

**ÉTAT** DES STOCKS DE LISTAO DE L'ATLANTIQUE  
PAR ANALYSE DES COHORTES, ANALYSE DE PRODUCTION  
PAR RECRUE ET PAR LE MODELE GLOBAL

*par*

Alain FONTENEAU

RESUME

Cet article analyse les prises, les efforts, les pue et les structures de taille et d'âge de **listao** de 1968 à 1981 dans l'ensemble de l'atlantique. Dans une première étape les prises par âge et par engin **scat** reconstituées. L'examen des vecteurs de prises par âge révèle que dans l'Atlantique est, une fraction importante de la population n'est recrutée que tardivement puis devient inaccessible à tous les engins actuels. Dans l'atlantique ouest le plein recrutement est plus rapide et la disponibilité du stock semble rester constante avec l'âge. Ces vecteurs de prises sont ensuite **analysés** par analyse des cohortes. La variabilité du recrutement est ainsi mise en évidence et semble modérée. Les **coefficients** de mortalité par **pêche** en fonction de **l'âge** sont **aussi** calculés tenant compte des incertitudes actuelles sur le taux-d'exploitation du stock. Une solution **optimale** de l'analyse des cohortes est obtenue avec un recrutement variable et en ajustant la **tendance** des taux de **mortalités par pêche** à celle des efforts de pêche. Un **modèle de production** est en outre ajusté aux **données** de prises et d'effort, et aux résultats de l'analyse des cohortes. Une analyse de production par recrue selon le modèle **RICKER** est réalisée dans les **différentes** hypothèses d'identité des **stocks**. Le **stock** de **listao** dans l'Atlantique est semble n'être **que** modérément exploité : un accroissement de 30 % de la **prise** est prévu pour un doublement de **F**.

La compétition entre engins pour la production par recrue est **analysée**. Très peu ou aucun accroissement de la production par recrue semble pouvoir être attendus d'un changement de taille à la première capture ou d'un changement d'engins ; l'exploitation des tailles de **listao** actuellement peu disponibles, par exemple dans de nouvelles

zones de pêche ou par de nouveaux engins, ne devrait entraîner qu'un faible accroissement de la production par recrue équilibrée .

#### S U M M A R Y

This paper analyses catches, effort, cpue, size and age distribution of the Atlantic skipjack fisheries since 1968. In a first step the quaterly catches by ages and year are estimated for all fisheries ;these catch curves show that in the eastern Atlantic there is a slow progressive recruitment during 2 years followed by a quick extinction of the available population. In the western atlantic, full recruitment is faster, and the availability of the stock seems rather constant for older fishes .

A cohort analysis is conducted on the catch curves by area for all cohorts. The variability of recruitment is analyzed and show to be rather moderate. Age specific fishing mortalities are estimated taking into account the present uncertainties upon the exploitation rate of the stock. An optimal solution of the cohort analysis is obtained with variable recruitment and adjusting exploitation rate of the stock, and the trend of fishing effort. A production model is also adjusted to catch and effort data in the eastern Atlantic. A yield per recruit analysis is conducted under different stock hypothesis. The eastern Atlantic stock seems to be moderately exploited and could provide an estimated increased catch of 30 % with a doubled fishing mortality. The competition between gears exploiting small or large skipjack is also analyzed. Very minor, or more probably no increase, can be expected under present fishing patten with a size limit or a decreased fishing mortality by gears catching small skipjack. The possible exploitation of large skipjack presently not in the catch (for instance with new fishing gear or new fishing areas) should produce only a marginal increase of the equilibrium yield per recruit.

ETAT DE-S STOCKS DE LISTAO (KATSUWONUS PELAMYS)  
 DE L'ATLANTIQUE PAR ANALYSE DES COHORTES, ANALYSE  
 DE PRODUCTION PAR RECRUE ET PAR LE MODÈLE GLOBAL

*par*

Alain FONTENEAU

1 . I N T R O D U C T I O N

Les seules analyses de cohortes et de production par recrue réalisées sur le **listao** de l'Atlantique avaient été effectuées lors du groupe de travail de Dakar en juin 1976 et reprises par le groupe de travail ICCAT de Brest en 1980. Ces analyses souffraient alors de plusieurs limitations majeures :

- . méconnaissance quasi complète alors de la croissance du **listao**.
- . médiocrité des statistiques de pêche de **listao** à cette époque.
- . échantillonnages médiocres des tailles capturées durant la période étudiée.
- . analyses des cohortes réalisées sur des cohortes synthétiques et non sur des cohortes réelles.
- . analyses portant uniquement sur des pêcheries de l'Atlantique de l'est.

Depuis ces analyses, les **pêcheries** de **listao** ont montré un accroissement sensible du volume de leurs prises (tant dans l'Atlantique de l'est que dans l'Atlantique ouest), **associé** à des changements dans les tailles des **listaos** capturés. En outre les pêcheries de **listao** ont été de mieux en mieux échantillonnées **par** les scientifiques depuis 1976 et permettent de ce fait de réaliser des analyses plus fines.

**Il était** donc essentiel de mener à bien une analyse **complète** des prises des pêcheries récentes, analyse qui pallierait aux défauts des premiers calculs, utiliserait les nombreuses connaissances, en particulier biologiques, récemment acquises sur le **listao** et actualiserait les calculs en les développant.

L'un des objectifs de la présente analyse reste de déterminer si les premiers résultats qui suggéraient qu'il n'y a pour le **listao** aucun bénéfice de production par recrue à attendre d'une limitation de la taille à la première capture, sont toujours valables pour les pêcheries actuelles.

Un autre objectif est d'estimer les potentiels d'amélioration de production par recrue. Enfin bien que l'approche du modèle global n'ait jamais fourni pour le **listao** de résultats convaincants, il est probablement hatif de renoncer définitivement à son utilisation. Il est plutôt souhaitable de chercher à améliorer les conditions de son utilisation en particulier par l'emploi d'un effort "listao".

La présente étude aura donc les objectifs ci-dessus.

## 2 . D O N N E E S D E B A S E

## 2.1. PRISES

Les statistiques de prises par engin, trimestre et secteurs publiées par l'ICCAT ont été retenues et utilisées comme base d'extrapolation. Ces données sont résumées dans le tableau 1, au niveau des prises annuelles les tous engins dans les secteurs Est et Ouest.

## 2.2 . RELATION LONGUEUR POIDS

Les poids théoriques des fréquences de taille ont été recalculés pour tous les échantillons en employant la relation longueur-poids ayant les paramètres  $a = 7.30 \cdot 10^{-6}$  (CAYRE com. pers.). Ces paramètres ont été obtenus pour l'ensemble de l'Atlantique lors des études préliminaires de CAYRE et LALOE. Ces paramètres, qui résultaient de travaux préliminaires sont très proches des valeurs finales trouvées par CAYRE et LALOE 1983 pour ces deux paramètres :  $a = 7.30 \cdot 10^{-6}$ ,  $b = 3.2568$ .

Cette relation a été calculée sur un échantillon important de près de 9 000 listaos de tailles comprises entre 32 et 78 cm. On peut considérer que cet échantillon est bien représentatif pour l'ensemble des pêcheries.

## 2.3. FREQUENCES DE TAILLES

La connaissance du nombre d'individus capturés par âge est généralement obtenue chez les thonidés à partir des fréquences de tailles des débarquements et d'une hypothèse sur la croissance moyenne des individus, hypothèse qui permet de construire les vecteurs de prises par âge.

Une base de données a donc été créée avec les fréquences de tailles des listaos débarqués de 1973 à 1981 pour toutes les pêcheries échantillonnées. Les fréquences de tailles disponibles par année et trimestre sont représentées sur le tableau 2. Les fréquences de tailles ont été stratifiées par engin, pays et trimestre, puis extrapolées aux prises trimestrielles de chaque engin/pays.

Dans le cas des strates engin-trimestre où une capture a été réalisée sans être échantillonnée, une substitution de strate est réalisée avec la strate jugée la plus proche sur le plan de la structure de taille des prises. Les substitutions de strates ainsi réalisées sont indiquées dans le tableau 3. On note que la proportion des strates échantillonnées s'améliore avec le temps (tableau 4) avec un maximum en 1981 où 97 % des prises de listao ont été échantillonnées. Les fréquences de taille de listao exprimées en pourcentage pour l'Atlantique est et ouest, moyenne de 1975 à 1981, sont représentées figure 1.

La génération des vecteurs de l'Atlantique est de prises par âge et par engin est un processus automatique, grâce à la mise au point d'un programme (GENCOHO) qui, à partir de la base de données des tailles et des prises trimestrielles par engin, réalise automatiquement les extrapolations et les substitutions de strates nécessaires, puis étant donnée une loi de croissance quelconque, reconstitue les vecteurs de prises par âge. La loi de croissance trimestrielle retenue et la procédure utilisée pour estimer les prises par âge à partir des prises par taille sont décrites au paragraphe 2.4.

Les prises par âge sont estimées pour les années 1968 à 1981 dans l'Atlantique est et de 1973 à 1981 dans l'Atlantique ouest.

Les prises par tailles publiées dans le rapport du groupe de travail de travail de Dakar 1976 ont été utilisées pour reconstruire les vecteurs de prises par âge de 1968 à 1975 dans l'Atlantique est. Ces données bien qu'étant d'une qualité moindre que celles réunies pour la période récente, constituent une estimation correcte des prises par taille de **listao** durant cette période (An. ISRA - ORSTOM 1976).

Durant la période 1976 à 1981 le programme GENCOHO appliqué aux données disponibles dans la base a permis de reconstituer les prises par âge dans l'Atlantique est. Dans l'Atlantique de l'ouest, les prises ont été jugées négligeables jusqu'en 1972 et les vecteurs de prises par âges ont été estimés seulement de 1973 à 1981.

#### 2.4. CROISSANCE

Les analyses en cours sur la croissance du **listao** ne sont pas encore complètes ; les **incertitudes** sur ce paramètre essentiel sont toutefois désormais très réduites grâce surtout aux résultats déjà obtenus par les marquages et recaptures de l'année **listao**. La présente analyse utilise une **loi de croissance** "moyenne" calculée par **P. CAYRE** (com. pers.) d'après les résultats des marquages (janvier 1983). Cette loi de croissance moyenne est représentée en longueur et en poids, sur la figure 2. On remarque dès à présent la particularité de la croissance pondérale qui est quasiment linéaire de 35 à 75 cm, soit pendant toute la phase exploitée. Du point de **vue pratique**, les prises par cohortes ont été reconstituées en suivant dans la distribution des tailles capturées un groupe de **listaos** nés pendant une période de 12 mois. Le schéma du découpage des fréquences de tailles en fonction du trimestre est présenté sur la figure 3. L'âge initial nommé arbitrairement 1.0 an correspond à une taille du recrutement dans la pêcherie au 1er trimestre à moins de 38 cm. On note que la loi de croissance acceptée comme hypothèse de travail est unique pour l'Atlantique est et ouest. Toutes les observations sur la croissance du **listao** proviennent en fait de l'Atlantique de l'est.

#### 2.5. MORTALITE NATURELLE

Peu de progrès sensibles ont été obtenus dans la détermination de la mortalité naturelle du **listao** de l'Atlantique. Toutefois, du fait que la croissance et la structure en âge des prises sont désormais assez bien connues, cela réduit sensiblement les incertitudes sur la mortalité naturelle. Ainsi, pour une espèce à croissance modérée et exploitée pendant 5 à 6 ans, un taux moyen de mortalité naturelle compris entre 0.6 et 0.8 apparaît comme une fourchette "raisonnable". On peut en effet juger peu vraisemblables les valeurs supérieures à 0.8, (par exemple 1.2) qu'on associe parfois à l'hypothèse d'une **croissance** très rapide, supérieure à 20 cm/an. De même des valeurs de **M** inférieures à 0.6 sont sans doute peu vraisemblables du fait de la rareté, au moins dans les prises, des **gros listaos** et ceci même à une époque où le stock était de toute évidence sous exploité. Si l'ordre de grandeur de **M** est ainsi relativement cerné, ce paramètre demeure une inconnue de taille dans les analyses de cohortes et de production par recrue, tant quand à son niveau moyen que quand à ses éventuelles variations en fonction de l'âge. La présente analyse se limite pour des raisons pratiques évidentes à la comparaison de deux hypothèses "vraisemblables" ( $M = 0.6$  et  $M = 0.8$ ) sans chercher à explorer les conséquences de l'emploi de valeurs extrêmes (fortes ou faibles) de la mortalité naturelle (par exemple 1.5 ou 0.4).

## 2.6. IDENTITE DES STOCKS DE LISTAO

Les travaux en cours sur l'identité des stocks de listao ne permettront probablement pas de conclure formellement qu'il y a un ou plusieurs stocks de listaos dans l'Atlantique. Les premières analyses suggèrent une grande complexité de la structure de la population de listao dans l'Atlantique est avec un taux de mélange faible pour certaines zones proches (Sénégal et Iles du Cap Vert par exemple), ou fort pour certaines zones éloignées (Angola, Ghana et zone équatoriale au large du Liberia). Aucun listao marqué à l'est n'a été à ce jour repêché à l'ouest suggérant une ségrégation possible entre 2 stocks est et ouest. Les analyses fines de ce problème étant menées dans un autre travail, la présente analyse retiendra les deux hypothèses globales classiques suivantes :

- . existence d'un stock unique de listao Atlantique
- . existence de deux stocks de listao indépendants dans l'Atlantique de l'est et de l'ouest,

## 2.7. EFFORT DE PECHE EXERCE SUR LE LISTAO ; PRISES PAR UNITE D'EFFORT (pue)

### 2.7.1. Généralités

On admet très généralement qu'il est difficile d'estimer l'effort de pêche sur le listao. Les causes de ce problème sont multiples ; on peut énumérer les principales :

(a) Le listao a été par le passé pour certaines flottes, et demeure parfois saisonnièrement, une espèce marginale et peu recherchée. De ce fait les fortes variations de p.u.e. (qui sert de base au calcul de l'effort), semblent traduire le plus souvent, plus des variations de l'espèce cible que des variations de l'abondance du listao.

(b) la standardisation des puissances de pêche sur le listao en fonction des catégories de bateaux est soit inexistante (USA, Japon, Espagne), soit mal adaptée à cette espèce (FISM).

(c) les variations saisonnières de la capturabilité du listao semblent fortes, au moins pour les senneurs : il en résulte d'importantes variations des p.u.e., donc des efforts subséquents, alors qu'en réalité le stock et l'effort sont probablement relativement stables.

On tentera toutefois de résoudre ces problèmes en introduisant dans le calcul de l'effort deux éléments nouveaux :

- pour des flottilles de senneurs FISM\* (senneurs moyens et grands senneurs) et américains, on dispose de statistiques par mois et carré de l° depuis 1969 et 1968 ; on utilisera alors pour ces espèces le concept d'un effort de pêche calculé à partir d'un indice de p.u.e. "Listao" et d'un indice de p.u.e. "Listao-albacore" selon le concept développé par FONTENEAU 1983. Ce concept vise à différencier trois types d'efforts selon les espèces cibles : un effort "albacore", un effort "listao", et un effort "mixte" sur les deux espèces. La p.u.e. est ensuite calculée comme une moyenne des p.u.e. correspondant à ces trois types d'efforts de pêche.

- Dans le cas de la flottille espagnole pour laquelle on ne dispose que du nombre de thoniers annuellement présents par catégorie de jauge dans la pêcherie et de la prise totale, on estimera un effort de pêche standardisé et on calculera un indice de p.u.e. en divisant la prise par l'effort

---

\*FISM : Senneurs Français, Ivoiriens) Sénégalais et Marocains.

standardisé de l'année (tableau 5). Cet effort annuel standardisé est calculé en attribuant des facteurs de puissance de pêche par catégorie respectivement égaux à 0.63 pour la classe 4, 1.00 pour la classe 5, 1.55 pour la classe 6 et 1.81 pour la classe 7 (estimation obtenue pour la période 1979 à 1981)

La flottille de canneurs de Téma pour laquelle on dispose d'une longue série de statistiques fines n'est pas systématiquement retenue dans tous les calculs. On peut en effet penser que les p.u.e. de cette flottille sont biaisées, en particulier par suite de trois importants biais probables :

(1) accroissement probable de la puissance de pêche moyenne de la flottille japonaise par incorporation entre 1969 et 1981 de bateaux plus performants et abandon des bateaux les moins performants. Aucune analyse de ce problème n'a été réalisée à ce jour. (Ce même problème a été mis en évidence chez les senneurs FISM : Les p.u.e. FISM non standardisées sont en hausse forte ou légère, selon l'espèce, albacore ou listao).

(2) changements de tactique de pêche, en particulier par accroissement de la concentration de l'effort de pêche sur le listao. Un tel phénomène est clairement mis en évidence pour la flottille FISM sur l'albacore. Aucune étude n'a été réalisée sur les canneurs de Téma, mais ces changements sont très probables du fait :

. de l'apprentissage progressif très probable des zones, saisons et techniques de pêche par les équipages japonais entre 1969 début de la pêcherie et 1981 (soit en 13 années).

des changements dans la composition spécifique de la prise : le listao représente 54 % de la prise des canneurs japonais en 1969 et 95 % en 1981. La cause exacte de ce changement demeure non élucidée ; Il pourrait résulter soit d'un changement réel de l'espèce cible, soit plus probablement d'une déclaration erronée de la composition spécifique des captures. Dans cette dernière hypothèse, si on admet que le pourcentage de listao est constant dans la prise des canneurs japonais de 1969 à 1981, la tendance de leur p.u.e. se trouve sensiblement modifiée.

