui ont trouvé deux saisons de ponte dans l'Atlantique Ouest. Cette différence provient de l'élimination de certains IGS moyens calculés par ces auteurs sur des échantillons très petits (figure 8c) qui doivent être considérés comme non significatifs.

### 3.2.3 Conclusion

Dans l'Atlantique Est, l'activité reproductrice des albacores semble limitée dans le temps et devrait donc engendrer des cohortes annuelles identifiables sur les histogrammes de fréquences de longueur.

Dans l'Atlantique Ouest et Central, les saisons de reproduction sont moins bien définies que ne le laissent supposer les résultats de Yáñez et Barbieri (1980): une saison dans les Caraïbes au troisième trimestre et deux dans l'Atlantique Central aux premier et troisième trimestres. En outre cette étude ne permet pas d'écarter l'hypothèse de saisons de ponte différentes dans les Caraïbes, le nord de l'Atlantique Ouest et le sud du Brésil.

### 3.3 Analyse des données de marquages-recaptures

Pour les poissons marqués et recapturés à une taille inférieure à 70 cm de LF, on note le plus souvent des accroissements faibles. Pour les poissons marqués à une longueur supérieure à 70 cm, quel que soit le laps de temps écoulé, la taille à la recapture dénote un fort accroissement. Enfin les poissons marqués à moins de 70 cm et recapturés plus d'un an après montrent un fort accroissement de longueur. Plus précisément on trouve des taux de croissance de 1.47cm/mois et 230g/mois en moyenne pour les individus de 40 à 70 cm LF et de 3.58cm/mois ou 2.2kg/mois pour les individus de plus de 70 cm LF.

Il y aurait donc une phase de croissance lente chez les juvéniles, suivie d'une phase rapide. Ceci avait déjà été décrit par Fonteneau (1980) après examen du déplacement des modes des poissons d'une longueur inférieure à 70 cm LF sur des histogrammes mensuels de fréquences de taille et les résultats des marquages-recaptures. L'actualisation des résultats des marquages-recaptures confirme donc cette hypothèse d'une croissance lente chez les juvéniles.

Dans l'hypothèse d'une croissance lente des jeunes, puis qui s'accélère lors de la maturation sexuelle, nous avons ajusté deux lois de Von Bertalanffy aux données de marquages (figure 9a): l'une pour les individus de moins de 70 cm et l'autre pour les individus adultes. Seuls les individus restés plus de 30 jours en liberté ont été considérés. Cet ajustement graphique a pour seul but de montrer l'adéquation des données de marquages-recaptures à un modèle composite possible de croissance. En effet l'ajustement de ces mêmes données de marquages-recaptures à la courbe de Von Bertalanffy déterminée par Le Guen et Sakagawa (1973) est de toute évidence inadéquat pour décrire la croissance des juvéniles (figure 9b).

Un autre résultat intéressant de ces marquages-recaptures est la mise en évidence de traversées transatlantiques (Bard et Scott, ce volume). Du fait des dates de naissance différentes des individus issus de différentes zones de ponte, ces traversées transatlantiques sont susceptibles de générer des mélanges au niveau des structures de taille des captures.

## 4. ANALYSE QUALITATIVE DES FREQUENCES DE LONGUEURS

### 4.1 Données utilisées et méthodes

Pour cet examen qualitatif nous avons identifié visuellement les modes sur les fréquences de longueurs brutes (regroupées par mois). Seuls les modes jugés parfaitement nets et indiscutables ont été retenus. Cet examen a été fait sur plusieurs sous-zones de l'Atlantique, dans le but de mettre en évidence les éventuelles homogénéités ou hétérogénéités spatio-temporelles des tailles capturées.

Nous avons ainsi examiné séparément:

- les mensurations en LD1 pondérées de la flottille de surface FIS + Espagne de 1980 à 1988 dans trois zones du Golfe de Guinée (figure 10);
- les mensurations en LF brutes des barques des îles du Cap-Vert;
- les mensurations en LF des canneurs et senneurs du Venezuela, issues de trois sources différentes: l'ORSTOM (mensurations pondérées), l'IATTC (mensurations pondérées) et le Venezuela (mensurations brutes);
- les mensurations en LF brutes et les fréquences de poids éviscéré brutes reconverties en LF des palangriers nord-américains.

Les tailles modales ont été reportées sur la figure 11 sans reconversion LD1-LF ou LF-LD1, mais en utilisant une échelle commune établie à partir de la table des correspondances entre ces deux types de longueur.

## 4.2 Résultats

### 4.2.1 Description

Les tailles modales s'étalent de 32 à 160 cm de LF. Au delà de cette taille l'identification des modes est malaisée. La position des tailles modales les unes par rapport aux autres montre:

- une homogénéité spatio-temporelle des tailles modales dans les trois zones du Golfe de Guinée: à un mois donné, les tailles des poissons capturés sont le plus souvent les mêmes dans les trois zones;
- pour un mois donné, un décalage spatial de certaines tailles modales des îles du Cap-Vert avec celles des côtes africaines, et des tailles des îles du Cap-Vert entre elles: pour les mois 9 et 11 de l'année 1985, les modes des îles du Cap-Vert sont aux mêmes longueurs que ceux des côtes africaines, mais pour les mois 2, 3 et 5 de l'année 1986, les longueurs modales capverdiennes sont intercalées entre celles des côtes africaines;
- une homogénéité spatio-temporelle des tailles modales du Vénézuéla des trois origines et un décalage spatio-temporel systématique de ces points avec ceux de l'Atlantique est, Cap-Vert compris;

- la répartition des tailles modales nord-américaines est assez confuse et ne permet pas de discerner un schéma régulier et net dans les positions mensuelles des modes.

#### 4.2.2 *Filiations modales*

Un mode de longueur moyenne  $l$  au temps  $t$ , du fait de la croissance, doit avoir une longueur moyenne  $l+dl$  au temps  $t+dt$ . Si l'on suit le déplacement spatio-temporel d'un mode il est donc possible de définir une courbe de croissance apparente.

Chaque point de la figure 11 représentant la longueur moyenne d'un mode, nous avons effectué des suivis modaux afin de déterminer des courbes de croissance et les comparer à celles antérieurement admises. L'ensemble des poissons d'un même stock issus d'une même saison de ponte constitue une cohorte. Compte tenu des connaissances sur la reproduction, ce sont en fait les différentes cohortes, que nous avons cherché à identifier sur la figure 11, et que nous avons essayé de suivre dans le temps pour définir des courbes de croissance.

#### Côtes africaines

Les plus petites longueurs modales identifiées sont autour de 32 cm de LF (11 cm de LD1) et apparaissent chaque année aux mois de mai et juin. Ces tailles modales peuvent être considérées comme la taille d'entrée des différentes cohortes dans la pêcherie de surface (recrutement), la date de naissance se situant autour du mois de janvier ceci correspond à de très jeunes individus âgés seulement de 5 à 6 mois. Le suivi spatio-temporel des cohortes à partir de leur recrutement montre que:

- l'une d'entre elles est particulièrement bien représentée dans la pêcherie et facile à suivre: il s'agit de la cohorte recrutée en mai 1983. Une seule cohorte principale entrant dans la pêcherie chaque année, cette cohorte sera désignée par la suite sous le terme de cohorte 1983. Le suivi de cette cohorte conduit à une courbe de croissance en sigmoïde fortement aplatie au départ, correspondant à la croissance lente des juvéniles. Cette courbe est en accord avec celles établies antérieurement par Fonteneau (1980) et Bard (1984).
- les autres cohortes sont moins nettes, mais semblent suivre assez bien la courbe de croissance de la cohorte 1983. La cohorte 1983 va nous servir de courbe de référence.

#### Les îles du Cap-Vert

Le suivi des modes des îles du Cap-Vert est assez difficile et cela pour plusieurs raisons:

- nous n'avons identifié qu'un petit nombre de modes;
- il y a deux séries de tailles modales distinctes: certaines tailles sont identiques à celles du Golfe de Guinée et d'autres sont différentes. Ces deux séries semblent être décalées d'un trimestre au moins.

De fait, si nous avons admis qu'une partie des poissons capturés suit la courbe de référence de 1983, il nous est impossible de déterminer la courbe de croissance de la deuxième série.

### L'Atlantique Ouest

La première taille modale identifiée étant autour de 54 cm de LF (17 cm de LD1), nous ne pouvons rien affirmer sur la croissance des poissons inférieurs à cette longueur; les plus gros albacores semblent suivre la courbe de croissance de référence de l'Atlantique Est avec un décalage de quelques mois.

#### 4.2.3 Discussion

La courbe de croissance de la cohorte 1983 a une forme de sigmoïde très aplatie au départ, qui après un point d'inflexion autour de la longueur 70 cm, prend l'allure d'une courbe de Von Bertalanffy. Ceci s'accorde bien avec les résultats de marquages-recaptures et les hypothèses de Fonteneau (Fonteneau 1980): croissance ralentie des juvéniles et rapide des adultes, la croissance des adultes est bien décrite par une courbe de Von Bertalanffy, contrairement à celle des juvéniles.

Les cohortes des côtes africaines, qui sont recrutées au deuxième trimestre, sont certainement issues de la ponte du Golfe de Guinée aux quatrième et premier trimestres. Ces prérecrues auraient une croissance cryptique très rapide puisque trois ou quatre mois plus tard elles entrent dans la pêcherie autour de 40 cm de LF. Les poissons pêchés au large du Cap-Vert proviennent vraisemblablement de deux périodes et aires de ponte distinctes: la ponte du Golfe de Guinée et celle entre le Sénégal et les îles du Cap-Vert aux deuxième et troisième trimestres, qui génèrerait les modes décalés d'au moins un trimestre des modes du Golfe de Guinée. Le peu de tailles modales de cette deuxième cohorte et son mélange avec la cohorte principale ne permettent pas cependant de tracer une courbe de croissance.

Quant à l'Atlantique Ouest, les doutes persistent sur les individus de moins de 54 cm de LF, mais les individus de 54 à 70 cm de LF semblent avoir eux aussi une croissance lente, alors que les individus plus grands suivent une courbe de croissance voisine de celle des albacores issus de la ponte du Golfe de Guinée, avec simplement un décalage de quelques mois. Ces cohortes sont certainement générées par la ponte des Caraïbes au troisième trimestre. Ceci concorde bien avec les résultats de Pagavino *et al.* (1989) qui obtiennent une croissance lente pour les juvéniles, puis rapide pour les individus de taille supérieure à 70 cm de LF, croissance comparable à celle des albacores de l'Atlantique Est.

Ces résultats sont donc en accord avec les résultats antérieurs sur la reproduction et la croissance. Quelques points restent cependant obscurs: la croissance d'une fraction du stock exploité aux îles du Cap-Vert et la croissance des individus de plus de 150 cm de LF, taille au delà de laquelle nous n'avons visuellement identifié aucun mode. L'individualisation particulièrement bonne de la cohorte 1983 permet de supposer qu'une analyse quantitative de cette cohorte pourrait donner de bons résultats, surtout pour l'identification des modes des gros individus. D'une manière générale, une analyse mathématique des fréquences de longueur s'avère à présent indispensable pour préciser les résultats, notamment en ce qui concerne les écarts-type des modes et leur importance respective.

## 5. ANALYSE QUANTITATIVE

### 5.1 Suivi de la cohorte 1983

L'idée était de suivre uniquement la cohorte 1983 le plus longtemps possible, à partir de son recrutement en mai 1983. La courbe de croissance de référence obtenue précédemment nous a permis de situer a priori les modes de la cohorte 1983 sur les histogrammes et de ne pas tenir compte des autres modes.

Nous avons pratiqué cette décomposition sur les mensurations (en LD1) pondérées des flottilles de surface, échantillonnées à Dakar et à Abidjan, en employant la méthode de Bhattacharya.

La croissance différentielle des mâles et des femelles, supposée précédemment, entraîne certainement des chevauchements de modes de mâles et de modes de femelles. Nous avons donc tenté d'analyser séparément les fréquences de longueur des deux sexes. Pour cela nous avons multiplié les fréquences de longueur des différentes classes par des sex-ratio moyens calculés de la manière suivante:

- de 10 à 27 cm de LD1 (soit 30 à 92 cm de LF) 0.5 pour les femelles et 0.5 pour les mâles;
- au delà de 27 cm de LD1, les sex-ratio obtenus en combinant les données d'Abidjan, des îles du Cap-Vert et d'Albaret (voir paragraphe 3.1).