(3) Exclusion de l'effort de pêche des jours de recherche sans pêche de 1969 à 1978. L'emploi des indices de p.u.e. des canneurs japonais de Téma est donc différé dans l'attente que ces problèmes soient analysés. Du fait de ces sérieux problèmes statistiques la p u e -des canneurs de Téma ne sera pas intégrée dans l'indice destiné à estimer au mieux l'effort de la pêcherie. Toutefois, on l'intégrera à titre indicatif dans le calcul d'un indice d'effort "auxiliaire" afin de déterminer l'impact de l'incorporation de cette p u e dans l'estimation de l'effort total.

### 2.7.2. 'Données :

L'effort de pêche exercé sur le listao sera estimé en divisant la prise totale annuelle par l'indice de p u e jugé représenter l'abondance de l'espèce en combinant les p u e de divers engins.

Les données de p u e retenues sont celles décrites au chapitre précédent (2.7. 1.), soit sept séries de p u e. On calculera ensuite la p u e moyenne, dans l'unité du grand senneur FISM exploitant les strates mixtes albacore-listao (2ème colonne du tableau 5b), après avoir recalculé des séries de p u e ayant la même moyenne. Les p u e brutes d'origine, les p u e transformées et les indices de p u e et d'effort résultants sont donnés au tableau 7 et figure 4,

Enfin on calculera à titre de comparaison deux autres séries de p u e :

. l'une excluant les p u e des senneurs moyens FIS, durant les années 1980 et 1981 durant lesquelles le nombre de bateaux et leurs zones d'activité

très réduites font que ces années ne sont plus comparables aux années antérieures .

. l'autre excluant totalement les senneurs moyens FISM du fait de la forte hétérogénéité dans le temps des activités de cette flottille, et incluant la p u e des canneurs japonais de Téma. Cette série a été au préalable corrigée pour la composition spécifique et la standardisation des efforts de pêche (tableau 6 ) .

### 2.7.3. Résultats

On constate (figure 5 ) que l'effort de pêche sur le listao ainsi estimé montre une tendance à un accroissement régulier entre 1969 et la période récente. Les données suggèrent toutefois une stabilisation de l'effort de 1978 à 1981 pour l'effort de pêche calculé à partir du premier indice de cpue incluant les senneurs moyens FISM jusqu'en 1981. Cette stabilisation récente de l'effort n'est pas observée durant la période récente si l'on exclut les senneurs moyens FISM, choix qui semble justifié (2.7.2.).

## 3 . LES VECTEURS DE PRISES PAR AGE

Il s'agit d'un résultat essentiel, qui, indépendamment des analyses subséquentes , mérite un examen attentif, (Tableau 7 et 8) . Ces données de base fondamentales sont représentées de 5 façons différentes :

- **figure 6** : populations virtuelles des cohortes 1967 à 1981 .
- **figure 7** : prises annuelles, des âges 1 à 3, réalisées sur les cohortes 1968 à 1980 ,
- **figure 8** : évolution de 1962 à 1981 des prises annuelles réalisées dans l'Atlantique (total, est et ouest) sur les âges 1 à 5+ .
- **figure 9** : prises trimestrielles sur les cohortes 68 à 80 dans l'Atlantique est ( a ) et dans l'Atlantique ouest ( b ) .
- **figure 10**: vecteurs de prises moyennes de 1973 à 1982 par trimestre pour l'Atlantique est et ouest..

L'examen de ces diverses figures permet plusieurs constatations importantes

. **l'essentiel** des prises en nombre provient dans l'Atlantique est, d'une période de 3 ans (ce qui correspond à des individus d'un poids compris entre 1 et 5.5 kg) (tableau 7).

les **prises** de listao d'âges 4 et 5 sont proportionnellement plus importantes dans l'Atlantique ouest que dans l'Atlantique de l'est (figure 8).

. **les** prises trimestrielles de chaque âge sont très variables d'une année à l'autre (figure 9).

. **les prises annuelles** en nombre obtenues sur chaque cohorte manifestent une **variabilité** modérée d'une cohorte à l'autre (figure 7) ; il en est de même des prises totales (populations virtuelles) cumulées obtenues sur les diverses cohortes (figure 6).

L'amplitude de ces variations semble en effet à l'examen de ces figures très comparable à la variabilité constatée pour d'autres thonidés tropicaux. Elle semble supérieure à celle observée pour les espèces démersales tropicales, mais bien inférieure à celle observée chez les pélagiques côtiers (FONTANA 1979)

Il semble de fait à l'examen de ces 2 figures, que les prises par cohorte suivent les niveaux croissants d'effort et de mortalité par pêche en montrant :

- une variabilité modérée du recrutement

- une grande variabilité de la capturabilité trimestrielle (figure 9), mais une certaine constance de la capturabilité au niveau annuel (figure 7). On peut faire ces hypothèses du fait qu'il existe en permanence dans l'Atlantique de l'est un effort de pêche susceptible de s'exercer sur le listao quand cette espèce est disponible aux engins de pêche.

On ne peut bien entendu rejeter d'autres explications à ces observations, par exemple l'emploi d'une loi de croissance erronée ou l'insuffisance des échantillonnages de tailles qui conduit à pratiquer des substitutions de strates en nombre parfois excessif (tableau 3).

Quoi qu'il en soit et nonobstant ces incertitudes, l'hypothèse de la stabilité du recrutement sera conservée dans un premier temps comme hypothèse préliminaire de travail. Cette hypothèse simplificatrice demeure en effet acceptable en l'absence de très fort ou très faible recrutement et dès lors que le recrutement ne manifeste pas de tendance marquée. Cette hypothèse semble en outre résulter logiquement des travaux de CAYRE et FARRUGIO 1983 sur la fécondité et la ponte du listao.

En effet, du fait du fort potentiel de ponte du listao et de la diversité des conditions où il peut se reproduire, on peut penser qu'il pourra exister une certaine stabilité du recrutement, indépendamment du niveau du stock reproducteur, au moins dans certaines limites de la biomasse et indépendamment des conditions écologiques dans telle ou telle strate (du fait du caractère opportuniste de la reproduction du listao). Dans une deuxième étape on tentera d'estimer les variations du recrutement.

L'examen des vecteurs moyens de prises par âge durant la décennie 1972 à 1981 pour l'Atlantique est, et 1973 à 1981 pour l'Atlantique ouest (figure 10), est aussi du plus grand intérêt et permet, indépendamment de toute analyse de cohorte, de faire un certain nombre d'hypothèses (figure 11). On note dans l'Atlantique est que les prises par âge sont en moyenne constantes de 1.5 ans à 3.0 ans, après une phase de recrutement progressif. Sans préjuger des résultats des analyses des cohortes ultérieures, cela traduit très probablement un recrutement progressif dans les pêcheries jusqu'à l'âge de 3 ans, recrutement qui vient compenser la mortalité de la cohorte (naturelle et par pêche). De 3 à 5 ans les prises par âge décroissent très rapidement à un taux annuel apparent  $Z \approx 1.96$ . Une telle baisse surestime très probablement beaucoup la baisse réelle de la population, car une mortalité naturelle de cet ordre de grandeur semble peu vraisemblable et la prise réduite ne peut pas entraîner un  $F$  élevé. On doit donc envisager deux hypothèses :

(1) à l'âge de 3 ans (4.5 kg), la cohorte est brutalement victime d'une forte mortalité naturelle.

(2) elle n'est plus que très peu disponible aux engins de pêche actuels travaillant dans l'Atlantique de l'est, soit par suite de migrations, soit par suite d'un changement de comportement.

Au contraire, dans l'Atlantique ouest, le vecteur moyen des prises par âge a une allure très différente (figure 10); après une montée progressive entre 1 et 2 ans (recrutement progressif), il décroît régulièrement à un taux annuel apparent  $Z \approx 0.90$ . Sans préjuger là non plus des résultats de l'analyse des cohortes, un tel taux correspond assez bien a priori à une mortalité naturelle "raisonnable" et à un taux de mortalité par pêche modéré,

sans qu'on doive faire intervenir des changements importants de la disponibilité par âge. Enfin l'allure "classique" du vecteur des prises dans l'ouest rend peu probable l'hypothèse d'un fort accroissement de  $M$  à partir de 3 ans, hypothèse, biologiquement peu crédible, qui avait été envisagée pour expliquer la disparition brutale des listaos de plus de 3 ans à l'est,

Cette discussion du vecteur des prises par âge dans l'Atlantique ouest n'est pertinente que si la même croissance s'applique dans les deux secteurs. Si par exemple la croissance à l'ouest est beaucoup plus rapide qu'à l'est?, les différences dans les tailles capturées (figure 1) ne seraient pas dûes à des différences dans les âges capturés, mais à cette différence dans la loi de croissance.

## 4 . L'ANALYSE DES COHORTES

### 4.1. METHODE

#### 4.1.1. Généralités

L'analyse des cohortes a été réalisée en utilisant le programme écrit par FOX dans sa version modifiée par FONTENEAU permettant l'emploi de la solution directe à partir d'une estimation du recrutement. La méthode utilisée est celle décrite par TOMLINSON 1970, Tous les calculs ont été réalisés sur des "vraies" cohortes, i.e. non pas sur des cohortes synthétiques comme lors des groupes de travail de Dakar 1976 et Brest 1980. Les analyses ont été conduites dans les 2 hypothèses d'un stock unique ou de 2 stocks, selon une procédure analogue.

#### 4.1.2. Hypothèse recrutement constant

L'analyse dans un premier temps a retenu l'hypothèse d'un recrutement constant, Concernant le niveau de ce recrutement, donc du taux d'exploitation du stock, deux hypothèses ont été retenues :

- pour le stock de l'Atlantique est : ce stock semble, soit proche de la pleine exploitation, soit modérément exploité. Ces deux hypothèses seront dénommées  $F_{max}$  et  $F_{min}$  dans la suite de l'exposé. On verra dans l'analyse de production par recrue que ces deux hypothèses correspondent à un potentiel d'accroissement de la production (par recrue) d'environ 10 % ( $F_{max}$ ) à 100 % ( $F_{min}$ ). La solution  $F_{max}$  a été choisie en fixant le niveau du recrutement au plus bas niveau capable de générer tous les vecteurs de prises observés jusqu'à présent. La même démarche a été adoptée pour  $M = 0.6$  et  $M = 0.8$ , fournissant des estimations du recrutement minimum moyen égales à 125 millions ( $M = 0.6$ ) et 175 millions d'individus ( $M = 0.8$ ) à l'âge du recrutement dans la pêcherie (à une taille inférieure à 38 cm au 1er trimestre).

La solution  $F_{min}$  est fixée par hypothèse à un niveau du recrutement double de celui calculé dans l'hypothèse  $F_{max}$ , soit respectivement 250 millions ( $M = 0.6$ ) et 350 millions ( $M = 0.8$ ) d'individus.

- pour le stock de l'Atlantique ouest : ce stock semble soit modérément exploité ( $F_{max}$ ), soit sous exploité ( $F_{min}$ ). Dans cette hypothèse  $F_{max}$ , les recrutements moyens ont été estimés à 30 et 20 millions d'individus ( $M = 0.8$  et  $0.6$ ) à des niveaux approximativement égaux au double du recrutement minimum susceptible de permettre les prises observées. Ce choix est largement arbitraire mais correspond aux fortes incertitudes dans le secteur, liées au caractère récent des pêcheries et à la médiocrité des données statistiques dans le secteur.

A cette solution  $F$  max correspondra un potentiel d'accroissement de la production (par recrue) d'environ 70 %, pour des vecteurs  $F$  multipliés par 6. La solution  $F$  min de l'analyse des cohortes sera calculée pour des recrutements égaux par hypothèse à 5 fois les recrutements précédents, soit 150 millions ( $M = 0.8$ ) et 100 millions ( $M = 0.6$ ) d'individus. Cette hypothèse  $F$  min de l'Atlantique ouest correspond donc à un recrutement à un même niveau que l'hypothèse  $F$  max dans l'Atlantique est. La encore ces choix arbitraires résultent des fortes incertitudes dans ce domaine et les analyses subséquentes n'auront donc qu'un caractère relatif et préliminaire.

- pour le stock de l'Atlantique total, les estimations du recrutement correspondant à  $F$  min et  $F$  max seront obtenues par addition des recrutements dans l'Atlantique ouest et est, dans les hypothèses analogues.

Les objectifs d'une telle étude sont de déterminer une fourchette acceptable de taux d'exploitations des stocks et d'analyser dans ces diverses hypothèses les paramètres calculés par l'analyse des cohortes : mortalité par pêche, populations sous jacentes.

#### 4.1.3. Hypothèse recrutement variable

On constate que les vecteurs de prises manifestent une tendance à l'accroissement du niveau des effectifs capturés et une variabilité modérée des prises d'une cohorte à l'autre.

Il est souhaitable de tenter de tenir compte de cette variabilité du fait qu'une erreur modérée sur le recrutement génère une erreur importante sur les  $F$  calculés (par exemple si on admet que la classe 1973 est "moyenne", à un niveau 157 millions, alors que cette classe est 55 % supérieure à ce chiffre, le  $F$  moyen de l'âge 1.5 à 4.0 sera estimé à 0.61 alors qu'il n'est en réalité que de 0.28, soit une erreur sur  $F$  de 118 %)

On pourra admettre comme hypothèse de travail que le niveau de la prise sur une cohorte durant les 2.5 années de l'exploitation de celle-ci est principalement déterminé par le niveau du recrutement de la cohorte. Dans cette hypothèse, la mortalité par pêche moyenne de chaque cohorte durant 2.5 ans, entre 1.5 et 3 ans, a du varier comme l'effort de pêche. En d'autres termes on considérera que, si la capturabilité d'une cohorte est variable d'une saison de pêche ou d'une année à l'autre, sa capturabilité moyenne durant les 2.5 années de son exploitation significative, est constante d'une cohorte à l'autre, les variations de  $F$  provenant alors de variations de  $N$  et  $F$ . Si l'on admet cette hypothèse de travail, il devient possible d'estimer les variations du recrutement.

On calculera d'abord pour toutes les cohortes de 1968 à 1981, le  $F$  moyen entre les âges 1.5 et 4.0 ans correspondant à une large gamme de recrutements. Ainsi par  $M = 0.6$  on fera varier le recrutement de 50 à 310 millions d'individus par pas de 5 millions;

On déterminera ensuite les vecteurs  $F$  moyens par année de pêche les mieux en accord avec la tendance de l'effort de pêche;

Pour cela on minimisera la somme des carrés des écarts entre les  $F$  et les efforts de la période 1968 à 1981. On admettra dans cette analyse que les cohortes antérieures à 1968 et celles 1980 et 1981 (non estimables par la méthode actuelle) sont des cohortes "moyennes",

## 4.2. RESULTATS A RECRUTEMENT CONSTANT

4.2.1. Taux de mortalité par pêche, M constant égal à 0.6 et 0.8

Les taux de mortalité par pêche trimestriels ont été calculés de 1968 à 1981 dans l'Atlantique est, et de 1973 à 1981 dans l'Atlantique ouest et dans l'Atlantique total. Afin de pouvoir mieux visualiser ces résultats, les taux de mortalité par pêche ont été regroupés par périodes de quelques années jugées relativement homogènes et caractéristiques :

- Atlantique est : 70 à 73, 74 à 77, 78 à 81 (figure 12)
- Atlantique ouest : 73 à 76, 80 et 81 (figure 13)

Ces moyennes pluriannuelles ont en outre pour objectif de mettre en relief les tendances des taux de mortalités par pêche en résorbant la forte variabilité **interannuelle** des taux de mortalité par pêche trimestriels.

(a) Dans l'Atlantique est on constate :

- les faibles différences dans les "allures" des vecteurs F calculés dans les hypothèses F min et F max, et pour M = 0.6 ou M = 0.8

- la faiblesse des taux de mortalité par pêche lors de l'année du recrutement à un poids moyen inférieur à 2.5 kg (soit un âge inférieur à 2.5 ans)

- la décroissance régulière des taux de mortalité par pêche de l'âge 2.5 à la fin de l'âge 4, soit à des poids moyens compris entre 2.5 et 8 kg. Cette décroissance semble **indépendante** du niveau d'exploitation du stock ; elle est très voisine de 1968 à 1981,

- l'existence d'un cycle saisonnier **marqué des** taux de mortalité par pêche avec des F maxima pour tous les âges au 3ème trimestre.

la tendance à l'accroissement de la mortalité par pêche dans des proportions voisines pour les 4 classes d'âge exploitées avec des F "significatifs", (par exemple supérieur à 0.1) entre les années 1970-73 et 1979-81

(b) Dans l'Atlantique ouest on note :

- la relative constance des F entre les âges 1 et 5 : les F manifestent des fluctuations saisonnières notables, mais ont une tendance stable et ne montrent pas la forte tendance décroissante observée à l'est.

- le très notable accroissement des F entre la période 73-76 et 80-81 et ceci quelque soit le niveau d'exploitation du stock ;

(c) Dans l'Atlantique total :

L'analyse donne des résultats analogues à ceux de L'Atlantique est du fait de la **dominance** des prises de ce secteur. Le vecteur F calculé dans l'hypothèse F max pour la période récente 1980-1981 est seul représenté (figure 14). On note la même tendance décroissante des F avec l'âge, à un degré moindre toutefois que dans le secteur Atlantique est, pris isolément,

4.2.2.1. Populations sous jacente et biomasse, M constant

L'analyse des cohortes permet de calculer pour chacune de ses solutions une estimation de la population sous jacente par âge en nombre d'individus. Connaissant la croissance pondérale des individus, il est alors aisé de calculer la tendance de la biomasse annuelle du stock. Ce calcul a été réalisé dans les 2 hypothèses de stock, en prenant comme biomasse annuelle moyenne, la biomasse de chaque classe à la fin du 2ème trimestre. Ces résultats sont représentés figure 15. On note une faible variabilité inter-

annuelle des biomasses, variabilité très inférieure par exemple à celle des p u e en listao. La tendance des indices est identique quelque soit l'hypothèse sur F, mais à des niveaux absolus de biomasses bien entendu différents selon les hypothèses F min et F max.

Cette stabilité des biomasses a été probablement accentuée par l'hypothèse de travail d'un recrutement constant (hypothèse qui demeure sans doute assez proche de la réalité si l'on examine la faible variabilité des populations virtuelles). Il n'en demeure pas moins vrai que pour un stock à 4 ou 5 classes d'âge dont la variabilité du recrutement est modérée, on doit nécessairement avoir une biomasse assez peu variable, biomasse dont la tendance décroissante est déterminée par l'accroissement des prises. Ce résultat est l'un des plus importants et peu discutables de la présente analyse des cohortes ; il suggère que les variations de p u e, au moins de celles calculées d'une manière "traditionnelle", ne représentent pas véritablement l'abondance du stock mais largement les variations de sa capturabilité à telle ou telle pêcherie. Cela confirme donc qu'il sera difficile d'envisager d'ajuster un modèle global à de telles données (FONTENEAU 1983) où la p u e ne traduit pas l'abondance, et où l'effort ne correspond pas à la mortalité par pêche exercée par les flottilles.

#### 4.3. RESULTATS DE L'ANALYSE DES COHORTES A RECRUTEMENT VARIABLE AVEC AJUSTEMENT DE LA TENDANCE DES MORTALITES PAR PECHE A CELLE DE L'EFFORT DE PECHE

Les F calculés selon la méthode décrite au paragraphe 4.1.3. apparaissent au tableau 10. L'examen de l'évolution de l'effort de pêche suggère que la mortalité par pêche subie par chaque cohorte de 1968 à 1981 a été en régulier accroissement.

L'accroissement de l'effort est d'environ de 1 à 3 entre 1969 et 1981 ; on retiendra donc cette amplitude pour la variation du F moyen dans la période. On conservera toutefois une autre hypothèse de travail consistant à admettre un F multiplié par 5 (accroissement probablement surestimé) pour analyser la sensibilité de la méthode à l'emploi d'une évolution biaisée de l'effort de pêche. Le niveau actuel ou passé de F demeure problématique ; on fera donc deux hypothèses sur le F moyen actuel ; celle d'un F élevé et celle d'un F modéré exercés dans la période récente sur la classe 1979.

On calculera ensuite à l'aide du tableau 9, les recrutements de chaque cohorte correspondants aux F ayant les taux d'accroissement admis. Les résultats de cette analyse sont représentés figure 12.

On constate que la variabilité du recrutement ainsi calculée semble peu dépendante des hypothèses sur le niveau et la tendance de F. On met ainsi en évidence dans tous les cas une forte classe 1973, supérieure d'environ 55 % à la moyenne 69-79 et 3 classes médiocres, les classes 68 (40 % inférieure), 74 et 75 (20 % inférieure). Les autres classes semblent proches du niveau moyen du recrutement de la période.

Le vecteur des recrutements permettant de calculer le F les mieux en accord avec les efforts annuels est à un niveau moyen de 157 millions. Ce vecteur de recrutement est représenté figure 17. Cette solution de l'analyse des cohortes (Recrutement variable, F ajustés aux efforts) sera appelée F PR&. Les taux de mortalité par pêche par âge dans cette hypothèse sont donnés au tableau 10 et représentés sur la figure 18 pour la période récente 1979 à 1981. L'évolution du taux de mortalité de pêche par année (de pêche) de 1967 à 1981 est elle représentée figure 15, afin d'être comparée à l'évolution des biomasses calculées dans l'hypothèse d'un recrutement constant, Cette solution de l'analyse des cohortes est celle qui sera jugée comme traduisant au mieux la dynamique passée du stock de listao.

## 5 . P R O D U C T I O N   P A R   R E C R U E

## 5.1. GENERALITES :

Le modèle employé a été classiquement le modèle de production par recrue de RICKER (RICKER 1975) avec :

- . une mortalité naturelle constante
- . une mortalité par pêche constante, puis une mortalité par pêche variable en fonction de l'âge

Dans ce dernier cas, les vecteur  $F$  par âge sont ceux calculés par année de pêche à partir des analyses de cohortes menées sur les "vraies" cohortes de 1965 à 1981 (tableau 9).

- . la base de temps est, comme pour l'analyse des cohortes le trimestre=
- . la croissance pondérale est celle représentée figure 2 et correspond à la croissance en longueur représentée sur la même figure.

La production par recrue a été calculée sur les périodes de temps de la pêcherie jugées "homogènes" au § 4.2.1. , afin d'analyser la production par recrue durant des périodes "caractéristiques" et en moyennant les erreurs possibles commises dans le calcul d'un  $F$  d'une année à un âge donné.

Les mêmes calculs de production par recrue sont menés dans les 3 hypothèses de 2 stocks est et ouest, et dans celle d'un stock unique dans l'Atlantique.

## 5.2. PRODUCTION PAR RECRUE A F CONSTANT :

Dans ce calcul on introduira un  $F$  constant, variant de 0 à 1.0, indépendamment des résultats de l'analyse des cohortes.

Il est clair pour le listao que  $F$  n'est pas constant en fonction de l'âge, quelque soit les hypothèses sur l'identité des stocks, la croissance et la mortalité naturelle. L'analyse de production par recrue à  $F$  constant présente toutefois un intérêt certain, dans la mesure où elle sert de valeur de référence à laquelle on pourra utilement comparer les résultats obtenus avec des valeurs de  $F$  plus conformes aux observations. Les résultats de cette analyse sont représentés sous forme graphique sur la figure 20 pour  $M = 0.6$  et un recrutement de 200 millions d'individus (donc comparable à une hypothèse  $F$  min.). On remarque immédiatement la forme caractéristique des isoplèthes de production par recrue : dans toute la gamme des  $F$  "vraisemblables" pour une pêcherie exploitant le stock d'un taux d'exploitation modéré à un taux élevé, il n'y a ni bénéfice, ni perte significative de production par recrue, à augmenter l'âge à la première capture. Ce résultat "paradoxal" résulte de toute évidence de la forme particulière de la courbe de croissance en poids qui est quasiment linéaire du recrutement jusqu'à la disparition des individus de la pêcherie. On note en outre que la prise maximale d'une telle pêcherie est à peine supérieure à 175 000 t pour un  $F$  légèrement supérieur à  $M$ .

## 5.3. PRODUCTION PAR RECRUE ATLANTIQUE EST :

## 5.3.1. Ensemble des pêcheries :

La production par recrue dans cette hypothèse été calculée durant deux périodes caractéristiques de la pêcherie de listao :

- Années 1970 à 1973 (pêcherie historique)
- Années 1979 à 1981 (pêcherie actuelle)

La même analyse a tout d'abord été conduite dans les hypothèses  $F_{\min}$  et  $F_{\max}$ , avec un recrutement constant, décrites au chapitre 4.1. à l'analyse des cohortes, et pour  $M = 0.6$  et  $M = 0.8$ .

Ces résultats sont représentés figure 20 et 21. On constate sur ces figures que l'allure des isocourbes de production par recrue est **très** comparable quelque soit la valeur de  $M$ , la période d'étude et l'hypothèse sur le degré d'exploitation du stock.

On constate en particulier que dans tous les cas il n'y a ni bénéfice, ni perte sensible de production par recrue à ne pas capturer les **listaos** entre 1 et 2 ans ou 2.5 ans.

Ce résultat est conforme aux analyses réalisées en 1976 pour la période historique (Groupe de travail de Dakar), Il répond à la question qui était posée lors de la **réunion** du SCRS en 1982 concernant un éventuel changement de stratégie de pêche de certaines pêcheries durant la période "récente".

La production par recrue du stock de l'Atlantique de l'est a aussi été calculée pour les résultats de l'analyse des cohortes les mieux en accord avec la tendance des efforts pour  $M = 0.6$  ( $F_{\text{prob}}$ ) avec un recrutement variable (tableau 25). Ce résultat est représenté figure 25 c. (La pêcherie actuelle (1979 à 1981) exploiterait le **listao** avec le vecteur des  $F$  par âge représenté sur la même figure). Un doublement de ce vecteur  $F$  entraînerait un accroissement de production par recrue de 30 % selon le schéma actuel des  $F$  par âge.

### 5.3.2. Analyse de production par recrue multiengins :

#### (a) **Généralités :**

Chaque pêcherie de **listao** de l'Atlantique de l'est exploite en général une certaine gamme de tailles (et d'âges) caractéristique de celle-ci. Certaines pêcheries en particulier exploitent en majorité des **listaos** de petite taille, par exemple la pêcherie de l'Angola (**canneurs et senneurs** qui **capturent** les mêmes tailles de **listao**) et celle des **canneurs** de Téma. Les résultats des marquages suggèrent **fortement** que ces pêcheries exploitent en aval, **le même** stock que les autres **pêcheries de senneurs et de canneurs** qui **exploitent** dans l'Atlantique est les **listaos plus âgés** ; il est donc très **intéressant** dans cette hypothèse d'analyser la **compétition potentielle**, en termes de **production** par recrue, **entre les engins capturant une dominance** de jeunes poissons et les autres pêcheries. Deux types de **compétitions** seront ainsi analysés, celle entre la pêcherie angolaise et les **autres** pêcheries de l'Atlantique est, et celle entre la pêcherie des **canneurs de Téma** et les autres pêcheries.

#### (b) **Canneurs de Téma et autres pêcheries :**

Le calcul de la production par recrue est effectué dans la **période** récente 1978-1981, à partir des taux de mortalité par pêche moyens par âge **calculés** durant cette période ( $F$  ajustés aux efforts, recrutements variables,  $M = 0.6$ ).

On dispose par l'analyse des cohortes des estimations des  $F$  **par âge** pour tous les engins réunis. On connaît par ailleurs la prise, **en nombre** d'individus, par âge de chaque engin dans la même période. Il est alors aisé de calculer les  $F$  partiels de chaque engin en ventilant le  $F$  total proportionnellement à la prise de chaque engin (tableau 12). Les vecteurs  $F$  par âge ainsi estimés sont représentés figure 25. On note la différence marquée entre ces 2 vecteurs  $F$ , les **canneurs** de Téma exploitant le stock à un plus jeune âge. Ces vecteurs  $F$  constituent la donnée de base de l'analyse de production par recrue multiengins.

. tout accroissement de la mortalité par pêche d'un engin décroît la production de l'autre engin.

. dans la situation actuelle tout accroissement de la mortalité par pêche générée par l'un ou l'autre engin augmente la production par recrue globale.

. pour des mortalités par pêche très @levées de l'un ou l'autre engin la production par recrue totale devient indépendante de l'effort du 2ème engin. Par exemple si le F des pêcheries "non Téma" est multiplié par 5, la production par recrue totale **théorique** sera la même (150 000 t, à 2 % près) sans la flottille de Téma (capture = 0) ou avec une flottille actuelle x 10 (capturant alors 61 0.00 t) . On peut donc en conclure que les différences importantes dans les âges des **listaos** capturés sont sans impact significatif sur la production par recrue des pêcheries.

L'introduction d'une limite d'âge à la lère capture de 2.0 ans amène aux résultats donnés dans le tableau 14 (a à c).

. La limite **entraîne** par rapport à la situation actuelle une baisse de la production par recrue globale de 6.5 X, surtout sensible chez les **canneurs** de Téma (17 %) et moins forte chez les autres engins (4 %).

. Pour des efforts de pêche accrus par exemple doublés pour tous les **engins**, la production par recrue globale serait identique avec ou sans limite de taille. Cette stabilité résulte en fait d'une perte de 8 % chez les **canneurs** et d'un gain de 3 % pour les autres engins. Les légères pertes ou les bénéfices nuls à attendre d'une taille à la première capture, mis en évidence au chapitre 5.3.1., doivent donc être nuancés en un potentiel de perte légère ou de gains légers pour les flottilles exploitant diverses tailles de listao, et un potentiel de perte sensible pour les flottilles exploitant le **listao** à un jeune âge et pendant une période restreinte (**canneurs** de Téma).

#### (c) Canneurs de l'Angola et autres pêcheries

Le calcul a été effectué de la même manière que pour les **canneurs** de Téma et durant la même période. Les vecteurs de prises retenus sont ceux des **canneurs** de l'Angola ; on pourra **de fait** aisément considérer que ces conclusions s'appliquent à **l'ensemble** des **pêcheries travaillant potentiellement en Angola**, du fait que les **pêcheries** de l'Angola exploitent le **listao** aux mêmes **tailles** et durant les **mêmes** saisons de pêche que les flottilles de **semneurs** dans la région. Les **résultats** des calculs sont données au tableau 15 (a à c).

**Toutes** les conclusions faites pour la compétition entre flottilles de Téma et autres flottilles s'appliquent dans le cas de l'Angola.

#### 5.4. PRODUCTION PAR RECRUE ATLANTIQUE OUEST

L'analyse des cohortes a montré que les vecteurs F par âge sont, comme les vecteurs de prises, très différents dans l'Atlantique ouest de ceux calculés à l'est. L'analyse de production par recrue a été menée durant les périodes 1973-75 et 1980-1981. Cette deuxième période a été choisie pour inclure une prise "moyenne" de la pêcherie brésilienne de gros **listaos**, dont le **développement** date de 1980. Les résultats de l'analyse sont représentés figures 23 et 24 ; On constate à l'examen de ces figures que les courbes de production par **recrue obtenues** dans cette hypothèse sont très comparables à **celles obtenues** dans l'Atlantique est, en particulier en ce qui concerne

les conséquences d'un éventuel changement de l'âge à la première capture. Seul l'accroissement potentiel de production par recrue avec des **F accrus** est supérieure, mais ce n'est que la conséquence directe de l'hypothèse **admise**

pour le recrutement. Aucun ajustement des F annuels aux efforts annuels n'a été tenté du fait de l'absence d'indices d'effort de pêche.

### 5.5. PRODUCTION PAR RECRUE ATLANTIQUE TOTAL

L'analyse de production par recrue a été conduite sur les F max calculés dans l'hypothèse d'un stock unique de listao dans l'Atlantique (§ 4.2). Les résultats de cette analyse sont représentés pour  $M = 0.6$  sur la figure 25(b). On constate à l'examen de cette figure une différence sensible par rapport aux résultats précédents : si dans l'hypothèse F min où le stock atlantique n'est que modérément exploité en 1980-81, l'allure des isoplèthes est identique aux résultats précédents, celles où le stock est proche de la pleine exploitation sont particulières :

On note ainsi que pour des mortalités par pêche accrues, par exemple de 50 %, il y a un très léger bénéfice de 1.6 % à porter jusqu'à 2 ans l'âge à la première capture. Ce résultat est intéressant à considérer. Bien que rien ne confirme l'hypothèse d'un stock unique de listao, il montre bien que si le stock est assez fortement exploité, les fortes captures de petits listaos (par exemple celles en Angola) diminuent la production par recrue, alors que celles de gros listaos (par exemple aux Canaries ou au Brésil) l'améliorent.

Bien entendu ces variations de production par recrue demeurent négligeables vis à vis des variations du recrutement ou de celles résultant de changements de capturabilité.

### 5.6. INFLUENCE DU SCHEMA D'EXPLOITATION SUR LA PRODUCTION PAR RECRUE

On a vu la particularité du schéma de recrutement capturabilité du listao dans l'Atlantique est (figure 10) qui est déduit de l'examen du vecteur moyen des prises par âge. On peut se poser la question de l'influence d'un éventuel changement des capturabilités par âge ; en particulier on peut se demander quel accroissement de production par recrue serait à espérer si les poissons de plus de 3.0 ans restaient disponibles dans les Pêcheries de l'Atlantique est. L'analyse à F constant laissait supposer un potentiel de gains modeste. Ce résultat est confirmé en menant l'analyse de production par recrue avec trois vecteurs F très différents ( $M = 0.6$ ) (figure 25).

- 1- le vecteur F PROB estimé dans l'Atlantique est de 1979 à 1981.
- 2- un vecteur F dérivé de celui de la solution F max dans l'Atlantique total 1979 à 1981.
- 3- un vecteur F dérivé de la solution F min Atlantique ouest, 1979 à 1981.

Ces trois vecteurs ont été fixés à un niveau tel qu'ils ont un même F moyen des âges 1.5 à 4.0 ans.

L'analyse de production par recrue montre qu'à court terme, il y a un léger accroissement de 5 000 à 10 000 t de production par recrue dans la prise correspondant à ces trois vecteurs F. Le potentiel de production par recrue maximale pour des vecteurs F accrus demeure très voisin dans les 3 cas.

## 6. MODELE GLOBAL, ATLANTIQUE DE L'EST

## 6.1. AJUSTEMENT AUX DONNEES D'EFFORT/PUE

Le modèle global généralisé dans sa version décrite par FOX 1975, a été ajusté aux données de prises, efforts de pêche et p.u.e.