Jusqu'à 40 cm de LD1, le suivi des modes est facile mais au-delà, pour les femelles comme pour les mâles, la décomposition modale s'avère tout aussi difficile que précédemment. Ceci peut avoir plusieurs causes:

- le ralentissement de croissance des individus proches de leur  $L_{\infty}$ : ceci entraîne la présence de plusieurs âges à une taille donnée;
- le mélange d'albacores adultes nés à des dates différentes qui, à une taille donnée, n'ont pas le même âge. Ceci est par exemple le cas du fait des migrations d'adultes originaires de l'Atlantique Ouest dans le Golfe de Guinée, telles que les récentes recaptures d'albacores marqués le montrent;
- les sex-ratio utilisés ne sont pas des sex-ratio réels des captures, mais une moyenne "historique".

L'isolement de la cohorte 1983 et la séparation des sexes semblaient à priori intéressants pour les grandes tailles mais n'ont, dans la pratique, nullement amélioré la décomposition modale au delà de 40 cm de LD1, d'autres causes que le mélange des sexes créant des difficultés. Il nous a donc semblé préférable de revenir à une décomposition plurimodale classique, sans faire d'a priori sur la localisation spatio-temporelle des modes, sur les mensurations, tous sexes confondus, des différentes flottilles de l'Atlantique. Cette analyse pourrait, entre autre, confirmer ou infirmer les résultats de l'analyse quantitative.

## 5.2 Décomposition plurimodale et suivi modal

Nous avons effectué les décompositions plurimodales sur les mensurations en LD1 et en LF utilisées dans l'analyse qualitative et sur les mensurations en LF brutes des palangriers du Brésil pour les années 1970 à 1974. Pour le suivi des cohortes les mêmes principes que lors de l'analyse qualitative ont été appliqués.

### 5.2.1 Résultats

Les figures 12, 13, 14, 15 et 16 présentent les longueurs modales, les écarts-type des modes par rapport à ces moyennes et l'effectif théorique attribué à chaque mode. Ces deux derniers paramètres nous ont permis de choisir avec davantage de précision les modes par lesquels passaient vraisemblablement les courbes de croissance des différentes cohortes.

#### Côtes africaines

La plus petite et la plus grande taille modale identifiées sont respectivement autour de 36 et 154 cm de LF (figure 12).

L'identification des modes au delà de 160 cm de LF reste très délicate et non fiable.

Comme lors de l'analyse qualitative, une seule cohorte principale par an est le plus souvent visible et celle de 1983 est particulièrement bien individualisée. Sa courbe de croissance, qui a toujours une forme de sigmoïde très aplatie au départ, s'applique assez bien aux autres cohortes. Les cohortes 1984 et 1985 sont mal identifiées, très rapidement difficiles à suivre et leurs modes s'écartent de part et d'autre de la courbe de croissance de la cohorte 1983.

Le recrutement s'effectue autour de 40 cm de LF aux mois de mai et juin, il s'agit des individus issus de la ponte principale du Golfe de Guinée aux quatrième et premier trimestres. L'identification d'une seule cohorte annuelle indique que les albacores issus de la ponte du large du Sénégal, s'ils sont présents dans les prises le long des côtes africaines, n'en constituent qu'une faible part.

## Iles du Cap-Vert

Aucune cohorte ne s'individualise vraiment sur les trois années, le suivi des modes est très difficile et nous n'avons tracé aucune courbe de croissance (figure 13). Le mélange dans cette pêcherie d'individus issus de zones et de saisons de pontes différentes se confirmerait, mais la figure 13 ne permet pas de voir si l'une de ces saisons de ponte est celle du Golfe de Guinée comme nous l'avions supposé précédemment.

## Atlantique ouest

- Vénézuéla (figure 14): une seule cohorte apparaît par an ce qui confirme l'hypothèse d'une seule saison de ponte par an dans les Caraïbes.

Bien que nous n'ayons que deux années à notre disposition, il semble que la courbe de croissance des albacores de cette zone soit identique, au moins pour les individus supérieurs à 50 cm de LF, à celle des albacores de l'Atlantique Est avec un décalage de trois mois: le recrutement se ferait aux mois de février et mars (figure 17). Encore une fois, ceci concorde avec le décalage temporel de la reproduction entre l'est et les Caraïbes.

- Sud Brésil (figure 15): une seule cohorte apparaît par an, identifiée à partir de 80 cm de LF. La courbe de croissance de cette cohorte diffère de celle des albacores de l'est et des Caraïbes (figure 17) ce qui est en accord avec les résultats de Gaertner (ce volume).
- USA (figure 16): une seule année est disponible et rien ne se dégage pour les trois zones Caraïbes, Nord-Ouest Atlantique et Golfe du Mexique.

### 5.3 Décomposition taille-âge

L'un des buts de cette analyse de fréquences de longueurs était d'établir une méthode de décomposition taille-âge meilleure que le découpage taille-âge utilisé jusqu'à présent. Du fait de la difficulté de faire une décomposition sur toutes les fréquences avec les méthodes de Bhattacharya ou d'Hasselblad (Hasselblad 1966), nous avons choisi de réaliser comme précédemment un découpage. Le pas de temps de ce découpage est fixé mensuellement, et non plus trimestriellement comme dans celui précédemment utilisé, et ses limites mensuelles des tailles entre âges sont établies à partir des résultats de l'analyse quantitative précédente.

#### Résultats

La figure 12 et le tableau 7 montrent les limites que nous avons choisies pour séparer les différentes cohortes dans l'Atlantique Est. Pour déterminer ces limites, nous avons simplement tracé la courbe de croissance identifiée visuellement entre les différentes cohortes. Pour établir une correspondance âge-taille au delà de 150

cm de LF, la courbe de croissance, et donc les limites, a été extrapolée à partir de la loi de Von Bertalanffy établie par Le Guen et Sakagawa (1973).

Le même découpage a été appliqué pour l'Atlantique Ouest avec un décalage de trois mois (figure 14, tableau 8), en tenant compte du fait que les prises de la pêcherie du Vénézuéla sont dominantes dans ce secteur et en faisant donc le découpage sur les données de cette flottille.

Ce découpage mensuel, outre qu'il est plus fin que l'ancien, est mieux adapté aux pêcheries actuelles.

Il n'est cependant pas sans défaut: au fur et à mesure que les cohortes vieillissent, il y a un lissage intercohortes des captures dû à la méthode des limites fixes qui est probablement assez bonne pour les jeunes, mais qui devient de plus en plus mauvaise avec l'âge. Par exemple pour les faibles cohortes 1984 et 1985, ce découpage entraîne une contamination interclasse des captures: certains albacores de l'importante cohorte 1983 sont attribués probablement à tort à la faible cohorte 1984. Le même phénomène de contamination s'effectue sans doute de la cohorte 1985 par la cohorte 1986.

## CONCLUSION

Les deux saisons principales de ponte, quatrième et premier trimestres dans le Golfe de Guinée et troisième trimestre dans les Caraïbes, engendrent des cohortes qui suivent la même courbe de croissance simplement décalée de trois mois.

Cette croissance est à deux phases, lente chez les juvéniles puis rapide chez les adultes, ce qui est conforme aux études antérieures. Un nouveau découpage taille-âge a toutefois été établi pour ces deux zones: ce découpage est mieux adapté à la pêcherie actuelle sur les différentes zones de l'Atlantique que celui antérieurement utilisé. Il n'est cependant pas parfait du fait des limites taille-âge fixes qui entraînent un lissage intercohortes à mesure que les cohortes vieillissent. Ceci pourra entre autre causer des problèmes dans les analyses de cohortes du fait des faibles cohortes 1984 et 1985, mal définies par ce découpage taille-âge.

De plus, il faut garder à l'esprit que la croissance des albacores de plus de 150 cm de LF n'a pas pu être mieux évaluée par l'étude, et que la croissance des albacores issus de la saison de ponte mineure des îles du Cap-Vert reste aussi problématique. Ceci est peut-être dû aux migrations transatlantiques mises en évidence récemment et qui sont à l'origine de mélanges de fractions de stocks d'albacore.

## LITTÉRATURE CITÉE

- Albaret, J. J., 1976. Maturité sexuelle, fécondité, sex-ratio de l'albacore (*Thunnus albacares*) (Bonnaterre) du Golfe de Guinée; résultats préliminaires. ICCAT Rec. Doc. Sci. V(1):86-93.
- Albaret, J. J., 1977. La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le Golfe de Guinée. Cah ORSTOM (Ser. Océanogr.), 15(4):389-419.

- Bard, F. X. 1984a. Aspect de la croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) à partir des marquages. ICCAT Col. Vol. XXI(2):108-114.
- Bard, F. X. 1984b. Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) Atlantique, d'après les données des marquages. ICCAT Col. Vol. XX(1):104-116.
- Bard, F. X. et C. Capisano, 1991. Actualisation des connaissances sur la reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) en Océan Atlantique. Ce volume.
- Bard, F. X. et E. L. Scott, 1991. Sept traversées transatlantiques d'albacores marqués. Thons migrateurs ou sédentaires? Ce volume.
- Bhattacharya, C. G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. Biometrics, 23(1):115-135.
- Cayré, P., J. B. Amon Kothias, J. M. Stretta et T. Diouf, 1986. Biologie des thons. In A. Fonteneau et J. Marcille, Eds., Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique centre-est. FAO, Doc. Tech. Pêches n°292.
- Davis, K. 1991. Length-weight Relationships for Western North Atlantic Yellowfin Tuna. Ce volume.
- Fonteneau A., 1980. Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique est. ICCAT Rec. Doc. Sci. IX(1):152-68
- Fonteneau, A., 1982. Dynamique de la population d'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Océan Atlantique. Thèse Doctorat, Université Paris VI:324 p.
- Fonteneau, A., 1989. Note sur les problèmes d'extrapolation et de substitutions de strates pour l'albacore (*Thunnus albacares*) capturés par les senneurs FIS et espagnols. ICCAT Rec. Doc. Sci. XXIX:57-70.
- Fonteneau, A. and W. H. Lenarz, 1974. Cohort Analysis of the Eastern Atlantic Fishery for Yellowfin Tuna. ICCAT Rec. Doc. Sci., II:57-77.
- Fonteneau, A. et J. Marcille, 1988. Ressource, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique centre est. FAO Doc Tech sur les pêches N°292:391 p.
- Fournier, D. and J. Sibert, 1989. MULTIFAN, A Likelihood Method for Estimating Growth Parameters and Age Composition from Multiple Length Frequency Samples with an Application to Southern Bluefin Tuna (*Thunnus maccoyi*). Otter Software, P.O. Box 265, Nanaimo, Canada.
- Gaertner, D. et M. Pagavino, 1991. Observations sur la croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans l'Atlantique ouest. Ce volume.

- Hasselblad, V., 1966. Estimation of Parameters for a Mixture of Normal Distributions. *Technometrics*, 8:431-444.
- Le Guen, J. C., et G. T. Sakagawa, 1973. Apparent Growth of Yellowfin Tuna from the Eastern Atlantic Ocean. *Fish. Bull. NOAA/NMFS*, 71:175-87.
- MacDonald, P. and T. Pitcher, 1979. Age Groups from Size Frequency Data: A Versatile and Efficient Method for Analyzing Distribution Mixtures. *Journal of the Fish. Res. Board Canada* 36:987-1001.
- Pagavino, M., D. Gaertner, C. Castillo, 1989. Resultados preliminares sobre el crecimiento de *Thunnus albacares* en el Mar Caribe. *ICCAT Rec. Doc. Sci.*30: 159-162.
- Pauly, D. and J. Caddy, 1985. A modification of Battacharya's method for the analysis of mixtures of normal distributions. *FAO Fish. Circ.* (781):16p.
- Postel, 1955. Contribution à l'étude de la biologie de quelques Scombridés de l'Atlantique tropico-oriental. *Ann. Stat. Océanog. Salambo*, n° 10.
- Yáñez, R.E. et M.A. Barbieri, 1980. Analyse de la prise par unité d'effort "saisonnière" et de l'évolution de l'indice gonado-somatique de la pêche palangrière (1956-77) et de surface (1969-78) du yellowfin (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique. *ICCAT Rec. Doc. Sci.* IX(1):76-91.

Tableau 1. Sex-ratio des albacores capturés par les senneurs et échantillonnés à Abidjan de 1977 à 1988.

Table 1. Sex-ratio of yellowfin caught by purse seiners and sampled in Abidjan from 1977 to 1988.

CLASSE	NOMBRE DE FEMELLES	NOMBRE DE MALES	NOMBRE TOTAL	POURCENTAGE DE FEMELLES	POURCENTAGE DE MALES
18.0	1	1	2	50.0	50.0
20.0	1	0	1	100.0	0.0
21.0	2	3	5	40.0	60.0
22.0	4	1	5	80.0	20.0
23.0	7	7	14	50.0	50.0
24.0	5	8	13	38.0	62.0
25.0	4	3	7	57.0	43.0
26.0	4	6	10	40.0	60.0
27.0	13	12	25	52.0	48.0
28.0	16	25	41	40.0	60.0
29.0	11	15	26	43.0	57.0
30.0	23	20	43	54.0	46.0
31.0	16	22	38	43.0	57.0
32.0	30	26	56	54.0	46.0
33.0	63	65	128	49.0	51.0
34.0	104	102	206	50.0	50.0
35.0	197	180	377	52.0	48.0
35.5	185	172	357	52.0	48.0
36.0	281	257	538	52.0	48.0
36.5	291	213	504	57.0	43.0
37.0	420	319	739	57.0	43.0
37.5	419	342	761	56.0	44.0
38.0	637	496	1133	57.0	43.0
38.5	524	452	976	54.0	46.0
39.0	634	589	1223	52.0	48.0
39.5	462	445	907	50.0	50.0
40.0	423	589	1012	42.0	58.0
40.5	258	418	676	38.0	62.0
41.0	225	449	674	34.0	66.0
41.5	96	300	396	24.0	76.0
42.0	81	301	382	22.0	78.0
42.5	34	183	217	15.0	85.0
43.0	27	160	187	14.0	86.0
43.5	13	77	90	14.0	86.0
44.0	3	63	66	4.0	96.0
44.5	1	32	33	4.0	96.0
45.0	2	27	29	6.0	94.0
45.5	3	14	17	17.0	83.0
46.0	0	9	9	0.0	100.0
46.5	2	8	10	20.0	80.0
47.0	0	3	3	0.0	100.0
48.0	0	1	1	0.0	100.0
<b>TOTAL</b>	<b>5522</b>	<b>6415</b>	<b>11937</b>	<b>46.0</b>	<b>53.0</b>

Tableau 2. Sex-ratio des albacores capturés par les senneurs de 1974 à 1976 et utilisés par Albaret (Albaret 1977).

Table 2. Sex-ratio of yellowfin caught by purse seiners from 1974 to 1976 and used by Albaret (Albaret 1977).

CLASSE	NOMBRE DE FEMELLES	NOMBRE DE MALES	NOMBRE TOTAL	POURCENTAGE DE FEMELLES	POURCENTAGE DE MALES
20.0	1	0	1	100.0	0.0
21.0	0	1	1	0.0	100.0
22.0	3	0	3	100.0	0.0
23.0	1	3	4	25.0	75.0
24.0	2	0	2	100.0	0.0
25.0	5	9	14	36.0	64.0
26.0	4	5	9	44.0	56.0
27.0	3	3	6	50.0	50.0
28.0	1	4	5	20.0	80.0
29.0	4	3	7	57.0	43.0
30.0	7	3	10	70.0	30.0
31.0	6	8	14	43.0	57.0
32.0	6	13	19	32.0	68.0
33.0	11	13	24	46.0	54.0
34.0	15	22	37	40.0	60.0
35.0	20	14	34	58.0	42.0
35.5	7	16	23	31.0	69.0
36.0	19	9	28	67.0	33.0
36.5	5	21	26	20.0	80.0
37.0	17	20	37	45.0	56.0
37.5	12	10	22	55.0	45.0
38.0	21	15	36	58.0	42.0
38.5	25	29	54	47.0	53.0
39.0	22	18	40	56.0	45.0
39.5	8	7	15	54.0	46.0
40.0	36	27	63	58.0	42.0
40.5	25	29	54	46.0	54.0
41.0	20	42	62	32.0	68.0
41.5	16	25	41	39.0	61.0
42.0	8	37	45	18.0	82.0
42.5	10	35	45	23.0	77.0
43.0	7	42	49	15.0	85.0
43.5	3	14	17	17.0	83.0
44.0	4	20	24	16.0	84.0
44.5	1	8	9	12.0	88.0
45.0	2	11	13	15.0	85.0
45.5	1	7	8	12.0	88.0
46.0	0	14	14	0.0	100.0
46.5	0	6	6	0.0	100.0
47.0	0	3	3	0.0	100.0
47.5	0	5	5	0.0	100.0
48.0	1	0	1	100.0	0.0
49.5	0	1	1	0.0	100.0
<b>TOTAL</b>	<b>359</b>	<b>572</b>	<b>931</b>	<b>38.0</b>	<b>61.0</b>

Tableau 3. Sex-ratio des albacores capturés par les barques des îles du Cap-Vert de 1986 à 1988.

Table 3. Sex-ratio of yellowfin caught by Cape Verdian small boats from 1986 to 1988.

CLASSE	NOMBRE DE FEMELLES	NOMBRE DE MALES	NOMBRE TOTAL	POURCENTAGE DE FEMELLES	POURCENTAGE DE MALES
26.0	4	3	7	57.0	43.0
27.0	13	15	28	46.0	54.0
28.0	22	18	40	55.0	45.0
29.0	22	33	55	40.0	60.0
30.0	24	43	67	35.0	65.0
31.0	45	38	83	54.0	46.0
32.0	32	40	72	44.0	56.0
33.0	56	47	103	54.0	46.0
34.0	92	101	193	48.0	52.0
35.0	57	48	105	54.0	46.0
35.5	54	35	89	60.0	40.0
36.0	33	27	60	55.0	45.0
36.5	30	14	44	68.0	32.0
37.0	27	16	43	62.0	38.0
37.5	17	12	29	58.0	42.0
38.0	12	13	25	48.0	52.0
38.5	8	3	11	72.0	28.0
39.0	3	6	9	34.0	66.0
39.5	3	8	11	28.0	72.0
40.0	2	5	7	28.0	72.0
40.5	0	5	5	0.0	100.0
41.0	1	3	4	25.0	75.0
42.0	1	3	4	25.0	75.0
42.5	2	5	7	28.0	72.0
43.0	1	1	2	50.0	50.0
43.5	1	1	2	50.0	50.0
44.0	0	1	1	0.0	100.0
44.5	0	1	1	0.0	100.0
45.0	0	2	2	0.0	100.0
46.5	0	1	1	0.0	100.0
<b>TOTAL</b>	<b>562</b>	<b>548</b>	<b>1110</b>	<b>50.0</b>	<b>49.0</b>

Tableau 4. Sex-ratio moyen des albacores capturés par les senneurs et les barques des îles du Cap-Vert (\* pour les  $X^2$  significatifs d'une différence entre le sex-ratio théorique de 1 et le sex-ratio observé).

Table 4. Average sex-ratio of yellowfin caught by purse seiners and Cape Verdian small boats (\* for the  $X^2$  indicative of a difference between the theoretical sex-ratio of 1 and the observed sex-ratio).

CLASSE DE TAILLE LD1	NBRE FEMELLES	NBRE MALES	SEX-RATIO	$X^2$
25	9	11	1.22	0.20
26	12	14	1.16	0.15
27	29	30	1.03	0.00
28	39	47	1.20	0.74
29	37	51	1.38	2.23
30	54	66	1.22	1.20
31	67	68	1.01	0.00
32	68	79	1.16	0.68
33	130	127	1.98	0.01
34	211	225	1.07	0.45
35	274	242	0.88	2.00
35.5	246	223	0.90	1.00
36	333	293	0.88	2.50
36.5	326	248	0.76	10.60*
37	464	355	0.76	14.20*
37.5	448	364	0.81	8.70*
38	670	524	0.78	17.90*
38.5	562	484	0.86	5.80*
39	659	613	0.93	1.60
39.5	473	460	0.97	0.20
40	461	621	1.35	23.60*
40.5	283	452	1.60	38.40*
41	246	494	2.00	83.10*
41.5	112	325	2.90	103.00*
42	90	341	3.79	147.00*
42.5	46	223	4.85	117.30*
43	85	203	2.39	118.60*
43.5	17	92	5.41	50.60*
44	7	84	12.00	66.00*
44.5	2	41	20.50	34.40*
45	4	39	9.75	27.60*
45.5	4	21	5.25	10.60*
46	0	24	-	24.00*
46.5	2	14	7.00	9.00*
47	0	6	-	6.00

Tableau 5. Pourcentage d'IGS supérieurs à 30 pour les albacores capturés par les flottilles de surface (albacores de plus de 1.10 mètre).

Table 5. Percentage of gonad indices over 30 for yellowfin caught by surface fleets (yellowfin over 1.10 m).

	1		2		3		4		5	
	NBRE	%	NBRE	%	NBRE	%	NBRE	%	NBRE	%
1	0	0	135	50	38	55	181	43	14	0
2	0	0	118	47	176	38	108	35	28	0
3	32	28	116	22	259	38	69	35	20	0
4	23	48	83	14	151	23	82	16	37	0
5	89	36	66	20	18	39	0	0	40	0
6	80	32	0	0	0	0	35	3	68	2
7	0	0	0	0	0	0	15	5	52	6
8	0	0	16	0	0	0	50	28	50	44
9	0	0	18	0	0	0	40	15	58	29
10	0	0	17	47	0	0	65	47	43	5
11	0	0	230	18	0	0	27	22	35	0
12	0	0	78	37	0	0	97	52	20	0

1 = Atlantique Centre      2 = Equateur Nord      3 = Equateur Sud  
 4 = Golfe de Guinée      5 = Cap-Vert

Tableau 6. Pourcentages d'IGS supérieurs à 30 pour les albacores capturés par les flottilles de palangriers (albacores de plus de 1.40 mètre).

Table 6. Percentage of gonad indices over 30 for yellowfin caught by long-line fleets (yellowfin over 1.40 m).

	1		2		3		4	
	NBRE	%	NBRE	%	NBRE	%	NBRE	%
1	4	0	46	0	172	0	21	0
2	4	25	16	69	283	13	3	0
3	0	0	64	34	231	29	307	9
4	8	13	59	49	87	11	3	0
5	12	0	0	0	0	0	17	0
6	63	0	40	0	0	0	0	0
7	0	0	24	0	0	0	0	0
8	194	42	2	0	14	21	0	0
9	176	52	146	35	23	30	0	0
10	480	3	20	15	0	0	29	0
11	64	0	18	0	37	0	0	0
12	0	0	9	0	209	0	0	0

1 = Nord du Brésil      3 = Atlantique Est  
 2 = Atlantiques Centre      4 = Fond du Golfe de Guinée

Tableau 7. Limites mensuelles des tailles (en centimètres de LF) utilisées pour le calcul des prises par âges dans la zone Atlantique est.

Table 7. Monthly size limits (FL in centimeters) used in the calculation of catches by age in the eastern Atlantic area.

AGE MOIS	0	1	2	3	4	5+
1	-	36- 57.9	58-107.9	108-137.9	138-153.9	154-200
2	-	36- 59.9	60-111.9	112-139.9	140-155.9	156-200
3		36- 63.9	64-115.9	116-139.9	140-157.9	158-200
4		44- 67.9	68-119.9	120-141.9	142-159.9	160-200
5	30-45.9	46- 71.9	72-121.9	122-143.9	144-159.9	160-200
6	30-45.9	46- 75.9	76-123.9	124-145.9	146-161.9	162-200
7	30-47.9	48- 79.9	80-127.9	128-147.9	148-161.9	162-200
8	30-47.9	48- 85.9	86-129.9	130-149.9	150-163.9	164-200
9	30-49.0	50- 91.9	92-131.9	132-151.9	152-163.9	164-200
10	30-51.9	51- 95.9	96-133.9	134-151.9	152-165.9	166-200
11	30-52.9	54- 99.9	100-137.9	138-151.9	152-167.9	166-200
12	30-54.9	56-103.9	104-139.9	140-153.9	154-169.9	170-200

Tableau 8. Limites mensuelles des tailles (en centimètres de LF) utilisées pour le calcul des prises par âge dans la zone Atlantique Ouest.