Un tel ajustement est **considéré** habituellement comme difficile ou **impossible** pour le **listao**. L'ajustement a toutefois été tenté sur les données de p u e et d'effort obtenus au chapitre 2.7. Les valeurs observées et les courbes d'ajustement sont représentées figure 27. Dans ce **modèle**, rap- pelons que le paramètre m, correspond au type du modèle : m = 2, modèle parabolique de Schaeffer, m = 1.0 modèle exponentiel de Fox et m = 0.0 modèle hyperbolique. Le modèle a été ajusté avec ces 3 valeurs de m. Le paramètre k, égal du nombre de classes d'âges exploités significativement par la pêcherie et nécessaire à l'estimation des efforts **équilibrés**, a été fixé à 3.

Les résultats de ces ajustements sont donnés au tableau 16. On constate à l'examen de ce tableau que selon la valeur de m, la prise maximale **équilibrée** est estimée entre 104 000 t (m = 2.0) et 177 000 t (m = 0). Pour m = 1.0, qui donne le meilleur ajustement du modèle aux observations, la **PME\* est estimée à 120 000 t**. La pêcherie actuelle exerce un effort de pêche très proche de l'effort optimum (15 % inférieur) pour m = 2.0 ; l'effort actuel est par contre sensiblement inférieur à l'effort optimum (de 75 %) dans le modèle avec m = 1.0.

L'ajustement du **modèle** global aussi **été** réalisé sur les deux autres séries de p u e = efforts calculées au paragraphe 2.7.2. afin d'analyser la **sensibilité** du modèle au choix de la p u e retenue comme indice d'abondance.

Les résultats de ces ajustements sont données aux tableaux 17 et 18. On constate que les résultats obtenus sont **très** comparables à ceux obtenus avec la première série de p u e.

Le modèle global tend donc à conclure pour **les** diverses p u e retenues que le stock de **listao** de l'Atlantique **est**, a atteint sa pleine exploitation, ou est proche de ce niveau.

## 6.2. AJUSTEMENT AUX DONNEES PRISES ET TAUX DE MORTALITE PAR PECHE

Les taux F sont ceux calculés au paragraphe 4.4., c'est à dire à recrutement variable. Le calcul est effectué pour m = 0.1 et 2.0, et k = 3. Les résultats **de ces** analyses sont donnés au tableau 19.

La comparaison des résultats obtenus avec un ajustement sur l'effort et sur la mortalité par pêche montre que ceux-ci sont très comparables, tant en ce qui concerne les PME estimées que quant à la **situation** de l'effort de la pêcherie actuelle par rapport à l'effort optimum. On note en **général** un ajustement meilleur qu'avec l'effort de pêche. Les différences sont de fait beaucoup plus importantes selon le m **retenu**, que selon l'emploi d'un vecteur effort de pêche ou mortalités par pêche.

## 6.3. CONCLUSIONS

Dans tous les cas les conclusions de cette analyse sont à accepter avec beaucoup de prudence du fait de la **difficulté** d'estimer : l'effort de pêche et à des variations de **capturabilité** chez le **listao**. En outre dans le meilleur des cas, ces estimations ne s'appliquent que par une pêcherie ayant sa configuration actuelle (zones, engins et tailles Capturées).

\* PME = Pri se maximale équi l i brée

## 7 . EVOLUTION DE LA FECONDITE DU STOCK

Il est essentiel dans l'aménagement d'une ressource halieutique de contrôler l'évolution du potentiel de reproduction du stock. Les données collectées lors de l'année **listao** permettent de faire ces calculs.

Le nombre d'oeufs pondus par une femelle de **listao** en fonction de son âge a été estimé par P. CAYRE et al. 1983. Sachant par ailleurs que le sex ratio est indépendant de la taille et égal à 0.5, il est aisé, connaissant le nombre d'individus dans le stock, de calculer une estimation du nombre d'oeufs produits potentiellement par le stock.

La loi fécondité-âge utilisée est représentée figure 27. (CAYRE, com. pers.)

L'évolution du potentiel instantané de ponte du stock estimé au § 4.2.3 de 1968 à 1981, est représenté figure 28. On constate qu'entre 1968 où le stock était peu exploité, et 1981, le potentiel instantané de ponte aurait baissé d'un niveau 5.4 à 3.5 milliards d'oeufs annuels. Ce potentiel instantané correspond au nombre d'oeufs pondus annuellement si chaque femelle pond une fois par an et doit éventuellement être multiplié par le nombre de pontes annuelles si une femelle de **listao** pond plusieurs fois par an.

## 8 . CONCLUSIONS - ETAT DES STOCKS DE LISTAO

Les principales conclusions de la présente étude sont les suivantes :

(1) les vecteurs de prises par âge sont très caractéristiques et différents dans l'Atlantique est ou ouest.

Dans l'Atlantique est, ils traduisent un recrutement très progressif de chaque cohorte dans la pêcherie jusqu'à l'âge de 3 ans, puis un "évanouissement" rapide de la population exploitée, probablement dû à une émigration de individus hors de la zone de pêche traditionnelle.

Dans l'Atlantique ouest après une phase de recrutement progressif de 1.0 à 2.0 ans, on note une décroissance progressive des prises par âge, correspondant probablement à la mortalité totale réelle, naturelle et par pêche, de la population.

(2) la mortalité par pêche a considérablement augmenté dans tous les secteurs de 1968 Ct.19.81 ; on note toutefois que, à l'est et à l'ouest, chaque secteur a conservé l'allure caractéristique de son vecteur de prises par âges ; les prises par âge de chaque secteur se sont accrues dans des proportions analogues quand les prises totales ont augmentées.

(3) le recrutement semble peu variable si l'on en juge par la stabilité des populations virtuelles qui suivent la tendance de l'effort de pêche. Seule la classe 1973 semble avoir été bien supérieure à la moyenne et la classe 1968 bien inférieure. Bien que les variations des recrutements semblent modérées, il est important de les estimer afin d'éviter les sérieuses erreurs commises sur les **F** estimés pour les cohortes faibles ou fortes.

(4) la capturabilité du stock de **listao** est très variable surtout pour les senneurs, et constitue la principale source de variabilité des **p u e**, la variabilité de la biomasse du stock étant très probablement faible du fait de la présence simultanée de cinq classes d'âge significatives et de la stabilité du recrutement.

(5) le taux de mortalité naturelle retenu dans l'analyse ne semble pas avoir véritablement d'importance et ne change ni les conclusions, ni la tendance des paramètres, au moins dans la gamme des mortalités naturelles étudiées de 0.6 à 0.8.

(6) le stock de listas de l'Atlantique de l'est serait proche de la pleine exploitation, mais pourrait fournir un accroissement des prises d'environ 30 % pour un effort de pêche doublé, ceci dans les conditions actuelles de pêche,

(7) les variations de  $p u e$  et donc de la prise resteront fortes du fait de la variabilité du facteur capturabilité, au moins tant que les mécanismes de cette variabilité n'auront pas été **appréhendés**. Les écarts biomasse et  $p u e$  mensuelle par engin pourront utilement être analysés afin en particulier de décaler un éventuel cycle de la capturabilité, surtout chez les senneurs où ce paramètre semble le plus variable.

(8) dans l'hypothèse de deux stocks de **listaos**, il n'y a ni bénéfice, ni perte, au niveau de l'ensemble des pêcheries à ne pas capturer les individus entre 1 et 2 ans, quel que soit le taux d'exploitation du stock ou la mortalité naturelle de l'espèce (pour la gamme étudiée  $M = 0.6$  et  $M = 0.8$ )

(9) dans l'hypothèse d'un stock unique de **listao** dans l'Atlantique, il n'y a pas de bénéfice ni de perte à ne pas capturer le **listao** jusqu'à un âge de 2 ans (2.5 kg) si le stock est actuellement assez fortement exploité. Par contre dans cette hypothèse pour un vecteur **F** accru de 100 %, il y a un gain de production par recrue de 1.6 % pour un âge à la première capture accru de 1 à 2 ans. Si ce stock est faiblement exploité, il n'y a, comme dans l'hypothèse de 2 stocks, aucun bénéfice, et le plus souvent une perte légère, à attendre d'un accroissement de l'âge à la première capture.

(10) la possibilité de changer la production par recrue du listas en modifiant le profil des **F** par âge ("**Fishing pattern**") semble très minime et la production par recrue totale du **listao** atlantique semble très indépendante du schéma des **F** par âge (du fait probablement de la croissance pondérale **quasiment** linéaire). L'analyse de production par **recrue** multiengins révèle en particulier que les engins qui capturent une **dominance** de **listao** de petite **taille**, comme les **canneurs** de **Téma** ou ceux de l'Angola, sont bien entendu en compétition avec les autres flottilles, mais ne diminuent pas la **production** par recrue globale.

(11) l'emploi d'un modèle global sur des données de **prise/effort** ou de **prise/mortalité** par pêche est une possibilité qui semble intéressante à explorer .

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

- An. ISRA-ORSTOM, 1976.- Rapport du groupe de travail sur le **listao** atlantique. 91 p.
- An. ICCAT, 1980.- Rapport de la réunion sur les thonidés tropicaux juvéniles. Brest. Rec. Scient. ICCAT vol. 13.
- CAYRE (P.) et LALOE (F.), 1983.- Relation longueur poids du **listao** de l'océan Atlantique. **Doc. SKJ conf./83/13.** ICCAT.
- CAYRE (P.) et FARRUGIO (H.), 1983.- Biologie de la reproduction du **listao** de l'océan Atlantique. **Doc. SKJ conf./83/12.** ICCAT
- FONTANA (A.), 1979.- Etude du stock démersal côtier congolais. Biologie et dynamique des principales espèces exploitées. Propositions d'aménagement de la pêche. Thèse **doct.** Etat Sciences Nat. Univers. Pierre et Marie Curie Paris 6 : 300 p.
- FONTENEAU (A.), 1983.- Le modèle global et la dynamique du **listao.** **Doc SKJ conf./83/18.** ICCAT
- FONTENEAU (A.), 1983.- L'effort de pêche sur le **listao.** **Doc. SKJ conf./83/16** ICCAT
- FOX (W.W.) (Jr), 1975.- Fitting the generalized stock production model by least squares **and** equilibrium approximation. Fish. Bull. US vol. 73 (1) : pp 23-26.
- PELLA (J.J.) and TOMLINSON (P.K.), 1969.- A generalized stock production model. Bull. Inter. **Am. Trop. Tuna** Comm., 13 : pp 240-496
- TOMLINSON (P.K.), 1970.- A generalization of the Murphy catch equation. **J. Fish. Res. Bd. Canada** 27 ; pp. 821-825.
- RICKER (W.E.), 1975.- Computation **and** interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can, **N°** 191, 382 pp.

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.- : Fréquences de taille du listao (moyenne de 1975 à 1981, en pourcentage) par classe de 1 cm de longueur à la fourche pour les pêcheries de l'Atlantique est (1a) et pour celles de l'Atlantique ouest (1b).

Figure 2.- : Croissance du listao en longueur et en poids retenue dans l'analyse.

Figure 3.- : Décomposition des fréquences de tailles trimestrielles en prises par âge.

Figure 4.- : Indice de pue utilisées dans le calcul d'un indice d'effort listao

Figure 5.- : Evolution de l'effort de pêche exercé sur le listao selon l'indice de pue retenu.

Figure 6.- : Populations virtuelles des cohortes recrutées de 1968 à 1981 dans l'Atlantique est.

Figure 7.- : Prises annuelles réalisées aux âges 1 à 3 sur les cohortes 1968 à 1980.

Figure 8.- : Evolution de 1962 à 1981 des prises annuelles réalisées dans l'Atlantique (total, est et ouest) des âges 1 à 5+

Figure 9.- : Prises trimestrielles en fonction de l'âge réalisées sur les cohortes 1968 à 1980 dans l'Atlantique est (9a) et sur les cohortes 1973 à 1980 dans l'Atlantique ouest (9b).

Figure 10.- : Prises moyennes par âge de 1973 à 1981, par trimestre, dans l'Atlantique est et dans l'Atlantique ouest.

Figure 11.- : Concepts déduits de l'examen des vecteurs de prises moyennes par âge dans l'Atlantique est (11a) et ouest (11b).

Figure 12.- : Vecteur des mortalités par pêche moyennes calculées pour l'Atlantique est pour  $M = 0.6$  et  $M = 0.8$  dans l'hypothèse recrutement constant et dans les hypothèses d'un stock soit assez fortement exploité (F max) soit modérément exploité (F min). Les F moyens sont calculés pour 3 périodes caractéristiques de l'évolution des pêcheries : 1970 à 1973, 1974 à 1977, 1978 à 1981.

Figure 13.- : Vecteur des mortalités par pêche moyennes calculées pour l'Atlantique ouest pour  $M = 0.6$  et  $M = 0.8$  dans l'hypothèse recrutement constant et dans les hypothèses d'un stock assez fortement exploité (F max) ou modérément exploité (F min), Les F moyens sont calculés pour 2 périodes caractéristiques de l'évolution des pêcheries : 1973 à 1976, 1977 à 1981.

Figure 14.- : Vecteur des mortalités par pêche moyennes calculées pour l'Atlantique total pour  $M = 0.6$  dans les hypothèses recrutement constant et d'un stock assez fortement exploité (F max), périodes 1979-1981.

Figure 15.- : Evolution de la biomasse listao de l'Atlantique est, dans les hypothèses F max., F min. à recrutement constant et dans l'hypothèse F PROB. à recrutement variable (niveau moyen = 157 millions à l'âge 1.0) .

Figure 16.- : Variations estimées du recrutement **listao** de l'Atlantique est selon la tendance et le niveau de la mortalité par pêche.

Figure 17.- : Variation du recrutement jugée la plus probable pour le **listao** de l'Atlantique est .

Figure 18.- : Taux trimestriels de mortalités par pêche en fonction de l'âge,  $M = 0.6$ ,  $F$  ajusté à l'effort de pêche, recrutement variable, moyenne de la période 1979 à 1981 (**Listao** de l'Atlantique est).

Figure 19.- : Effort de pêche et taux de mortalité par pêche annuels moyens calculés dans la solution  $F$  PROB de l'analyse des cohortes avec un recrutement variable, **listao** de l'Atlantique est.

Figure 20.- : Modèle de Production par recrue à  $F$  et  $M$  constant ( $M = 0.6$ ).

Figure 21.- : Modèle de Production par recrue pour  $M = 0.6$ , recrutement constant, dans les hypothèses  $F$  min et  $F$  max. pour le **listao** de l'Atlantique est

Figure 22.- : Modèle de Production par recrue pour  $M = 0.8$ , recrutement constant, dans les hypothèses  $F$  min et  $F$  max pour le **listao** de l'Atlantique est

Figure 23.- : Modèle de Production par recrue à  $F$  et  $M$  constant, dans les hypothèses  $F$  min et  $F$  max pour le **listao** de l'Atlantique ouest

Figure 24.- : Modèle de Production par recrue pour  $M = 0.6$ , recrutement constant, dans les hypothèses  $F$  min et  $F$  max. pour le **listao** de l'Atlantique ouest

Figure 25.- : Production par recrue calculée selon divers schéma d'exploitation  
 (a) le Vecteur des  $F$  moyens par âge de l'Atlantique ouest, période 1979-1981, hypothèse  $F$  min,  $M = 0.6$ , recrutement constant  
 (b) le Vecteur des  $F$  moyens par âge de l'Atlantique total, période 1979-1981, hypothèse  $F$  max,  $M = 0.6$ , recrutement constant  
 (c) le Vecteur des  $F$  moyens par âge de l'Atlantique est, période 1979-1981, hypothèse  $F$  prob.,  $M = 0.6$ , recrutement variable.

Figure 26.- : Vecteurs  $F$  par âge de la pêcheries des **canneurs** de **Téma** et de celle des **canneurs** de l'Angola et mortalité par pêche des autres pêcheries (solution  $F$  PROB de l'analyse des cohortes, moyenne 1978 à 1981)

Figure 27.- : Modèle de production ajusté au **listao** de l'Atlantique est pour  $M = 0, 1$  et  $2$ ,  $k = 3$ . L'effort de pêche est calculé à partir de la pue excluant les senneurs moyens  $FISM$  en 1980-81 et incluant les pue de **Téma** corrigées.

Figure 28.- : Relation entre la fécondité et l'âge employée dans la présente analyse.

Figure 29.- : Evolution du potentiel de ponte estimé pour la période 1968 à 1987 dans l'hypothèse  $F$  PROB à recrutement variable.

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.- : Statistiques des prises annuelles totales par zone de **listaos** (en milliers de tonnes) utilisées dans l'analyse.

Tableau 2.- : Echantillons des fréquences de taille de **listaos** disponible pour les différentes pêcheries de l'Atlantique est (a) et de l'Atlantique ouest (b).

Tableau 3.- : Substitutions de strates réalisées de 1976 à 1981 dans l'**Atlantique** est (3a) et dans l'Atlantique ouest (3b).

Tableau 4. - : Tonnages de **listaos** échantillonnés au niveau engin-pays-trimestre, dans l'Atlantique est et ouest,

Tableau 5.- : Calcul de l'indice d'effort exercé sur **le listao** (a) données brutes (b) données transformées.,

Tableau 6.- : Estimation d'une pue corrigée pour **les canneurs** japonais de **Téma**

Tableau 7.- : Vecteurs des prises trimestrielles par âge, années 1968 à 1981, **listao** de L'Atlantique est

Tableau 8.- : Vecteurs des prises trimestrielles par âge , années 1973 à 1981, **listao** de l'Atlantique ouest,,

Tableau 9.- : F moyens entre les âges 1.5 à 1.0 ans **selon** le niveau du recrutement, **listao** de l'Atlantique est.