Table 8. Monthly size limits (in centimeters of FL) used in the calculation of catches by age in the western Atlantic area.

AGE	1	2	3	4	5
MOIS					
1	-	44 - 68	70 - 118	120 - 140	142 - 200
2	-	46 - 72	74 - 124	126 - 142	144 - 200
3	36 - 44	46 - 76	78 - 126	128 - 144	146 - 200
4	36 - 46	48 - 80	82 - 128	130 - 146	148 - 200
5	38 - 48	50 - 86	88 - 130	132 - 146	148 - 200
6	38 - 48	50 - 92	94 - 132	134 - 148	150 - 200
7	38 - 50	52 - 96	98 - 134	136 - 150	152 - 200
8	38 - 52	54 - 100	102 - 136	138 - 150	152 - 200
9	38 - 54	56 - 104	106 - 138	140 - 152	154 - 200
10	38 - 58	60 - 108	110 - 140	142 - 152	154 - 200
11	40 - 62	64 - 112	114 - 140	142 - 154	156 - 200
12	40 - 64	66 - 116	118 - 142	144 - 154	156 - 200

ICCAT: YYP

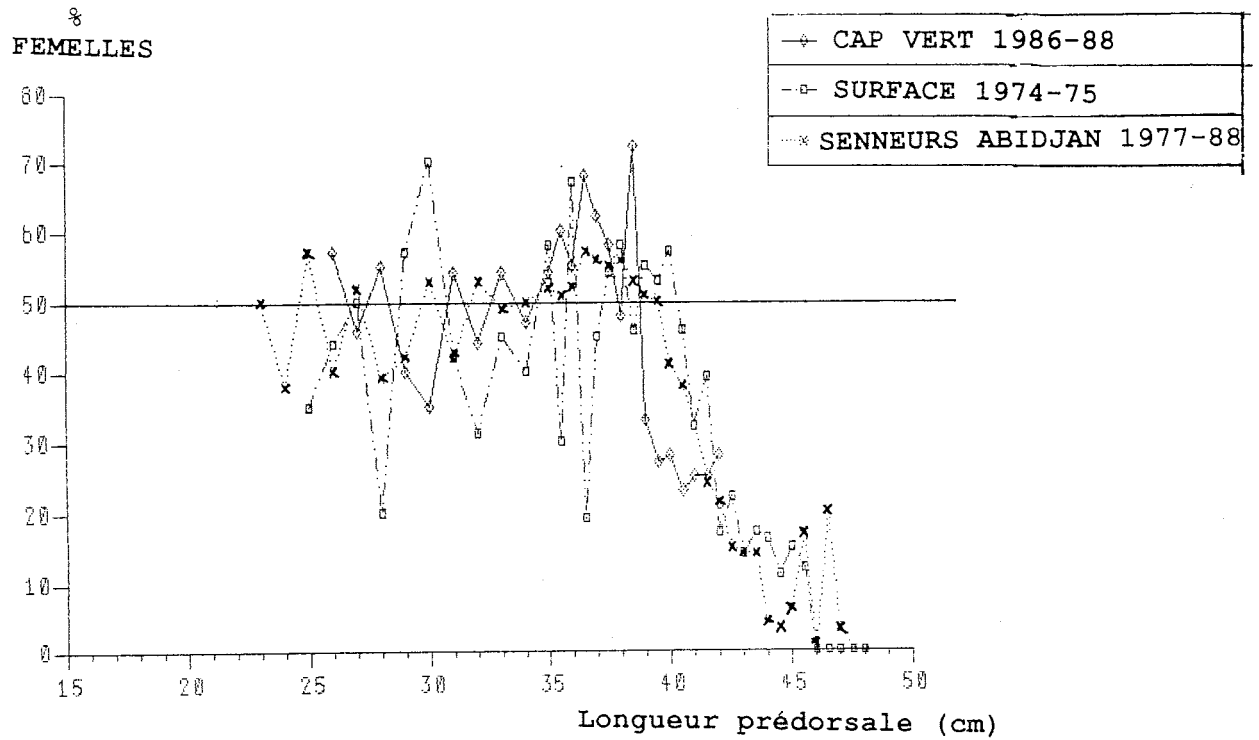


Fig. 1. Pourcentage d'albacore femelles dans les captures de plusieurs flottilles opérant dans l'Atlantique Est.  
Fig. 1. Percentage of female yellowfin in the catches of several fleets operating in the eastern Atlantic.

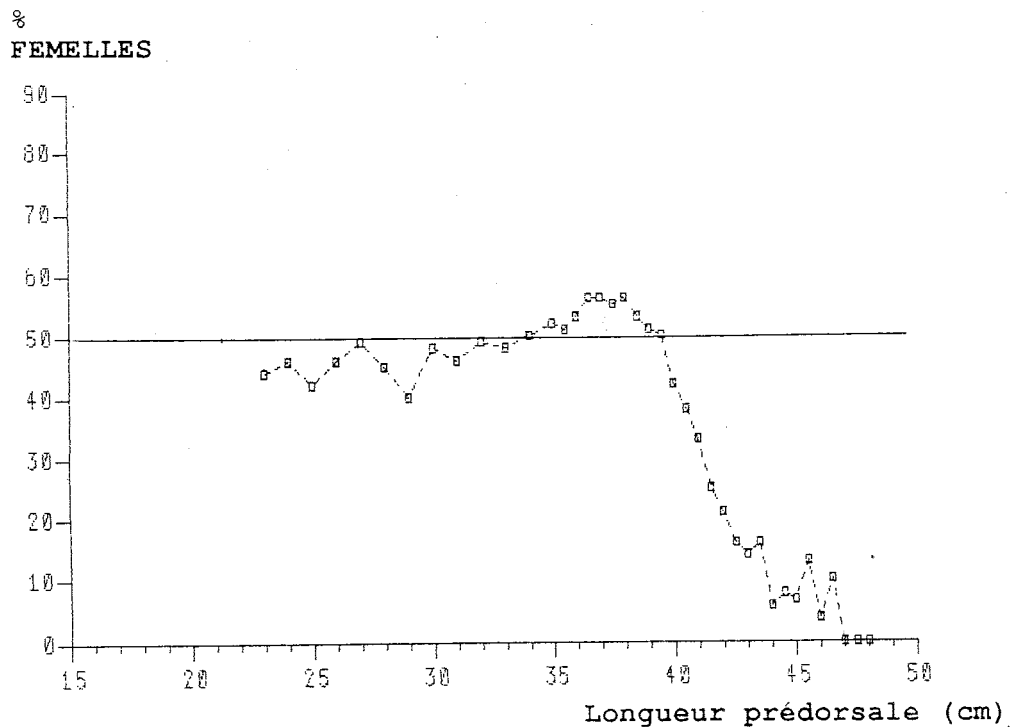


Fig. 2. Pourcentage moyen (1974 à 1988) d'albacores femelles dans les captures de l'Atlantique Est.  
Fig. 2. Average percentage (1974 to 1988) of female yellowfin in the eastern Atlantic catches.

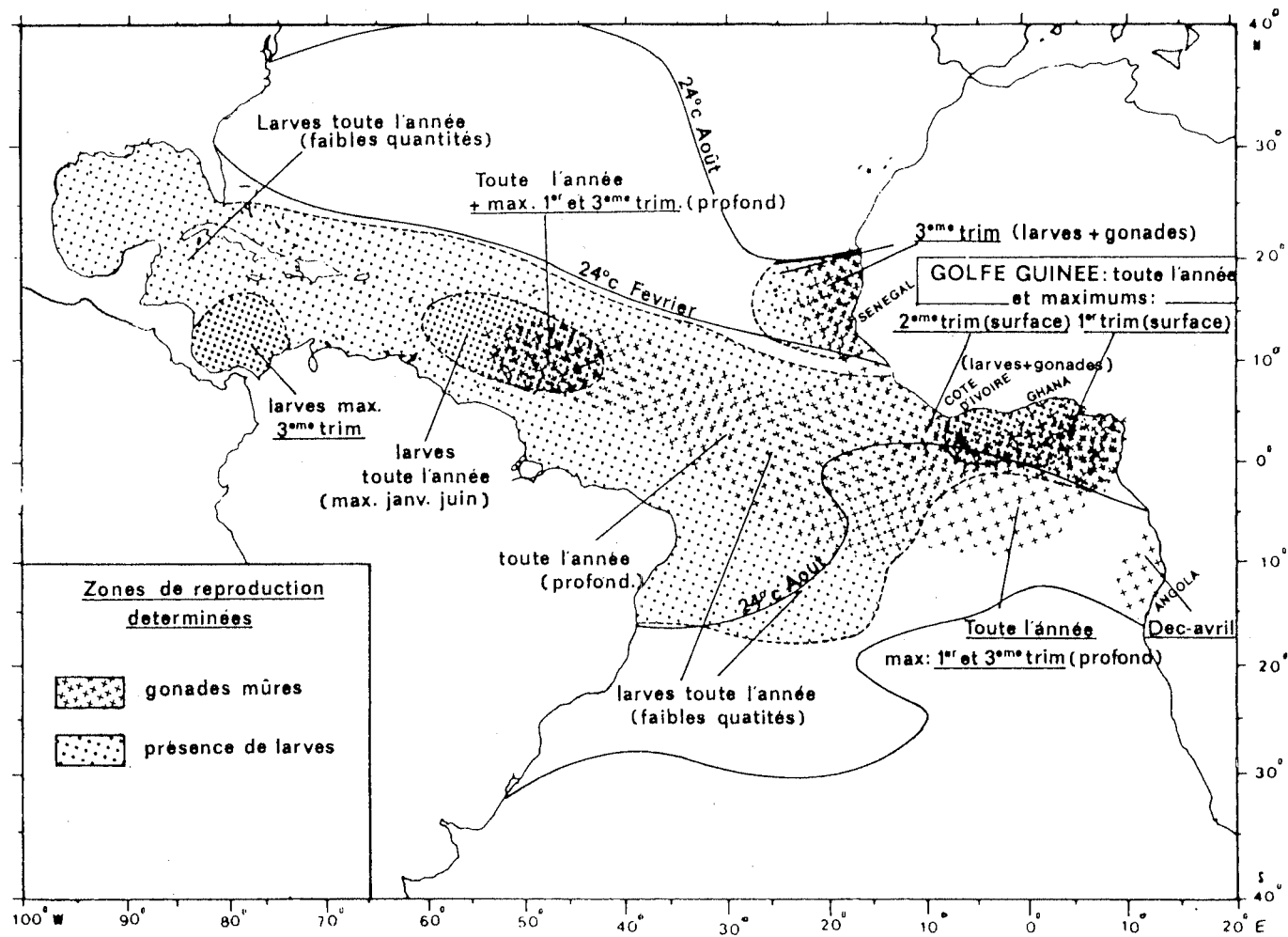


Fig. 3. Distribution spatio temporelle de la reproduction de l'albacore dans l'Atlantique (repris de Cayré et al. 1986).

Fig. 3. Time-area distribution of yellowfin reproduction in the Atlantic (taken from Cayré et al., 1986).

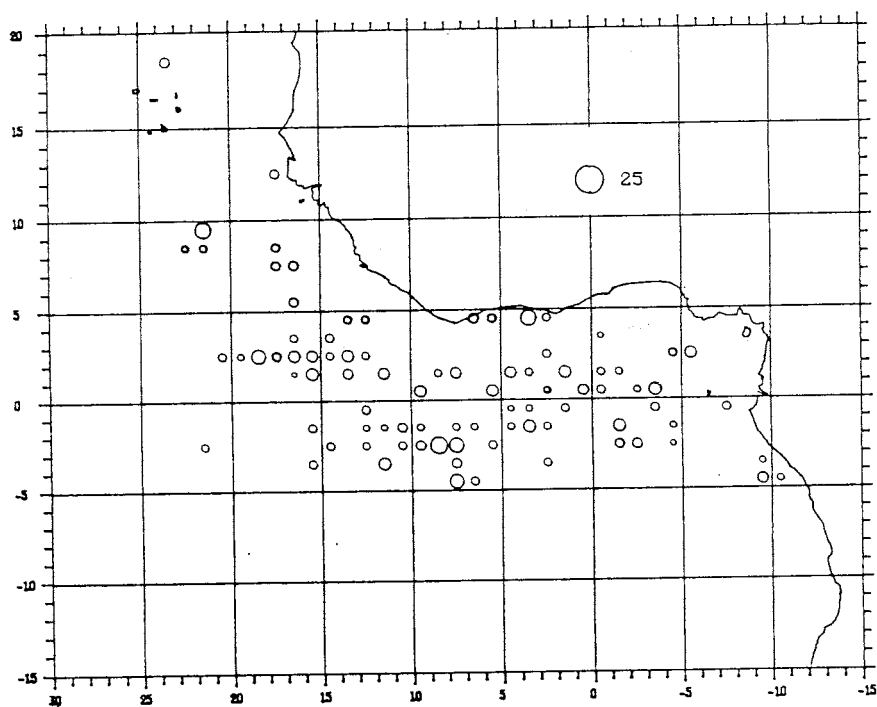


Fig. 4. Répartition géographique des échantillons d'albacore capturés par les senneurs de 1977 à 1988 dans l'Atlantique Est et utilisés dans l'étude de la reproduction.

Fig. 4. Geographic distribution of yellowfin samples caught by purse seiners from 1977 to 1988 in the eastern Atlantic and used in the study on reproduction.

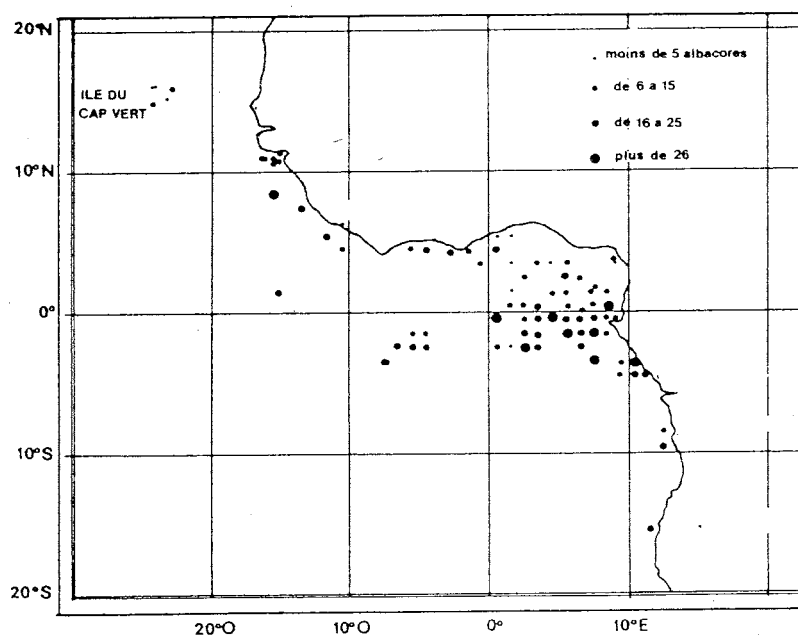


Fig. 5. Répartition géographique des échantillons d'albacore capturés par les senneurs de 1974 à 1975 dans l'Atlantique Est et utilisés par Albaret dans son étude de la reproduction de l'albacore (repris d'Albaret 1976).

Fig. 5. Geographic distribution of yellowfin samples caught by purse seiners from 1974 to 1975 in the eastern Atlantic and used by Albaret in his study on yellowfin reproduction (taken from Albaret 1976).

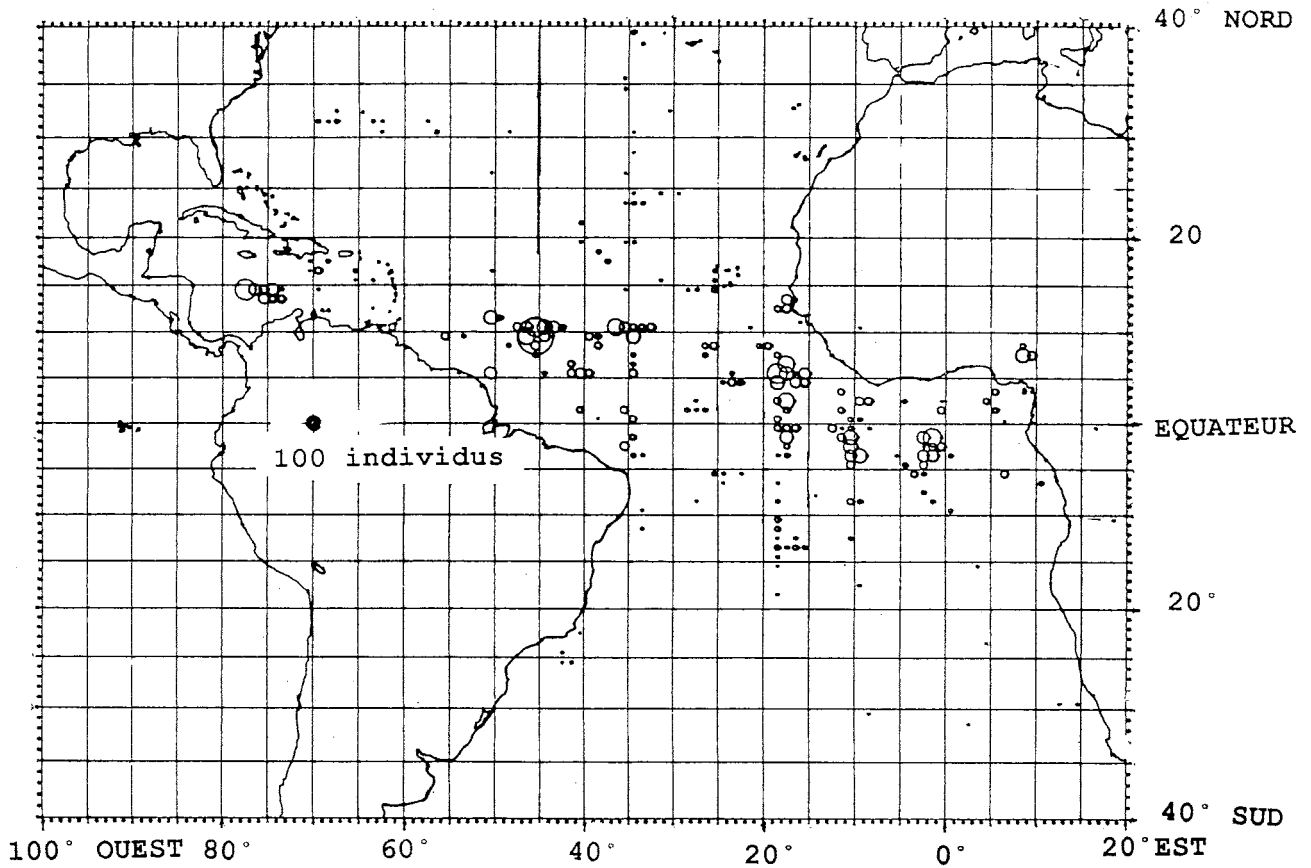


Fig. 6. Répartition géographique des échantillons d'albacore capturés par les palangriers de 1957 à 1968 dans l'Atlantique et utilisés dans l'étude de la reproduction.

Fig. 6. Geographic distribution of yellowfin samples caught by longliners from 1957 to 1968 in the Atlantic and used in the study on reproduction.

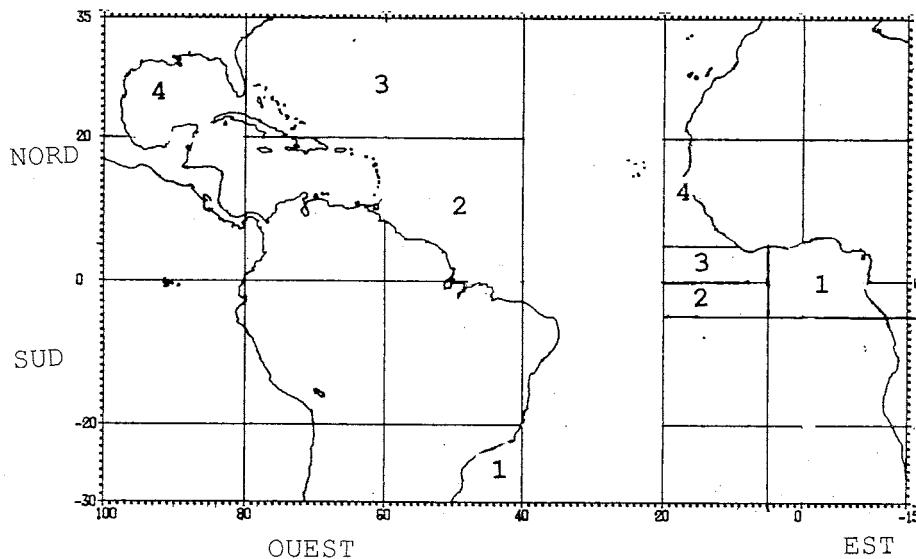


Fig. 7. Limites mensuelles des tailles (en centimètres de LF) utilisées pour le calcul des prises par âges dans la zone Atlantique est.

Fig. 7. Monthly size ranges (in centimeters FL) used for the calculation of catches by age in the east Atlantic.

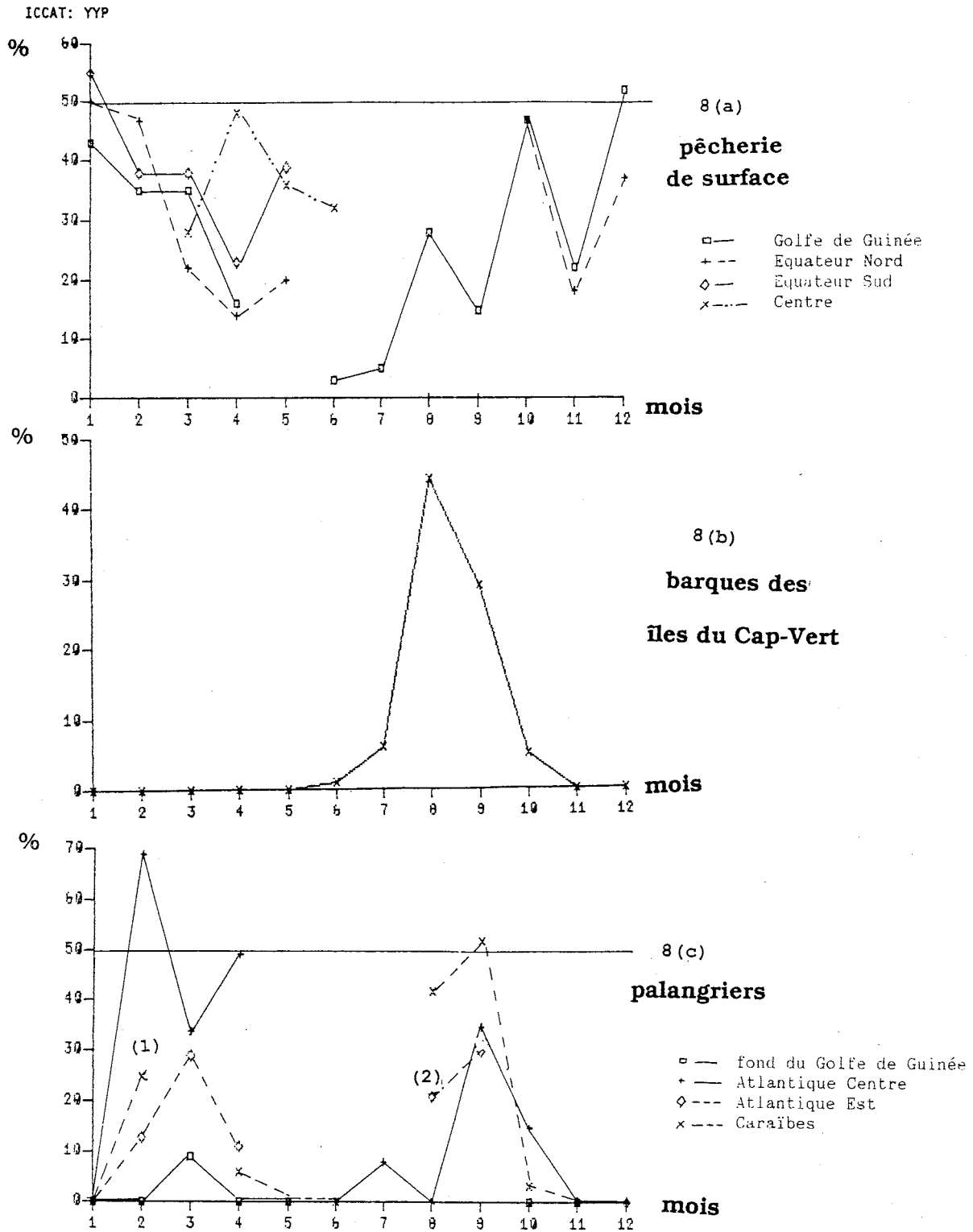


Fig. 8. Pourcentage d'IGS supérieurs à 30 pour des albacores femelles supérieurs à 110 cm LF, échantillonnés dans les prises a) des pêcheries de surface, b) des barques des îles du Cap-Vert, c) des palangriers.