Tableau 10.- : Taux de mortalités par pêche calculés par analyse des cohortes dans la solution "**F PROB**"(F ajustés à l'effort ,  $M = 0.6$ , Recrutement **variable**), pour le **listao** de l'Atlantique est.

Tableau 11.- : Production par recrue du **listao** de l'Atlantique est, dans l'hypothèse  $M = 0.6$ , recrutement variable et F ajustés à la tendance de l'effort.

Tableau 12.- : Estimation des F partiels par engin des **canneurs** de **Téma** et des **canneurs** de L'Angola de 1978 à 1981.

Tableau 13.- : Production par recrue multiengins du **listao** de l'Atlantique est, **canneurs** de **Téma** et autres pêcheries, sans **limite** d'âge à la première capture (en milliers de tonnes métriques).

Tableau 14.- : Production par recrue multiengins du **listao** de l'Atlantique est : **canneurs** de **Téma** et autres pêcheries , avec une limite d'âge à la première capture de 2 ans (en milliers tonnes métriques) .

Tableau 15.- : Production par recrue multiengins du **listao** de l'Atlantique est : **canneurs** de l'Angola et autres pêcheries, sans limite d'âge à la première capture (en milliers de tonnes métriques.)

Tableau 16.- : Résultats de l'ajustement du modèle global au **listao** de l'Atlantique est sur les données de prises et d'efforts de pêche.

Tableau 17.- : Résultats de l'ajustement du modèle global au **listao** de l'Atlantique est sur les données de prises et d'efforts de pêche avec des efforts de pêche calculés en éliminant les pue FISM en 1980-1981 (jugés peu représentatives) .

Tableau 18.- : Résultats de l'ajustement du modèle global au listao de l'Atlantique est sur les données de prises et d'efforts de pêche, et en incorporant les pue de Tema corrigées quand à la composition spécifique et la standardisation de l'effort de pêche.

Tableau 19.- : Résultats de l'ajustement du modèle global du listao de L'Atlantique est sur les données de prises et mortalité par pêche.

Tableau 1.- : Statistiques de prises annuelles totales de listaos par zone (en milliers de tonnes) utilisées dans l'analyse.

(données de prises jugées les meilleures à la date de l'analyse)

ANNEE	PRISE ATL. EST	PRISE ATL. OUEST	PRISE ATL. TOT.
68	<b>45.7</b>	2.6	48.3
69	<b>28.1</b>	1.9	30.0
70	47.9	2.4	50.3
71	76.8	2.2	79.0
72	74.8	1.4	76.2
73	75.1	2.7	77.8
74	114.4	3.3	117.7
75	57.4	3.4	60.8
76	73.1	3.7	76.8
77	114.6	3.2	117.8
78	100.7	6.6	107.3
79	84.6	5.8	90.4
80	102.7	12.5	115.2
<b>81</b>	<b>119.0</b>	<b>18.6</b>	<b>137.6</b>

Tableau 2 . . . ; Echantillons des fréquences de tailles de listao disponibles pour les diverses pêcheries de l'Atlantique de l'Est.

	A N N E E								
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Canneurs Téma	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Senneurs Espagnols	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Canneurs Espagnols	+	t	+	+	+	+	+	+	+
FISM	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Canneurs Canaries	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Portugal	-			-	-	-	+	+	+
Senneurs Japon	+	+	+	Pas	de	pêche	rie		
Senneurs USA-Canada	+	t	+	+	+	+	+	+	+
URSS	(+)			(+)	(+)	-	(+)	(+)	(+)
Canneurs Cap Vert	-			-	-	-	+	+	+
Canneurs Angola	-			-	+	+	+	+	+

- Prise non échantillonnée

+ Prise échantillonnée utilisée dans l'analyse

(+)Prise échantillonnée non utilisée dans l'analyse

Tableau 3.(a): Substitutions de strates réalisées : 3(a) Atlantique est de  
1976 à 1981

STRATE NON ECHANTILLONNEE			STRATE DE SUBSTITUTION		
ENGIN	A N	TRIM	ENGIN	A N	TRIM
C FIS	76	1C	FIS	76	2
S USA	73	1S	FIS	76	1
S USA	77	2S	USA	77	3
S USA	78	1S	FIS	79	1
S ESP	76	1S	FIS	76	1
S ESP	76	2S	FIS	76	2
S ESP	77	1S	FIS	77	1
MAYOC	76	3C	FIS	76	3
MAROC	77	2C	FIS	77	3
MAROC	77	3C	FIS	77	3
MAROC	77	4C	FIS	77	3
MARX	73	3C	FIS	78	3
YAROC	79	3C	FIS	79	3
MAROC	80	3C	FIS	80	3
MAROC	81	3C	FIS	81	3
C CAN	75	2C	CAN	76	3
C CAN	77	1C	CAN	77	2
C CAN	77	3C	CAN	78	3
C CAN	77	4C	CAN	78	3
C CAN	78	1C	CAN	78	2
C CAN	78	4C	CAN	78	3
C CAN	80	1C	CAN	80	2
URSS	76	1S	FIS	76	1
URSS	76	2S	FIS	76	2
URSS	76	3S	FIS	76	3
URSS	76	4S	FIS	76	4
URSS	77	1S	FIS	77	1
URSS	77	2S	FIS	77	2
URSS	77	3S	FIS	77	3
URSS	77	4S	FIS	77	4
URSS	78	1S	FIS	78	1
URSS	78	2S	FIS	78	2
URSS	78	3S	FIS	78	3
URSS	78	4S	FIS	78	4
URSS	79	1S	FIS	79	1
URSS	79	2S	FIS	79	2
URSS	79	3S	FIS	79	3
URSS	79	4S	FIS	79	4
URSS	80	1S	FIS	80	1
URSS	80	2S	FIS	80	2
URSS	80	3S	FIS	80	3
URSS	80	4S	FIS	80	4
URSS	81	1S	FIS	81	1
URSS	81	2S	FIS	81	2
URSS	81	3S	FIS	81	3
URSS	81	4S	FIS	81	4
C ANG	76	1C	ANG	78	1
C ANG	76	2C	ANG	78	2
C ANG	76	3C	ANG	78	4
C ANG	76	4C	ANG	78	4
C ANG	77	1C	ANG	78	1
C ANG	77	2C	ANG	78	2

Tableau 3 (a).- : Substitutions de strates réalisées : 3(a) Atlantique  
est de 1976 à 1981

STRATE NON ECHANTILLONNEE			STRATE DE SUBSTITUTION		
ENGIN	AN	TRIM	ENGIN	AN	TRIM
C ANG	71	3C	ANG	77	4
C ANG	73	J C	ANG	78	4
C ANG	81	4C	ANG	80	4
CAP V	74	3C4 P	V	79	3
CAP V	76	4CAP	v	79	4
CAP V	77	3CAP	v	79	3
CAP V	77	4CAP	v	79	4
CAP V	78	3CAP	v	79	3
CAP V	78	4CAP	v	79	4
CAP V	81	1CAP	v	81	1
PORT	76	3	PORT	80	3
PORT	77	2	PORT	80	2
PORT	77	3	PORT	80	3
PORT	77	4	PORT	80	4
PUAT	78	2	PORT	80	2
POKT	78	3	PORT	80	3
PORT	79	4	PORT	80	4
PORT	79	2	PORT	80	2
PORT	79	3	PORT	80	3
PORT	79	4	PORT	80	4
DIV	76	1S	FIS	76	1
DIV	76	2s	FIS	76	2
DIV	76	3s	FIS	76	3
DIV	76	4S	FIS	76	4
DIV	77	1S	FIS	77	1
DIV	77	2s	FIS	77	2
DIV	77	3S	FIS	77	3
DIV	77	4s	FIS	77	4
DIV	78	1S	FIS	78	1
DIV	78	2S	FIS	78	2
DIV	78	3s	FIS	78	3
DIV	78	4S	FIS	78	4
DIV	80	1S	FIS	80	1
DIV	83	2S	FIS	80	2
DIV	80	3S	FIS	80	3
DIV	80	4S	FIS	80	4
DIV	81	1S	FIS	81	1
DIV	81	2 s	FIS	81	2
DIV	81	3S	FIS	81	3
DIV	81	4S	FIS	81	4
S GHA	81	24	FIS	81	2
S GHA	81	3S	FIS	81	3
S GHA	81	4'S	FIS	81	4

Tableau 3 (b) .- : Substitutions de strates réalisées : 3(b) Atlantique ouest  
de 1976 à 1981

STRATE NON ECHANTILLONNEE			STRATE DE SUBSTITUTION			
ENGIN	AN	TRIM	ENGIN	AN	TRIM	
c	CUB	73	1C	CUB	74	1
C	CUB	73	2C	CUB	74	2
	DIV	73	1C	CUB	74	1
	DIV	73	2C	CUB	74	2
	DIV	73	3C	CUB	74	2
	DIV	73	4 c	CUB	74	2
	DIV	74	1C	CUB	74	1
	DIV	74	2C	CUB	74	2
	DIV	74	3c	CUB	74	2
	DIV	74	4C	CUB	74	2
S	USA	75	2C	CUB	74	2
	DIV	75	1C	CUB	74	1
	DIV	75	2C	CUB	74	2
	DIV	75	3c	CUB	74	2
	DIV	75	4c	CUB	74	2
c	CUB	76	1C	CUB	75	1
C	CUB	76	2C	CUB	75	2
S	USA	76	1S	USA	76	3
S	USA	76	2S	USA	76	3
	DIV	76	1C	CUB	75	1
	DIV	76	2C	CUB	75	2
	DIV	76	3c	CUB	75	2
	DIV	76	4c	CUB	75	2
C	CUB	77	1C	CUB	79	1
C	CUB	77	2C	CUB	79	2
S	USA	77	2S	USA	77	
	DIV	77	1C	CUB	79	1
	DIV	77	2C	CUB	79	2
	DIV	77	3C	CUB	79	2
	DIV	77	4C	CUB	79	2
c	CUB	78	1C	CUB	79	2
C	CUB	78	2C	CUB	79	2
S	USA	78	1S	USA	78	4
c	CUB	78	3C	CUB	79	
	DIV	78	1C	CUB	79	1
	DIV	78	2C	CUB	79	2
	DIV	78	3C	CUB	79	2
	DIV	78	4C	CUB	79	2
BRESI	79	1BRESI	79			
	DIV	79	1C	CUB	79	1
	DIV	79	2c	CUB	79	2
	DIV	79	3C	CUB	79	2
	DIV	79	4C	CUB	79	2
BRESI	80	1BRESI	80			
S	USA	80	1S	USA	80	2
	DIV	80	1C	CUB	80	1
	DIV	80	2C	CUB	80	2
	DIV	80	3C	CUB	80	2
	DIV	80	4c	CUB	80	2
C	CUB	81	1C	CUB	80	1
C	CUB	81	2c	CUB	80	2
	DIV	81	1C	CUB	80	1
	DIV	81	2C	CUB	80	2
	DIV	81	3C	CUB	80	2
	DIV	81	4 c	CUB	80	2

Tableau 4.- : Tonnages de listao débarqués et échantillonnés au niveau trimestre engin-pays, dans l'At antique est et ouest (en milliers de tonnes.).

		Tonnage débarqué	Tonnage échantillonné	% échantillonné
Atlantique est	1976	73 100	54 146	74
	1977	114 600	90 320	79
	1978	100 700	85 240	85
	1979	84 600	75 570	89
	1980	102 700	92 534	90
	1981	119 000	115 035	97
Atlantique ouest	1973	2 700	500	18
	1974	3 300	2 000	66
	1975	3 400	2 600	76
	1976	3 700	0	0
	1977	3 200	0	0
	1978	6 600	1 400	21
	1979	5 800	3 900	67
	1980	12 500	7 500	60
	1981	18 600	17 200	92

Tableau 5(a). - Calcul de l'indice d'effort lista0 : Tabl. 5(a) : Données brutes

AN	p u e sur densités mixtes albacor lista0			p u e sur densités + 70 % lista0			GS* ESP.
	SM FIS	GS FIS	GS USA	SM FIS	GS FIS	GS USA	
1969	2.0	1.6	5.1	1.8		6.0	3.9
1970	2.3	3.4	6.6	2.4	3.6	6.9	2.6
1971	2.0	3.3	4.5	2.7	3.4	13.0	3.4
1972	2.3	3.0	3.9	2.3	7.9	4.7	4.4
1973	1.9	1.6	6.4	3.9	6.1	24.0	3.2
1974	1.9	2.8	4.6	5.2	10.2	15.3	4.6
1975	2.3	2.3	3.4	1.9	2.4	5.3	2.0
1976	1.7	3.3	6.8	2.2		12.3	1.5
1977	2.5	4.9	6.8	4.2	5.7	2.8	2.2
1978	2.7	3.9	3.9	3.2	2.3	3.7	1.8
1979	2.6	2.8	2.0	3.0	2.7	5.8	1.2
1980	5.4	2.4	1.7		4.5	2.3	2.0
1981	3.9	2.3	3.5	4.2	4.4	9.1	2.1

Tableau 5(b). - : Données transformées et effort standardisé en unité GS FIS sur densité mixte albacore lista0.

AN	p u e sur densités mixtes			p u e sur densités + 70 % lista0			GS ESP.	p u e moyenne	Prise ATL EST	Effort Stand.
	SM FIS	GS FIS	GS USA	SM FIS	GS FIS	GS USA				
1969	2.2	1.6	3.2	1.7		1.8	4.2	2.4	28	11.6
1970	2.6	3.4	4.2	2.2	2.2	2.0	2.8	2.8	48	17.1
1971	2.2	3.3	2.8	2.5	2.1	3.8	3.7	2.9	77	26.5
1972	2.6	3.0	2.5	2.1	4.8	1.4	4.7	3.0	75	25.0
1973	2.1	1.6	4.1	3.6	3.7	7.1	3.4	3.6	75	20.8
1974	2.1	2.8	2.9	4.8	6.2	4.5	5.0	4.0	114	28.5
1975	2.6	2.3	2.1	1.7	1.5	1.6	2.1	2.0	57	28.5
1976	1.9	3.3	4.3	2.0		3.6	1.6	2.8	73	26.1
1977	2.8	4.9	4.3	4.3	3.5	0.8	2.4	3.3	115	34.8
1978	3.0	3.9	2.5	3.0	1.4	1.1	1.9	2.4	101	42.1
1979	2.9	2.8	1.3	2.8	1.6	1.7	1.3	2.0	85	42.5
1980	6.0	2.4	1.1		2.8	0.7	2.1	2.5	103	41.2
1981	4.4	2.3	2.2	3.9	2.7	2.7	2.2	2.9	119	41.0

\* la p u e espagnole est calculée en divisant la prise annuelle par un temps de mer annuel standardisé selon des facteurs de puissance de pêche par catégorie calculés de 1979 à 1981 et égaux à 0,63 pour classe 4, 1.00 pour classe 5, 1.55 pour classe 6 et 1.81 pour classe 7.

Tableau 6. \* : Estimation d'une p u corrigée pour les canneurs japonais de Téma

An	p u e brute	p u e * corrigée espèce	Indice ** Puissance pêche flottille (X pue)	pue corrigée /espèce et puissance de pêche
70	6.0	6.0	(1.06)	(6.4)
71	1.4	7.4	(1.06)	(7.8)
72	7.5	7.5	1.06	7.9
73	4.7	4.7	1.00	4.7
74	5.4	5.4	.97	5.2
75	5.4	5.4	1.07	5.8
76	5.3	4.9	1.00	4.9
77	5.9	5.1	1.00	5.1
78	5.3	4.6	.98	4.5
79	7.1	5.8	.94	5.4
80	6.4	5.2	.93	4.8
81	6.7	5.4	.94	5.1

\*La correction espèce est réalisée en admettant que la proportion du listas dans la prise totale est constante et égale à celle déclarée de 1969 à 1973,

\*\*La puissance de pêche moyenne est calculée pour chaque catégorie de 50 tx et les variations de ce facteur résultent des changements de composition de la flotte japonaise (d'après données de M. MENSAH com. pers.).