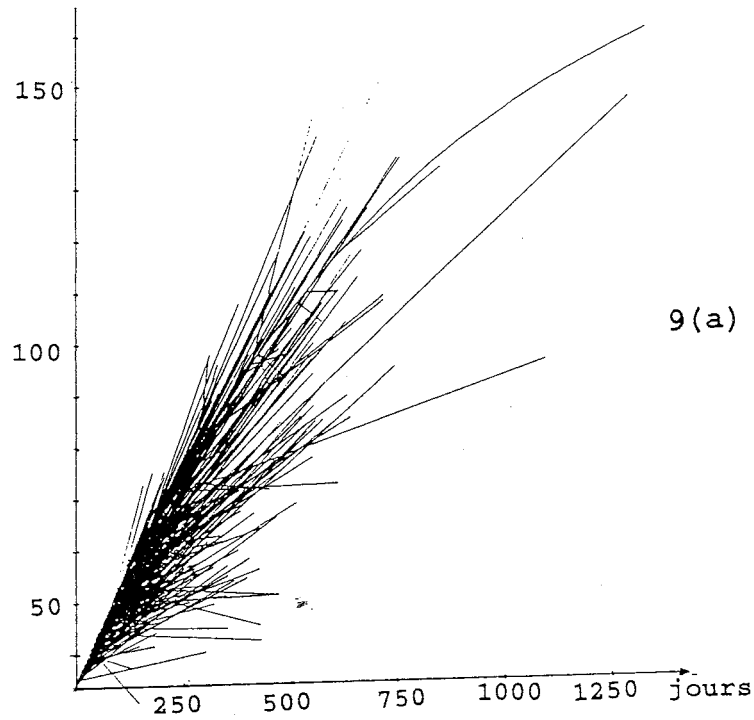
(1) 1 seul échantillon  
(2) poissons de la zone Sénégal

Fig. 8. Percentage of gonad indices over 30 for female yellowfin larger than 110 cm FL, sampled in the catches of a) surface fisheries, b) Cape Verde islands small boats, c) longliners.

(1) Only 1 sample  
(2) Fish in the area of Senegal

Longueur fourche  
(cm)

FREQ. LONGUEUR, SEX-RATIO, ZONES REPRODUCTION



Longueur fourche  
(cm)

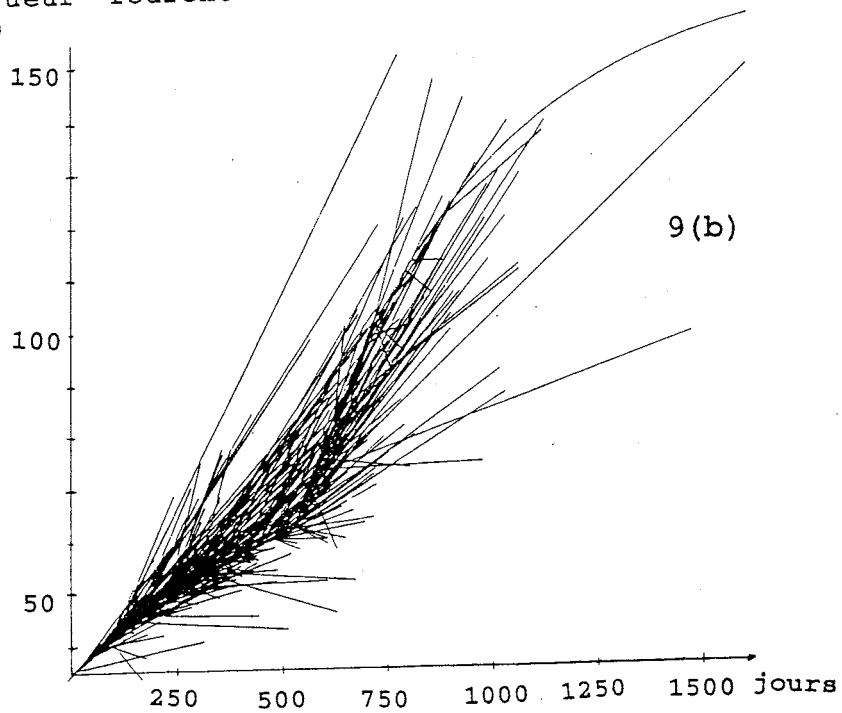


Fig. 9. Ajustement de modèles de croissance aux données de marquage et recapture. Les arcs de courbe donnent les modèles de croissances retenus; la taille au marquage et à la recapture est donnée par rapport au modèle théorique en fonction de la durée de liberté et de la croissance observée.

(a) modèle de Le Guen et Sakagawa 1973; (b) modèle composite

Fig. 9. Fit of growth models to tag-recapture data. The arcs of the curve give the growth models used; the size at tagging and at recovery is given for comparison with the theoretical model according to time at liberty and observed growth.

(a) model by Le Guen and Sakagawa 1973; (b) composite model

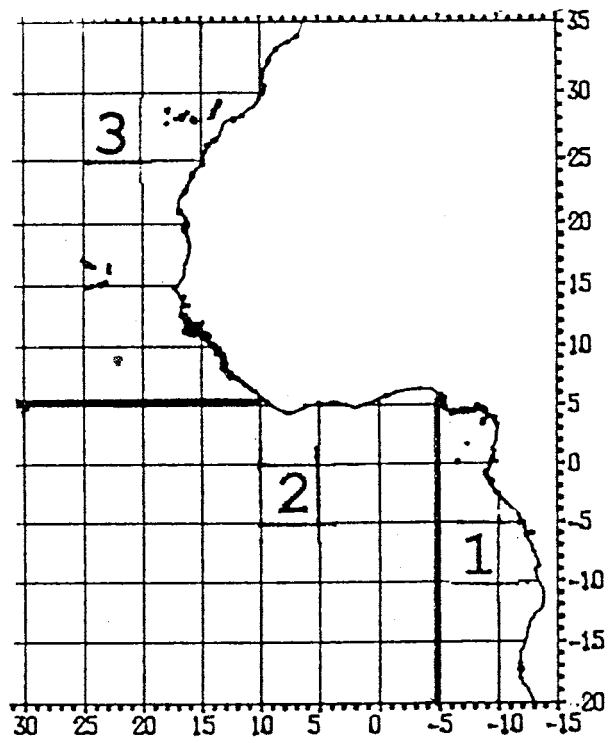


Fig. 10. Les trois secteurs retenus dans l'Atlantique Est pour l'analyse des fréquences de tailles.  
Fig. 10. The three sectors in the eastern Atlantic used in the size frequency analysis.

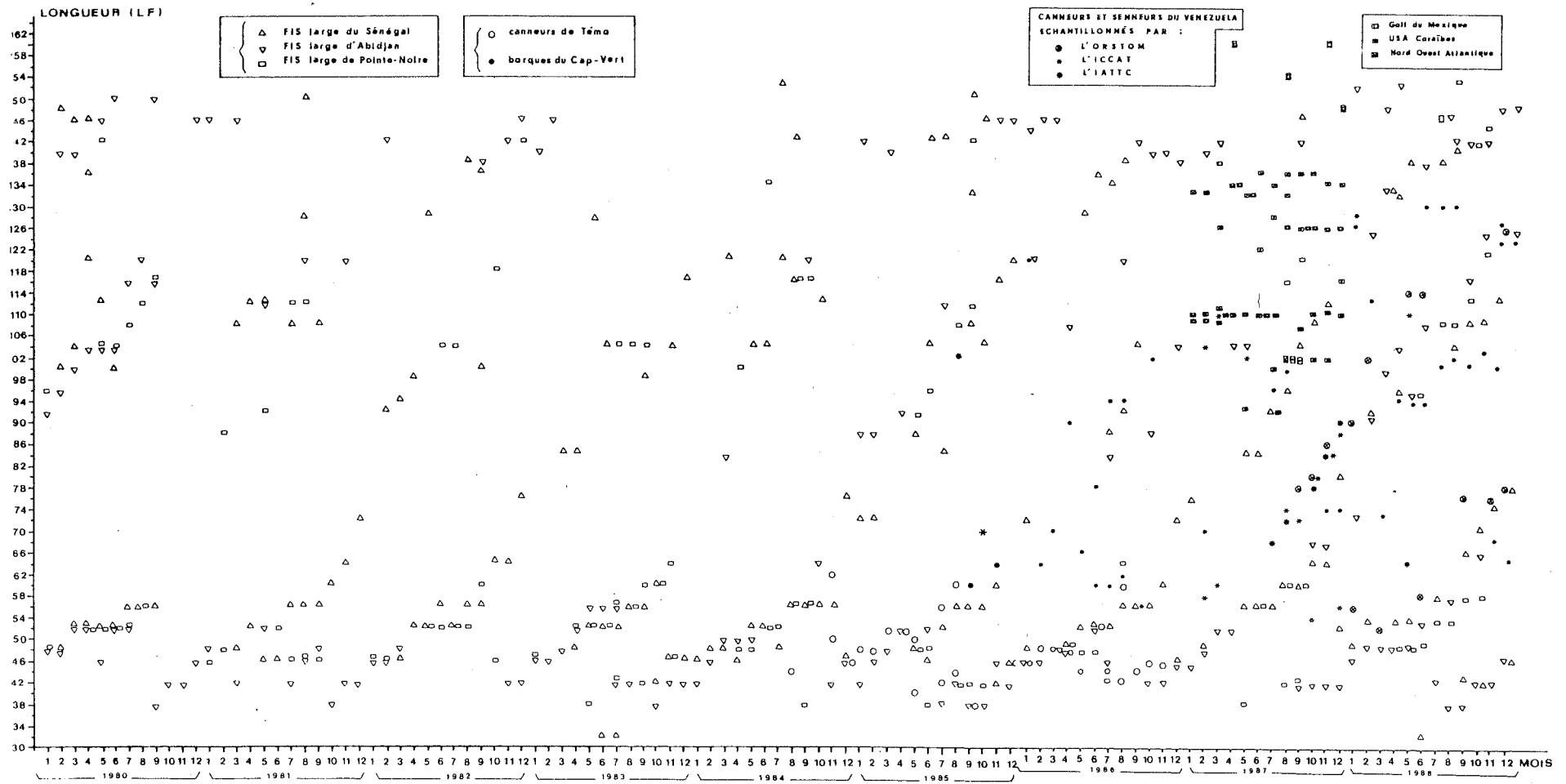


Fig. 11. Positions mensuelles des modes clairement identifiés dans les échantillons de diverses flottilles opérant dans l'Atlantique est.  
 Fig. 11. Monthly position of modes clearly identified in the samples of various fleets operating in the eastern Atlantic.

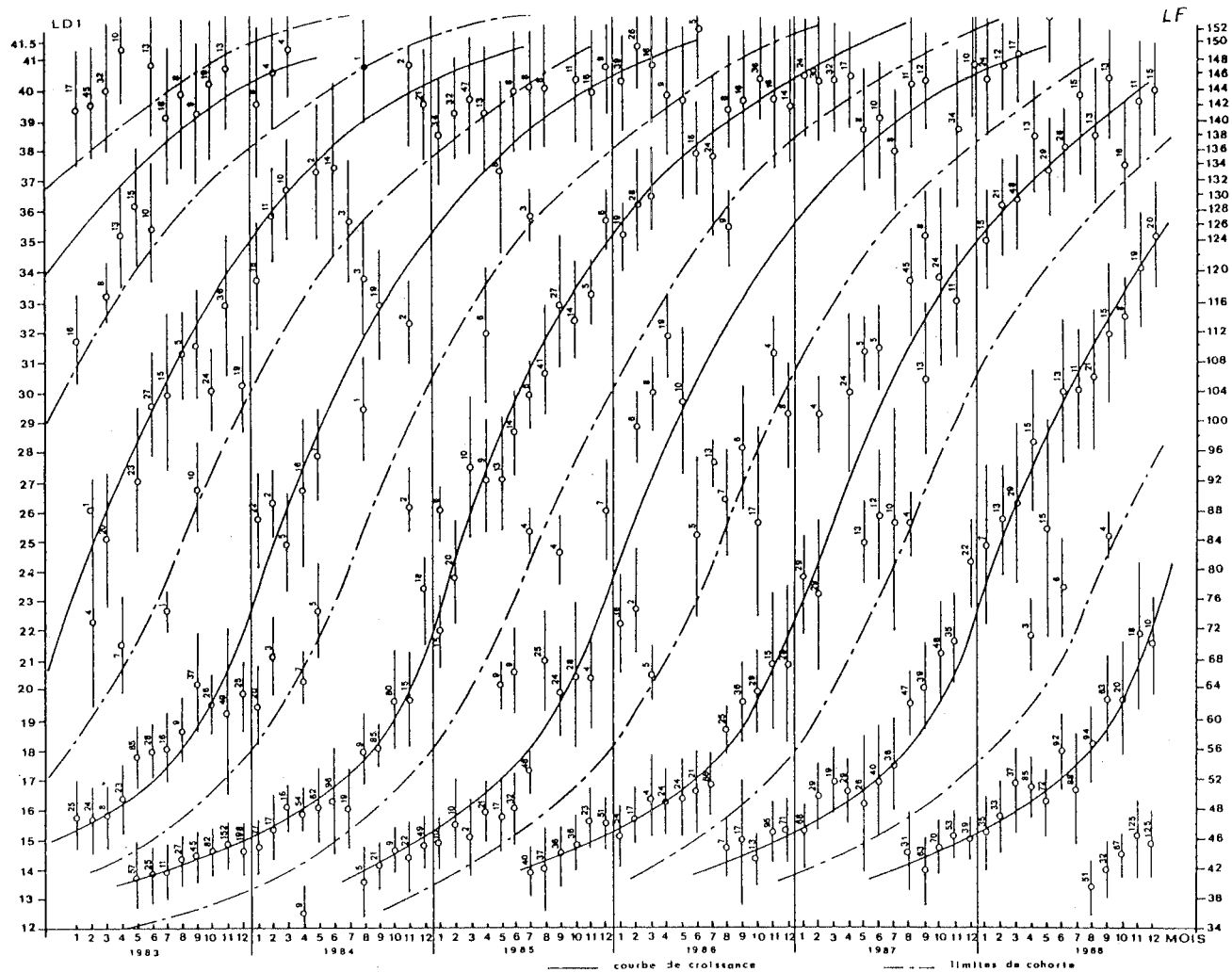


Fig. 12. Position des modes identifiés dans les fréquences de tailles extrapolées des senneurs FIS et espagnols combinés et importance relative de ceux-ci. Chaque mode est identifié par sa position (cercle), par une ligne verticale d'une hauteur correspondant à  $\pm 1$  écart type autour de cette moyenne, par un chiffre qui donne en milliers d'individus l'effectif identifié dans la classe. Les lignes pleines correspondent au modèle de croissance retenu; les lignes brisées aux séparations entre cohortes d'âges différents.

Fig. 12. Position of modes identified in the size frequencies extrapolated from FIS and Spanish purse seiners combined and their relative importance. Each mode is identified by its position (circle), by a vertical line of the height corresponding to  $\pm 1$  standard deviation from this average, by a figure which gives in 1,000 fish the number identified in the class. The solid lines correspond to the growth model used; the broken lines correspond to separations between the cohorts of different ages.

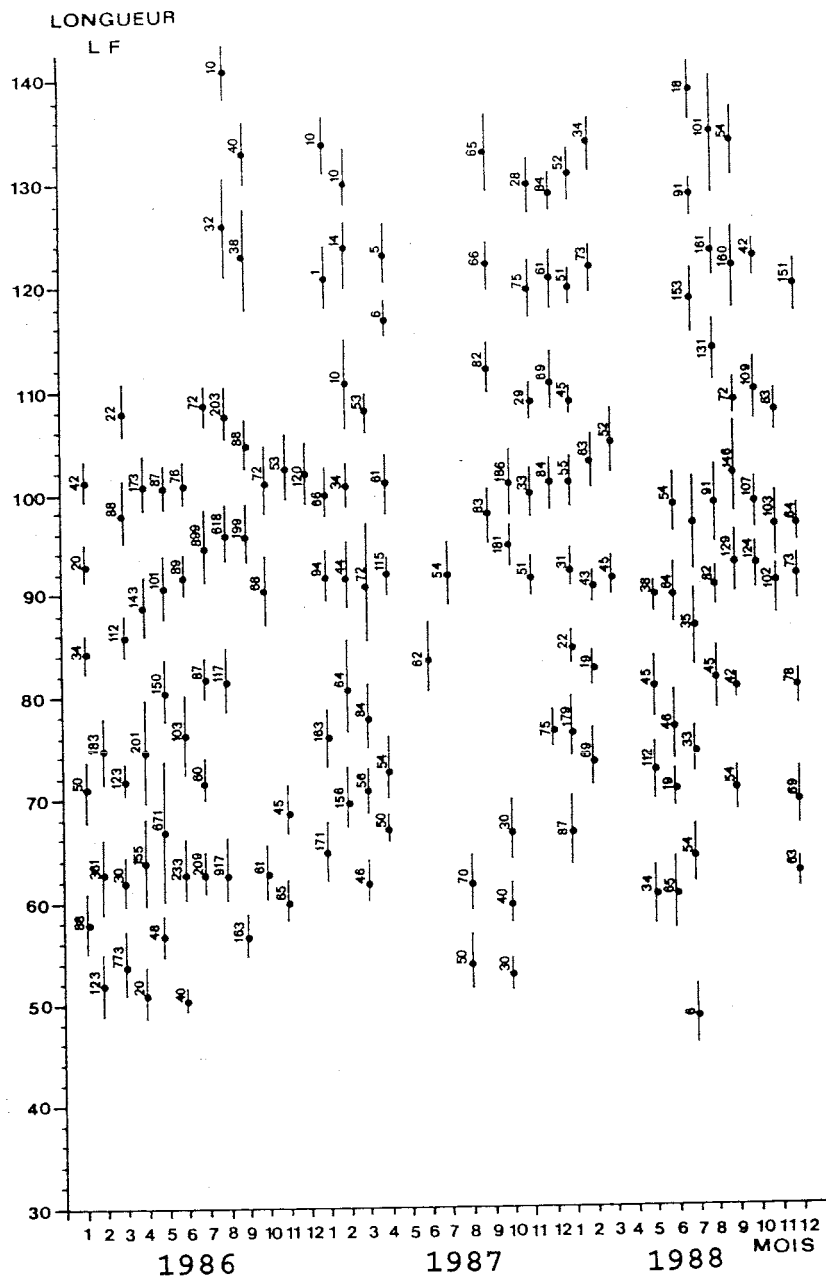


Fig. 13. Longueurs modales, écarts types et effectifs des modes identifiés par la méthode de Battacharya dans les prises mensuelles des barques des îles du Cap Vert (d'après les données de M.H.Vieira).  
 Fig. 13. Modal lengths, standard deviations and numbers of the modes identified by the Battacharya method in the monthly catches of the small boats from Cape Verde (from data from M. H. Vieira).

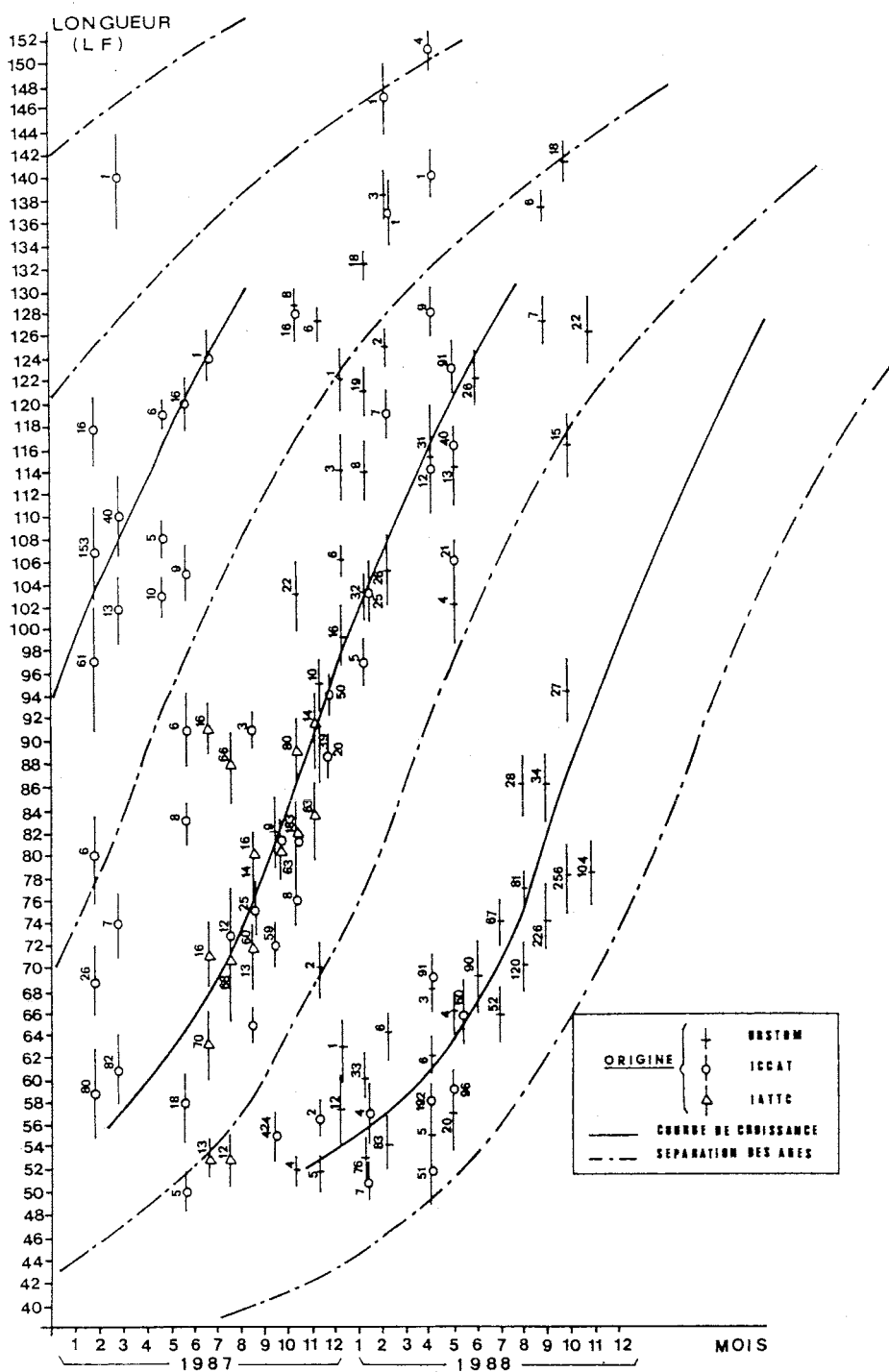


Fig. 14. Longueurs modales, écarts types et effectifs des modes identifiés par la méthode de Battacharya dans les prises mensuelles de la pêche du Venezuela (d'après les données IATTC, ORSTOM et Venezuela).