Tableau 7 (a).- : Vecteurs de prises trimestrielles par age, années 1968 à 1984  
 listao Atlantique est

ANNEE DE PECHE		1	2	3	4	5
TRIM						
1968	1	23	2 859	1 226	215	12
	2	103	1 826	1 676	55	4
	3	937	2 700	731	43	27
	4	2 114	2 916	2 149	64	8
1969	1	0	356	665	120	1
	2	2	787	636	12	0
	3	540	2 124	620	8	0
	4	1 472	2 536	413	10	1
1970	1	2	587	472	19	0
	2	164	2 470	697	4	0
	3	1 898	6 233	495	2	0
	4	3 373	3 314	246	0	0
1971	1	16	2 528	1 191	12	0
	2	376	1 836	1 367	20	1
	3	3 619	6 904	673	33	0
	4	8 316	5 763	396	20	1
1972	1	135	2 734	2 407	93	3
	2	422	2 959	985	119	3
	3	6 194	6 050	532	70	10
	4	5 266	5 202	510	3	0
1973	1	0	4 056	388	1	0
	2	1 315	3 706	1 071	102	7
	3	7 818	8 577	827	14	0
	4	8 088	1 842	88	34	1
1974	1	282	12 391	675	32	0
	2	3 311	7 335	1 074	86	20
	3	4 796	11 074	1 435	58	11
	4	9 878	4 134	312	36	1
1975	1	51	3 726	1 362	82	0
	2	214	1 708	1 386	122	33
	3	2 458	5 204	821	79	0
	4	4 136	2 514	329	70	6

Tableau 7 (suite)

ENGIN/PAYS		1	2	3	4	5
6976	1	22	2 876	952	202	19
	2	744	3 988	447	26	76
	3	6 160	5 958	759	26	1
	4	6 634	3 482	474	24	3
1977	1	29	5 893	862	123	8
	2	957	6 378	1 190	43	0
	3	7 277	12 727	1 712	174	18
	4	6 900	4 962	789	71	2
1978	1	34	1 669	898	102	10
	2		8 049	1 423	135	2
	3	8 1 669 292	10 706	1 363	104	3
	4	5 992	2 660	1 180	26	11
- e - m - -						
1979	1	192	7 501	400	60	56
	2	2 143	5 830	1 032	110	8
	3	6 720	7 368	1 105	238	8
	4	5 197	1 866	264	106	10
1980	1	122	6 299	1 080	264	70
	2	2 072	a 175	907	82	20
	3	5 812	7 787	981	114	4
	4	8 568	3 627	569	74	20
1981	1	378	6 637	841	103	58
	2	3 388	12 000	1 576	150	3
	3	9 388	7 684	434	106	10
	4	8 467	5 310	813	107	10

Tableau 8 - : Vecteurs de prises trimestrielles par age, années 1973 à 1981  
 listao de l'Atlantique ouest

ANNEE	TRIM	AGE				
		1	2	3	4	5+
1973	1	0	183	66	5	43
	2	49	145	52	22	34
	3	6	15	5	2	3
	4	5	15	5	2	3
1974	1	0	231	85	7	54
	2	61	183	66	28	42
	3	15	44	16	7	10
	4	15	44	16	7	10
1975	1	9	368	112	34	14
	2	172	305	86	21	11
	3	9	25	9	4	6
	4	9	25	9	4	6
1976	1	54	440	136	42	9
	2	247	389	110	20	1
	3	21	30	9	1	0
	4	14	23	6	1	0
1977	1	3	280	117	42	17
	2	208	329	112	4	5
	3	49	67	17	1	1
	4	20	33	12	1	1
1978	1	152	419	150	36	12
	2	221	367	132	5	6
	3	142	234	75	4	4
	4	185	329	93	24	1
1979	1	3	297	169	63	20
	2	185	312	160	25	8
	3	68	270	96	13	8
	4	61	108	71	20	5
1980	1	17	555	320	124	65
	2	297	777	351	104	18
	3	489	1138	208	54	2
	4	234	310	195	88	20
1981	1	8	679	523	233	48
	2	86	439	571	589	36
	3	172	664	352	18	0
	4	47	246	213	148	78

Tableau 9. - : F moyens calculés ages 1.5 à 4 ans selon le niveau du recrutement, listao de l'Atlantique est  
 année recrutement cohorte

RECRUT.	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
310	.039	.073	.104	.109	.116	.210	.100	.107	.191	.142	.140	.149
305	.039	.074	.106	.111	.119	.213	.102	.108	.195	.145	.142	.152
300	.040	.076	.109	.113	.121	.216	.104	.110	.199	.149	.145	.153
295	.041	.077	.112	.115	.124	.221	.106	.112	.204	.152	.148	.157
290	.042	.079	.114	.118	.126	.226	.108	.115	.208	.155	.151	.161
285	.043	.080	.116	.120	.128	.231	.110	.117	.213	.158	.154	.164
280	.044	.081	.118	.122	.131	.236	.112	.120	.218	.162	.158	.168
275	.045	.083	.120	.124	.133	.242	.115	.122	.223	.166	.162	.172
270	.046	.085	.123	.127	.137	.249	.118	.125	.229	.170	.166	.176
265	.047	.087	.126	.130	.140	.256	.121	.128	.235	.174	.170	.180
260	.048	.089	.128	.133	.144	.262	.124	.131	.241	.178	.174	.184
255	.047	.091	.131	.136	.147	.270	.127	.134	.247	.183	.178	.189
250	.049	.094	.134	.140	.150	.277	.130	.137	.254	.187	.182	.194
245	.050	.095	.137	.143	.154	.286	.132	.140	.262	.192	.187	.199
230	.052	.097	.141	.146	.158	.295	.135	.144	.270	.197	.192	.205
235	.053	.099	.145	.150	.162	.304	.138	.147	.278	.202	.198	.211
230	.054	.102	.149	.155	.167	.314	.142	.151	.287	.207	.204	.217
225	.055	.106	.153	.159	.172	.325	.147	.155	.297	.214	.210	.223
220	.056	.108	.157	.163	.176	.337	.151	.159	.307	.221	.216	.230
215	.058	.111	.162	.168	.181	.350	.156	.164	.317	.228	.223	.238
210	.060	.114	.167	.173	.187	.364	.161	.169	.328	.235	.230	.246
205	.062	.117	.172	.178	.193	.379	.166	.175	.342	.243	.238	.255
200	.064	.120	.178	.184	.199	.394	.170	.180	.357	.252	.246	.264
195	.065	.123	.184	.190	.206	.412	.176	.186	.372	.261	.255	.274
190	.067	.127	.190	.197	.212	.431	.182	.192	.388	.270	.264	.284
185	.069	.132	.196	.204	.220	.454	.189	.199	.407	.281	.274	.295
180	.071	.137	.203	.211	.229	.478	.196	.206	.426	.293	.285	.308
175	.074	.142	.210	.219	.238	.506	.204	.214	.449	.306	.298	.375
170	.076	.146	.218	.228	.247	.535	.211	.22	.473	.319	.312	.337
165	.078	.151	.227	.237	.258	.574	.220	.232	.504	.334	.327	.354
160	.080	.157	.237	.247	.270	.613	.229	.241	.535	.350	.343	.372
155	.083	.163	.248	.259	.284	.669	.240	.253	.576	.370	.367	.393
150	.086	.170	.259	.271	.296	.725	.251	.264	.618	.390	.381	.415
145	.090	.177	.272	.285	.312	.817	.264	.278	.679	.415	.405	.443
140	.094	.186	.286	.300	.329	.909	.277	.292	.740	.440	.430	.472
135	.098	.195	.303	.318	.350	1.150	.294	.309	.846	.474	.462	.511
130	.102	.204	.320	.336	.371	1.351	.311	.326	.953	.509	.494	.551

Tableau 3 (suite)

RECRUT.	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
125	.107	.215	.342	.359	.398	-	.333	.348	-	.550	.541	.608
120	.112	.227	.364	.383	.425	-	.354	.371	-	.604	.588	.666
115	.118	.241	.392	.414	.462	-	.233	.400	-	.683	.662	.768
110	.124	.256	.421	.446	.500	-	.412	.430	-	.762	.736	.870
105	.132	.274	.462	.592	.558	-	.453	.473	-	.932	.890	1.185
100	.138	.293	.504	.538	.616	-	.494	.517	-	1.102	1.044	1.500
90	.157	.344	.636	.680	.824	-	.628	.656	-	-	-	-
	.181	.420	.901	1.028	-	-	.907	.949	-	-	-	-
70	.216	.544	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	.266	.802	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 10.- : Taux de mortalité par pêche calculés par analyse des cohortes, dans la solution "F PROB" (F ajustés à l'effort), M = 0.6, Recrutement variable (listao de l'Atlantique est)

198

ANNEE DE PECHE	1.0 AN				2.0 AN				3.0				4.0				5.0
	TRIM																
	1	2	3	4	1	2	3	<	1	2	3	<	1	2	3	4	
68	.001	.005	.058	.156	.148	.113	.202	.269	.125	.206	.109	.394	.000	.000	.000	.000	
69	.000	.000	.022	.070	.031	.081	.266	.401	.075	.085	.098	.077	.027	.003	.002	.004	
70	.000	.005	.062	.131	.033	.165	.529	.366	.092	.163	.140	.083	.004	.001	.000	.001	
71	.000	.011	.126	.357	.117	.102	.477	.524	.163	.229	.137	.096	.005	.009	.018	.013	
72	.004	.013	.225	.236	.145	.191	.492	.561	.282	.141	.091	.104	.027	.037	.028	.001	
73	.000	.028	.195	.248	.223	.252	.766	.217	.053	.173	.162	.021	.000	.029	.005	.013	
74	.009	.130	.228	.605	.483	.370	.744	.372	.096	.184	.303	.080	.009	.027	.022	.016	
75	.002	.008	.110	.224	.297	.168	.658	.423	.152	.188	.134	.064	.025	.043	.033	.034	
76	.000	.019	.186	.245	.191	.328	.641	.502	.201	.114	.236	.180	.046	.007	.008	.009	
77	.001	.032	.295	.352	.270	.368	1.008	.557	.157	.265	.487	.288	.056	.023	.110	.053	
78	.001	.059	.360	.330	.105	.643	1.254	.450	.128	.247	.294	.319	.045	.070	.064	.019	
79	.006	.075	.285	.274	.533	.551	.977	.340	.084	.264	.354	.104	.020	.042	.108	.057	
80	.003	.057	.225	.417	.421	.635	.977	.649	.246	.256	.347	.252	.125	.011	.003	.015	
81	.010	.110	.375	.435	.417	1.047	1.035	.665	.195	.460	.159	.370	.055	.095	.080	.098	

Tableau 11.- : Production par recrue du listao de l'Atlantique est, dans l'hypothèse  $M = 0.6$ , recrutement variable et  $F$  ajustés à la tendance de l'effort

(a) période 1970-1973	$t_c$ 3.0	11	21	26	31	40	70
	2.75	19	36	44	51	64	104
	2.50	29	53	64	73	89	131
	2.25	32	58	69	79	96	136
	2.00	34	61	72	82	99	138
	1.75	37	66	78	88	104	140
	1.50	39	69	81	91	107	140
	1.25	39	69	81	91	108	140
	1.00	39	69	81	91	108	140
		5.0	1.0	1.25	1.50	2.0	4.0
Multiplicateurs du vecteur $F$							
(b) période 1974-1977	$t_c$ 3.00	38	32	38	45	57	94
	2.75	25	47	56	65	80	121
	2.50	38	67	79	90	108	145
	2.25	43	74	87	98	115	150
	2.00	47	80	93	104	121	150
	1.75	51	86	99	109	125	149
	1.50	54	89	102	112	127	149
	1.25	54	89	102	112	127	148
	7.00	54	89	102	112	127	148
		.50	1.0	1.251	1.501	2.0	4.0
Multiplicateurs du vecteur $F$							
(c) période 1978-1981	$t_c$ 3.00	22	41	50	58	72	135
	2.75	31	57	68	78	94	135
	2.50	48	82	96	107	124	156
	2.25	58	96	109	120	136	159
	2.00	62	101	114	124	138	157
	1.75	66	105	117	127	140	153
	1.50	69	107	120	129	140	151
	1.25	70	108	120	129	140	150
	1.00	70	108	120	129	140	150
		.50	1.0	1.25	1.50	2.00	4.0
Multiplicateurs du vecteur $F$							

Tableau 12 : Estimation des  $F$  partiel.~ par engin des canneurs de Téma et des canneurs angolais de 1978 à 1981

AGE AN	TRIM	$F$ " 78-8 1 ( $F$ prob)	$C$ 78-8 1 TOUS ENGINS ATLEST	$\bar{C}$ 78-81 CANNEURS TEMA	$\bar{C}$ 70-8 1 CANNEURS ANGOLA	$\bar{F}$ 78-8 1 CANNEURS TEMA	$\bar{F}$ 78-8 1 CANNEURS ANGOLA
1	1	.005	181	111	38	.003	.0010
	2	.077	2318	1084	118	.036	.0039
	3	.311	7.553	3192	65	.131	.0156
	4	.364	7056	2886	381	.149	.0197
2	1	.369	5526	3109	896	.208	.0598
	2	.719	8263	2353	153	.205	.0129
	3	1.060	8386	3053	121	.386	.0153
	4	.526	2915	581	86	.105	.0155
3	1	.163	805	181	21	.037	.0043
	2	.307	1234	187	0	.046	0
	3	.288	971	82	0	.024	0
	4	.261	706	93	0	.034	0
4	1	.061	132	6	0	.003	0
	2	.054	119	16	0	.007	0
	3	.064	140	11	0	.005	0
	4	.047	78	8	0	.005	0
5	1	.025	37	2	0	.001	0
	2	.006	8	3	0	.001	0
	3	.004	6	0	0	0	0
	4	.010	11	0	0	0	0

Tableau 13.- : Production par recrue multiengins du listao Atlantique est :  
 canneurs de Téma et autres pêcheries, sans limite d'âge à la lère capture  
 (milliers de tonnes métriques)

(a) Production par recrue  
des canneurs Téma

MULTIPLICATEUR	5.0	9	17	32	61
VECTEUR F	2.0	15	29	50	90
Pêcheries non	1.0	19	36	62	105
TEMA	0.5	22	40	69	115
	0	25	46	78	126
RF	.5	1.0	2.0	5.0	

MULTIPLICATEUR F CANNEURS TEMA

(b) Production par recrue  
autres engins

MULTIPLICATEUR	5.0	152	142	134	119	88
VECTEUR F	2.0	127	116	106	90	57
Pêcheries non	1.0	89	80	73	60	36
TEMA	.5	54	48	43	35	20
RF	0	0.5	1.0	2.0	5.0	

MULTIPLICATEUR F CANNEURS TEMA

(c) Production par recrue  
toutes pêcheries

MULTIPLICATEUR	5.0	152	151	151	151	149
VECTEUR F	2.0	127	132	135	140	147
Pêcheries non	1.0	89	100	108	122	141
TEMA	.5	54	70	84	104	136
	0	0	25	46		
RF	.0	.5	1.0	2.0	5.0	

MULTIPLICATEUR F CANNEURS TEMA

Tableau 14.- : Production par recrue multiengins du listao de l'Atlantique est avec tc à 2. ans : **canneurs de Téma** et autres pêcheries (en milliers de tonnes métriques)

(a) Production par recrue des canneurs Téma avec tc à 2.0 ans

MULTIPLICATEUR  
VECTEUR F  
Pêcheries non  
TEMA

5.0	9	16	31	62
2.0	13	25	46	87
1.0	16	30	54	100
.5	18	34	60	108
.0	20	38	67	118
RF	0.5	1.0	2.0	5.0

MULTIPLICATEUR VECTEUR F  
CANNEURS TEMA

(b) Production par recrue des autres engins avec tc à 2.0 ans

MULTIPLICATEUR  
VECTEUR F  
Pêcheries non  
TEMA

5.0	157	149	141	127	96
2.0	123	114	107	93	63
1.0	82	76	70	60	40
.5	48	45	41	35	22
RF	0	0.5	1.0	2.0	5.0

MULTIPLICATEUR VECTEUR F CANNEURS  
TEMA

(c) Production par recrue tous engins avec tc à 2.0 ans

MULTIPLICATEUR  
VECTEUR F  
Pêcheries non  
TEMA

5.0	157	157	158	158	158
2.0	123	128	132	139	150
1.0	82	92	101	115	140
0.5	48	63	75	95	131
0	0	20	38	67	118
RF	0	0.5	1.0	2.0	5.0

MULTIPLICATEUR VECTEUR F CANNEURS  
TEMA

Tableau 15.- : Production par recrue multiengins du listao de l'Atlantique est  
pêcheries de l'Angola et autres pêcheries

(a) Production par recrue  
Angola

MULTIPLICATEUR VECTEUR F  
Autres pêcheries

5.0	1.0	1.8	3.7	7.2	13.7
2.0	1.6	3.3	6.5	12.6	23.7
1.0	2.1	4.2	8.3	16.0	29.9
.5	2.4	4.8	9.5	18.3	34.1
0	2.8	5.6	11.0	21.2	39.4
	.5	1.0	1.0	4.0	8.0

MULTIPLICATEUR VECTEUR F CANNEURS  
ANGOLAIS

(b) Production par recrue  
des pêcheries non Angolaises

MULTIPLICATEUR VECTEUR F  
Autres pêcheries

5.0	150	149	148	146	142	135
2.0	140	138	137	134	128	118
1.0	107	105	104	102	97	88
.5	68	67	67	65	62	56
	0	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0

MULTIPLICATEUR VECTEUR F CANNEURS  
ANGOLAIS

(c) Production par recrue  
toutes pêcheries

MULTIPLICATEUR VECTEUR F  
Autres pêcheries

5.0	150	150	150	150	149	149
2.0	140	140	140	140	141	142
1.0	107	108	108	110	113	118
0.5	68	70	71	74	80	90
0	0	2.8	5.6	11	21	39
	0	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0

MULTIPLICATEUR VECTEUR F CANNEURS  
ANGOLAIS

Tableau 16.- : Ajustement du modèle global ; prises efforts de pêche,  $k = 3$  ; listao de l'Atlantique est (meilleur  $m = *$ )

m	PRISE MAXIMALE EQUILIBREE	INDICE ERREUR	EFFORT OPTIMUM	INDICE ERREUR
0.0	177 000	46.9	∞	-
1.0	120 000	31.9	71 800	54.5
2.0	104 000	16.6	47 200	31.0
1.04*	110 000	18.3	60 500	52.5

Tableau 17.- : Ajustement du modèle global aux données d'effort calculées sans sennneur moyen F 13 80-81

m	PRISE MAXIMALE EQUILIBREE	INDICE ERREUR	EFFORT OPTIMUM	INDICE ERREUR
0	153	35.9	∞	-
1	104	15.3	57.0	19.7
2	104	11.6	49.1	21.6
1.4*	124	353.		

Tableau 18.- : Ajustement du modèle global aux données d'effort calculées sans SM FIS et avec pue Téma corrigées (espèce et standardisation effort)

m	PRISE MAXIMALE EQUILIBREE	INDICE ERREUR	EFFORT OPTIMUM	INDICE ERREUR
0	145	26.6	∞	-
1	105	12.9	55.5	27.0
2*	100	8.0	43.9	10.7
.49*	106	75.7	-	-

Tableau 19.- : Ajustement du modèle global ; prises mortalités par pêche,  $k = 3$  , listao de l'Atlantique est.

m	PRISE MAXIMALE EQUILIBREE	INDICE ERREUR	EFFORT OPTIMUM	INDICE ERREUR
0.0	189 000	25.5	∞	-
1.0	111 000	13.8	69 600	24.9
2.0	103 000	9.6	52 000	17.0
1.01*	110 000	11.0	68 800	8.0

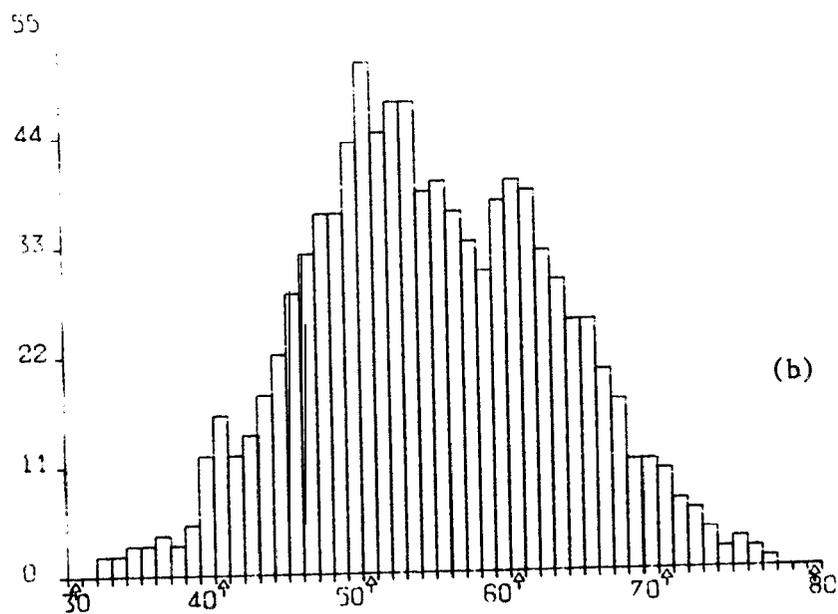
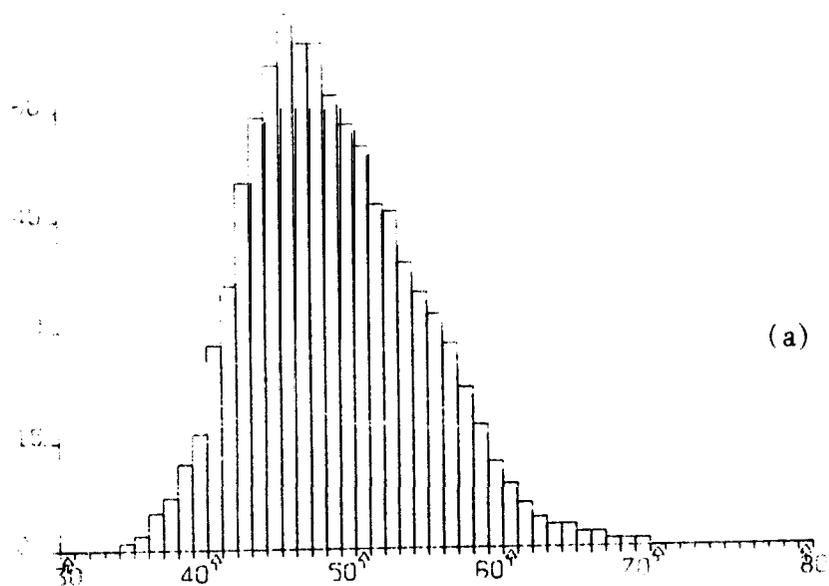


Figure 1.- : Fréquences de taille des listaos (moyenne 1975 à 1981, en pourcentage), par classe de 1 cm de longueur à la fourche,  
 (a) pour les pêcheries de l'Atlantique est  
 (b) pour les pêcheries de l'Atlantique ouest

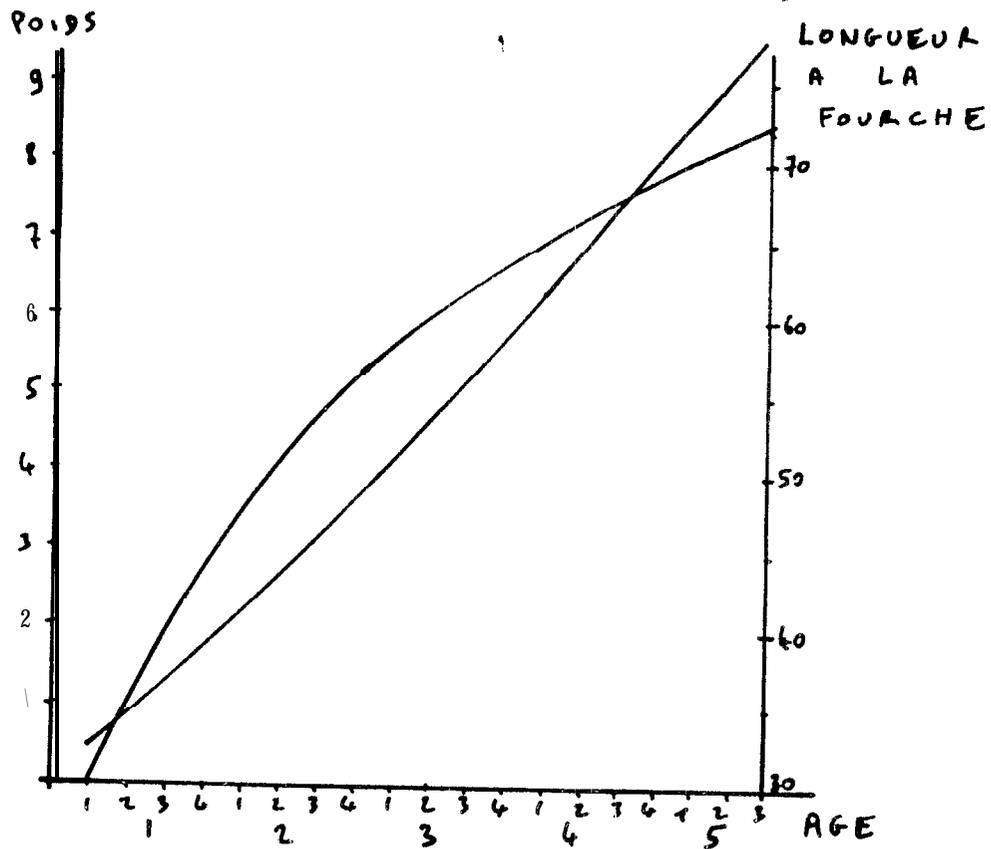


Figure 2 --- : Croissance du listao en longueur et en poids retenue dans l'analyse

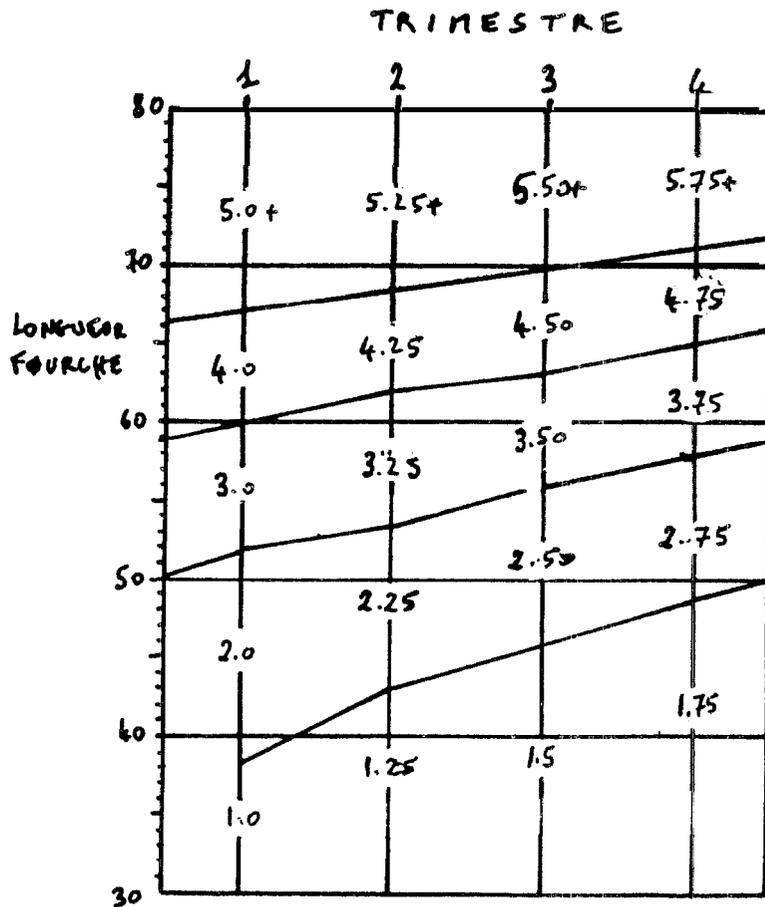


Figure 3 . La décomposition des fréquences de tailles trimestrielles en prises par âge