Fig. 14. Modal lengths, standard deviations and numbers of the modes identified by the Battacharya method in the monthly catches of the Venezuelan fishery (from data from IATTC, ORSTOM and Venezuela).

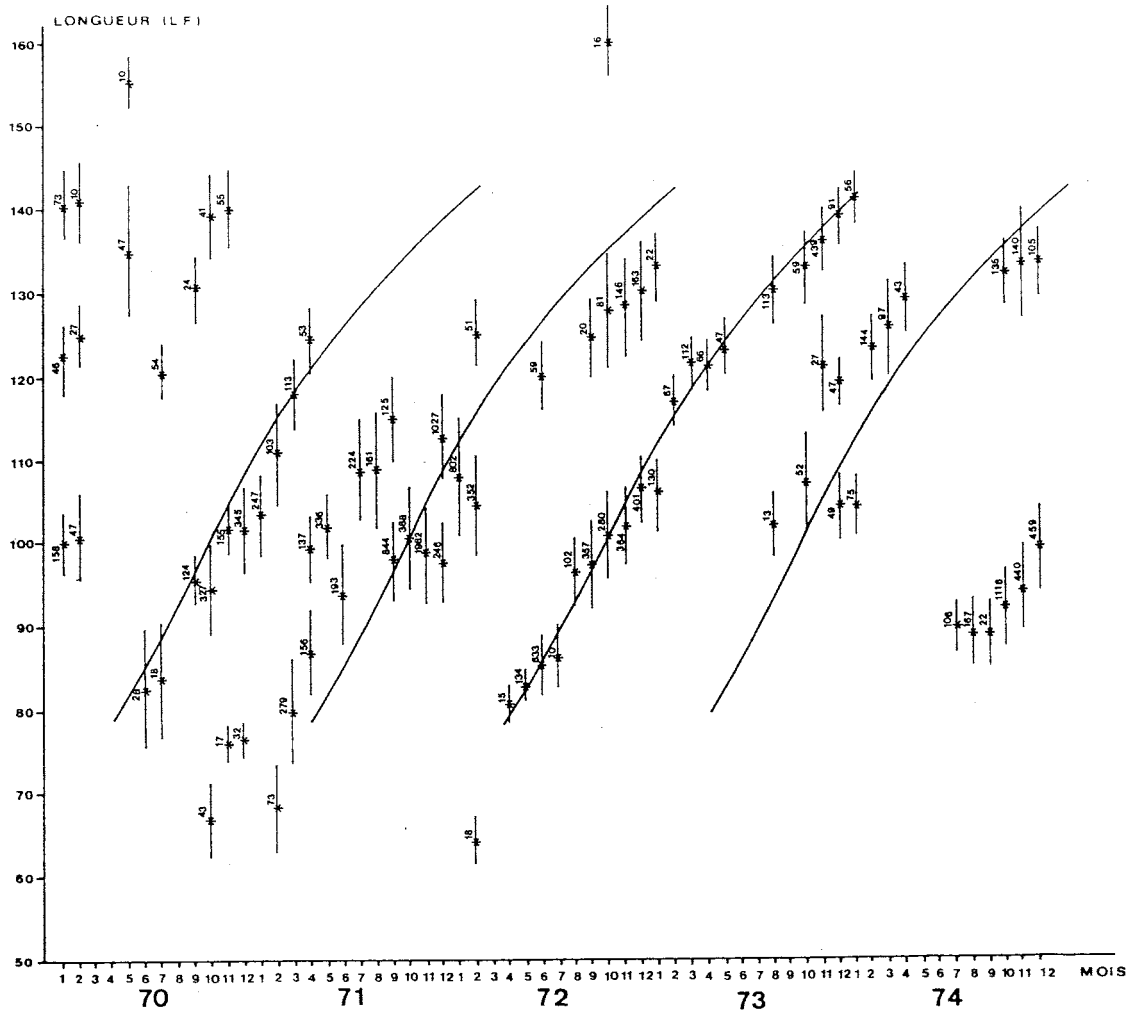


Fig. 15. Longueurs modales, écarts types et effectifs des modes identifiés dans les captures d'albacores réalisées au sud du Brésil par les palangriers.

Fig. 15. Modal lengths, standard deviation and numbers of the modes identified in the yellowfin catches taken at the south of Brazil by longliners.

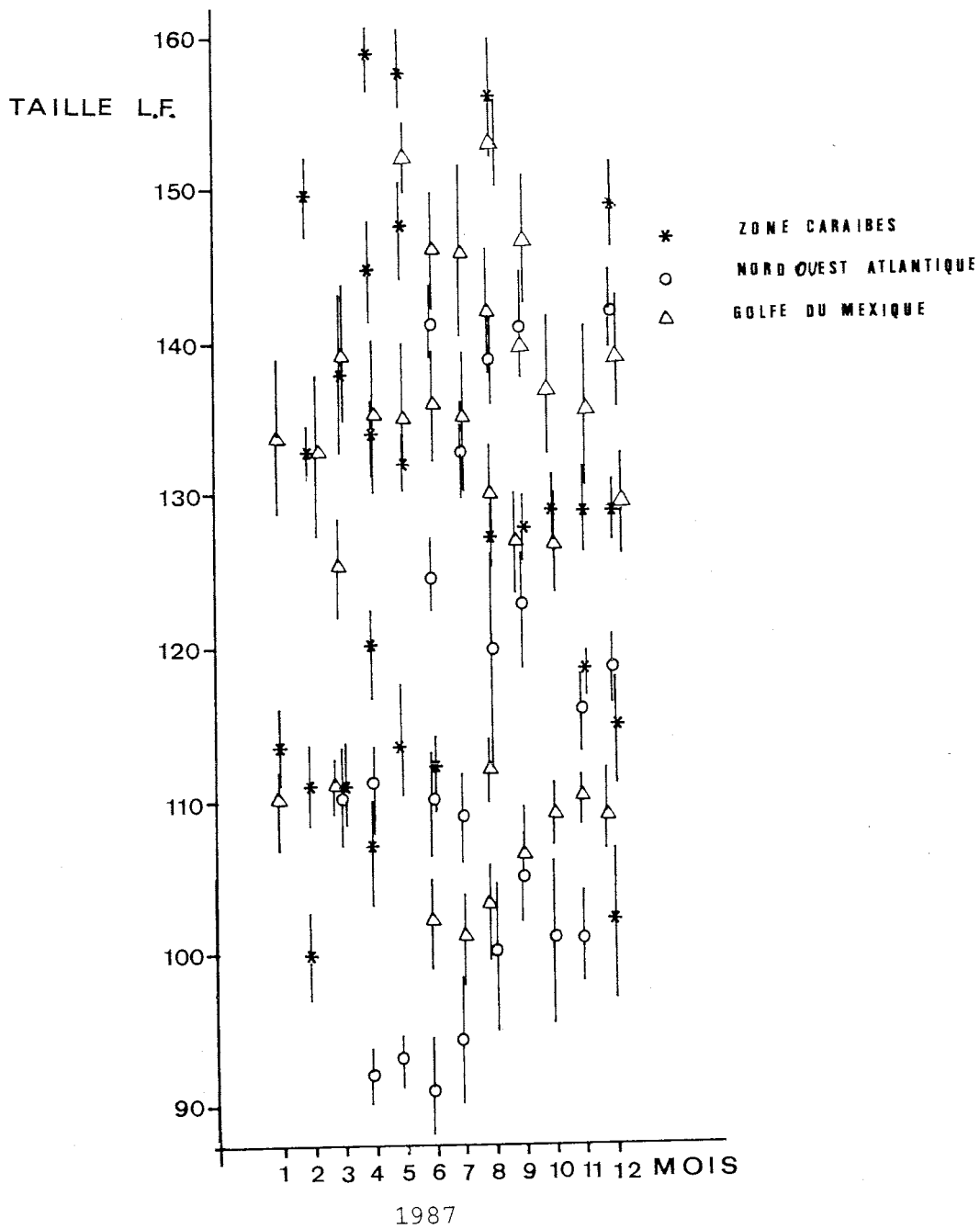


Fig. 16. Longueurs modales, écarts types et effectifs des modes identifiés dans les captures d'albacores réalisées par les palangriers des Etats-Unis dans l'Atlantique nord-ouest, les Caraïbes et le Golfe du Mexique.  
 Fig. 16. Modal lengths, standard deviation and numbers of modes identified in the yellowfin catches taken by U.S. longliners in the northwest Atlantic, Caribbean and Gulf of Mexico.

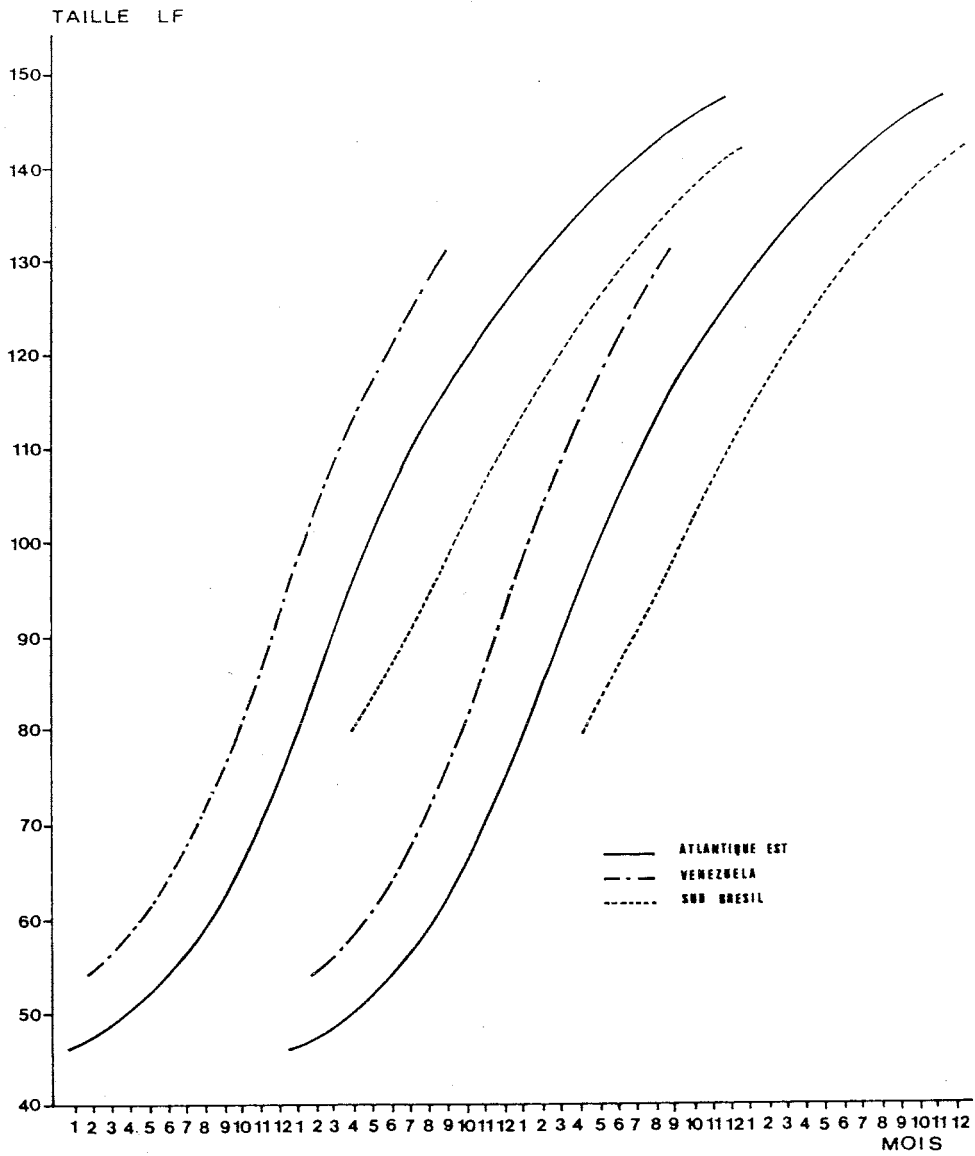


Fig. 17. Comparaison des modèles de croissance retenus pour l'albacore de l'Atlantique est, des Caraïbes et du sud du Brésil.  
 Fig. 17. Comparison of growth models used for yellowfin in the eastern Atlantic, Caribbean and the south of Brazil.