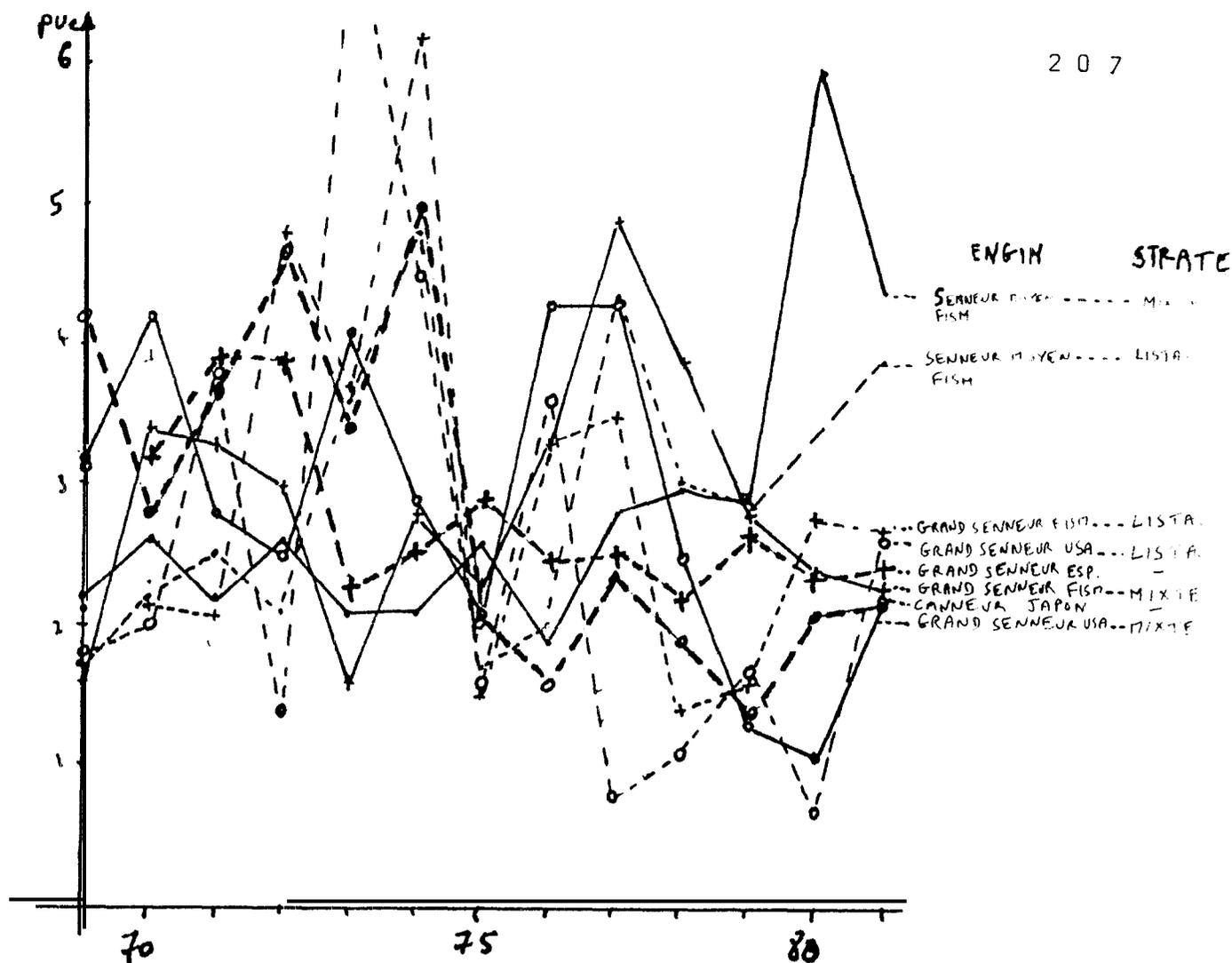


Figure 4.- : p u e utilisées dans le calcul d'un indice d'effort listao

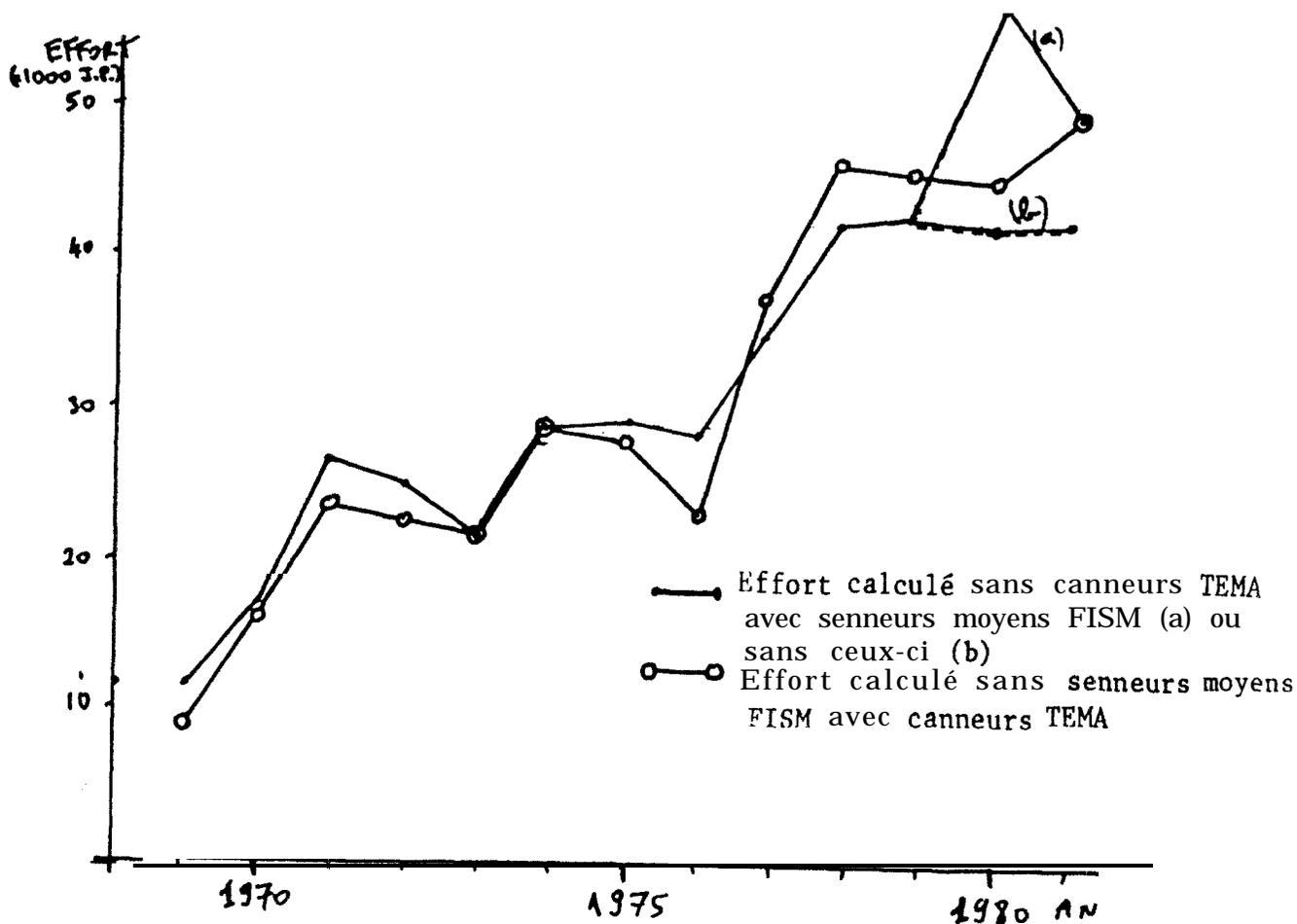


Figure 5.- : Evolution de l'effort de pêche exercé sur le listao selon l'indice

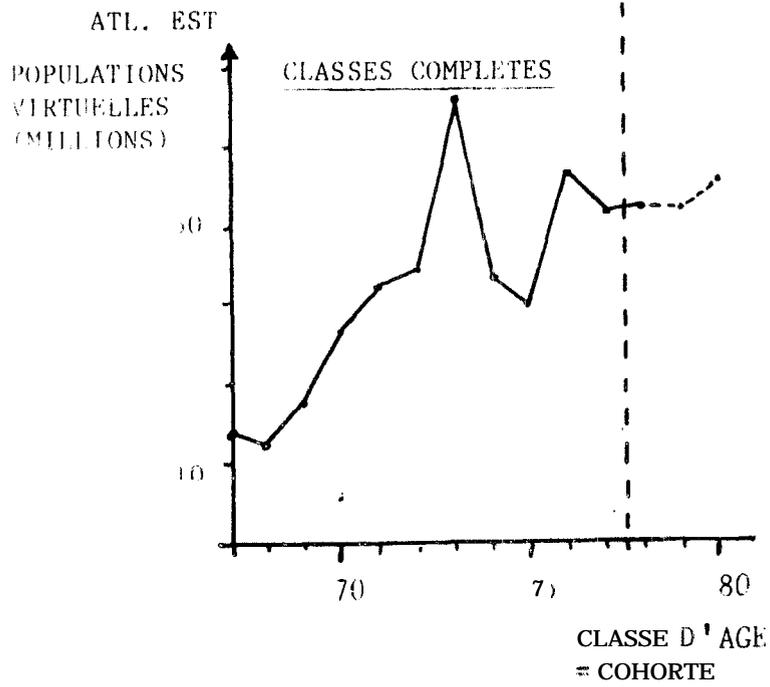
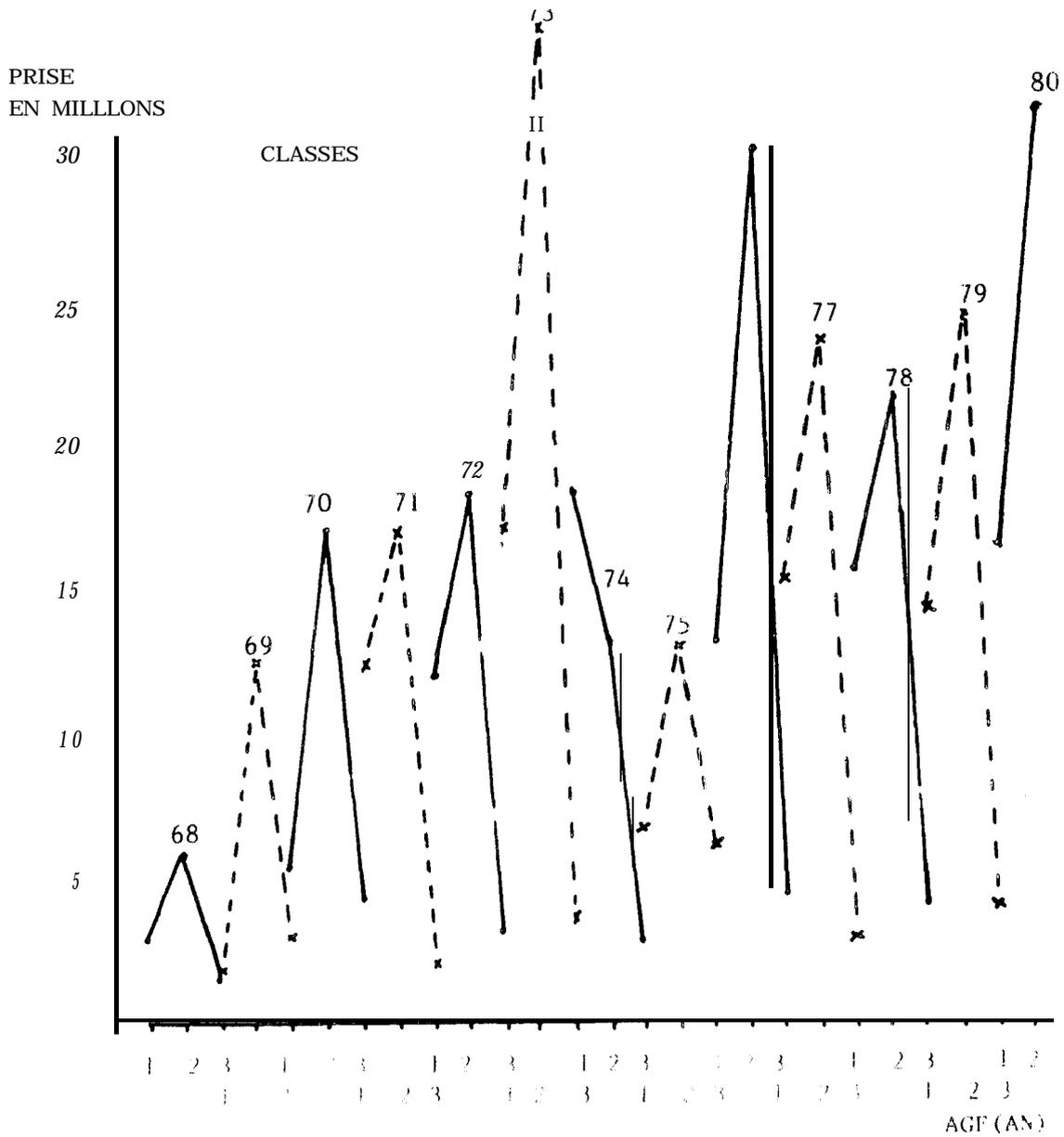


Figure 6 - : Populations virtuelles des cohortes recrutées de 1968 à 1981 dans l'Atlantique est



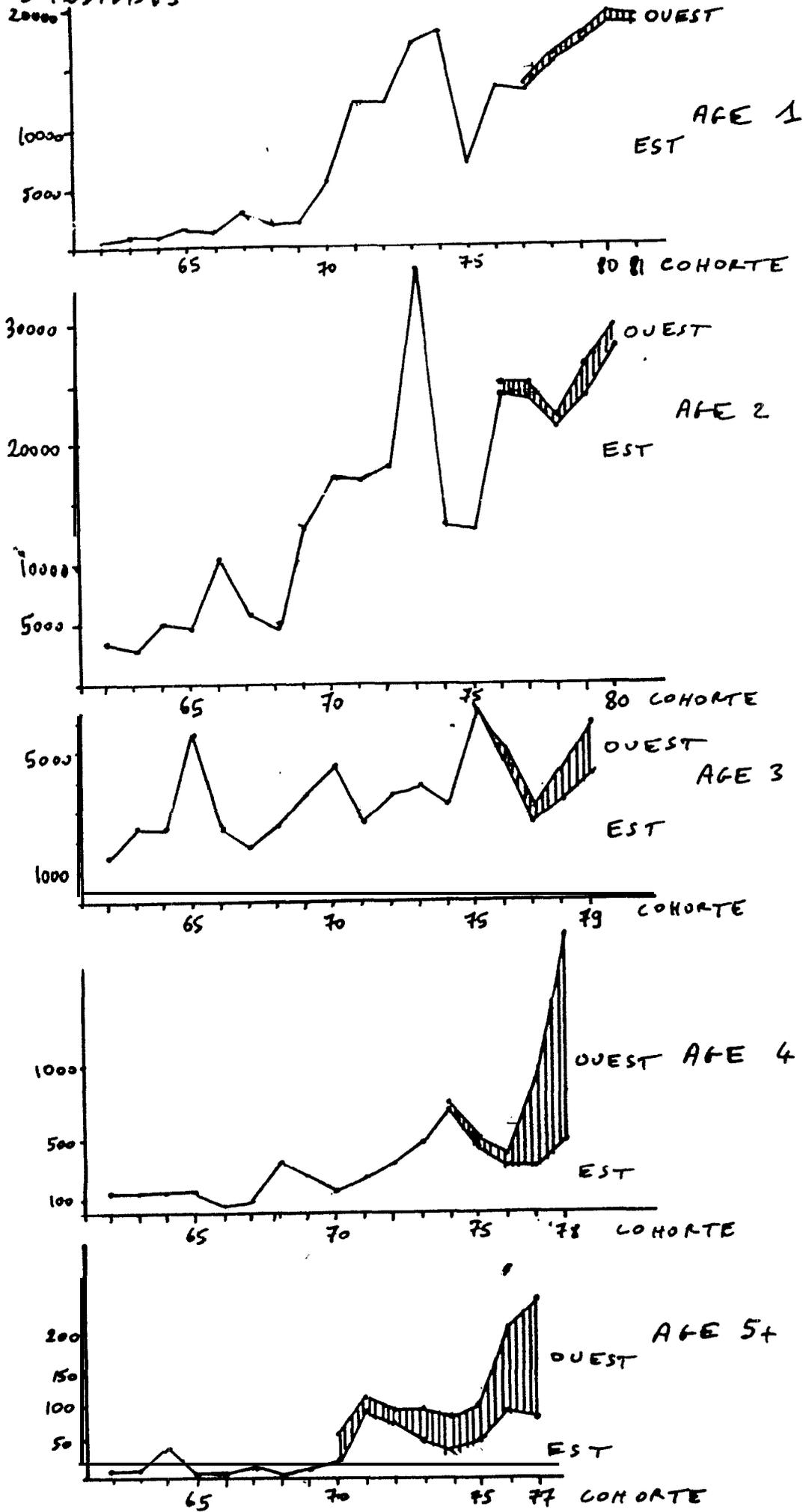


Figure 8.- : Evolution de 1962 à 1981 des prises annuelles réalisées dans l'Atlantique (total, est et ouest) sur les ages 1 à 5+

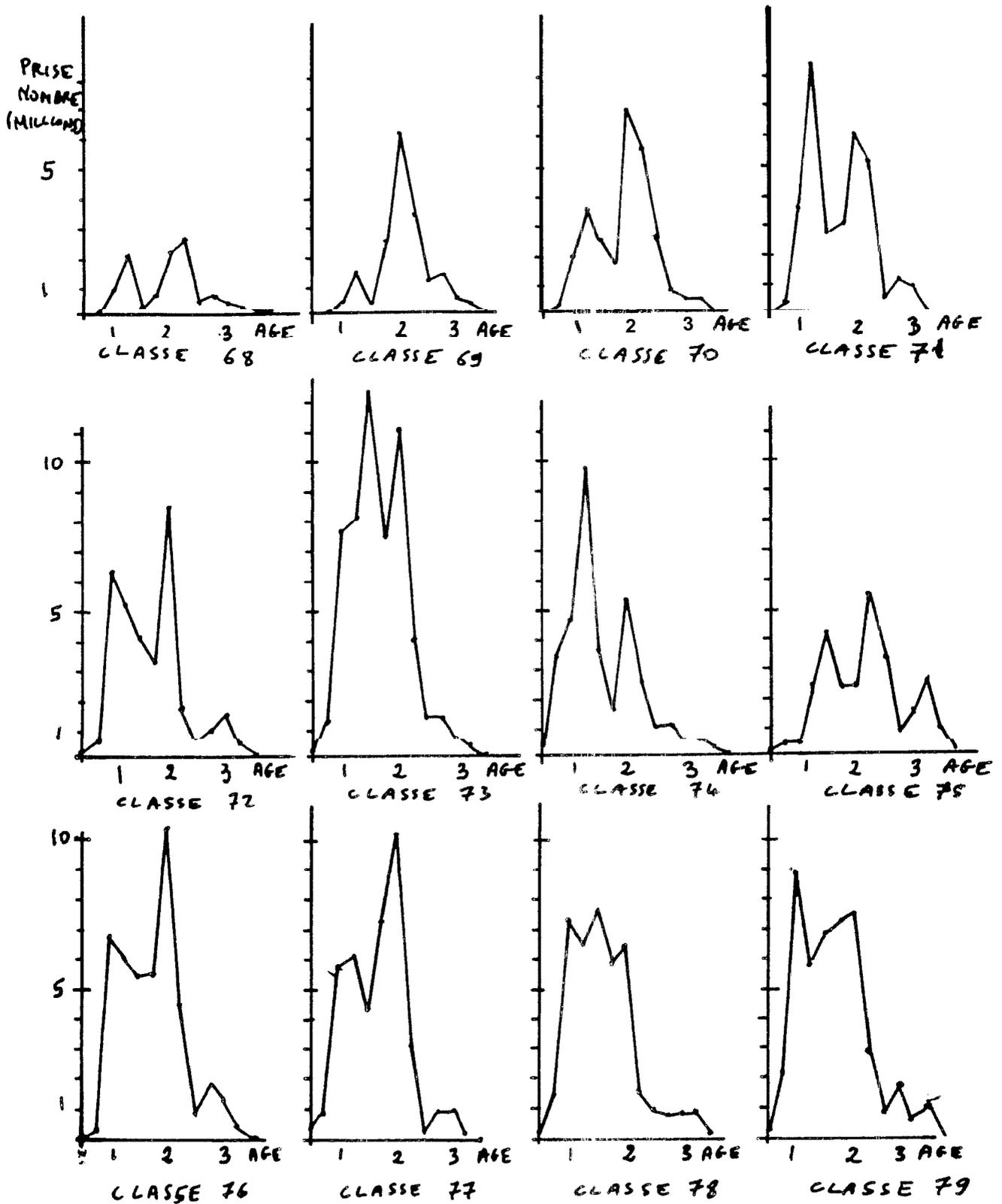


Figure 9 (a).- : Prises trimestrielles réalisées sur les cohortes 1968 à 1980 dans l'Atlantique est

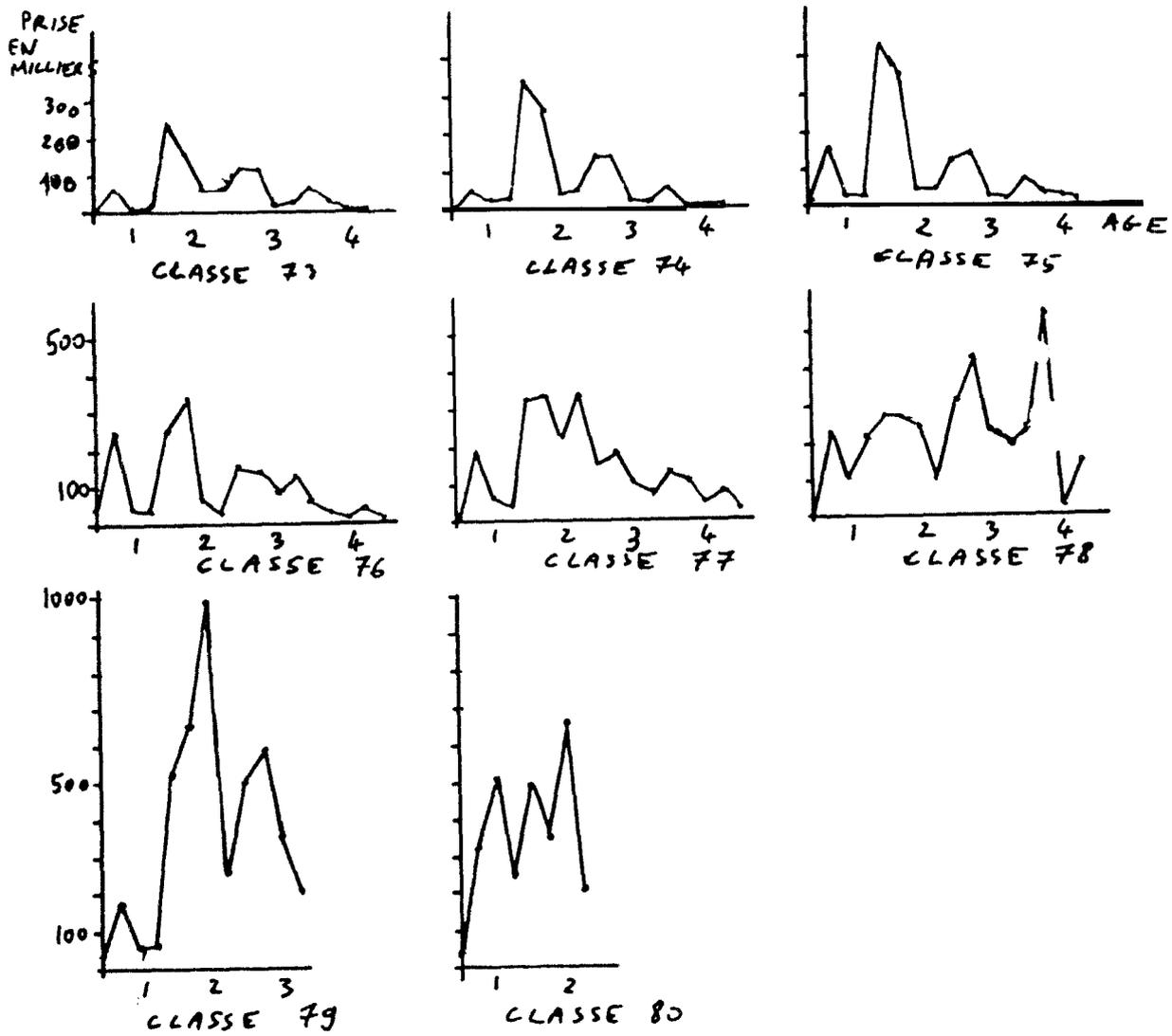


Figure 9 (b) .- : Prises trimestrielles réalisées sur les cohortes 1973 à 1980 dans l'Atlantique ouest.

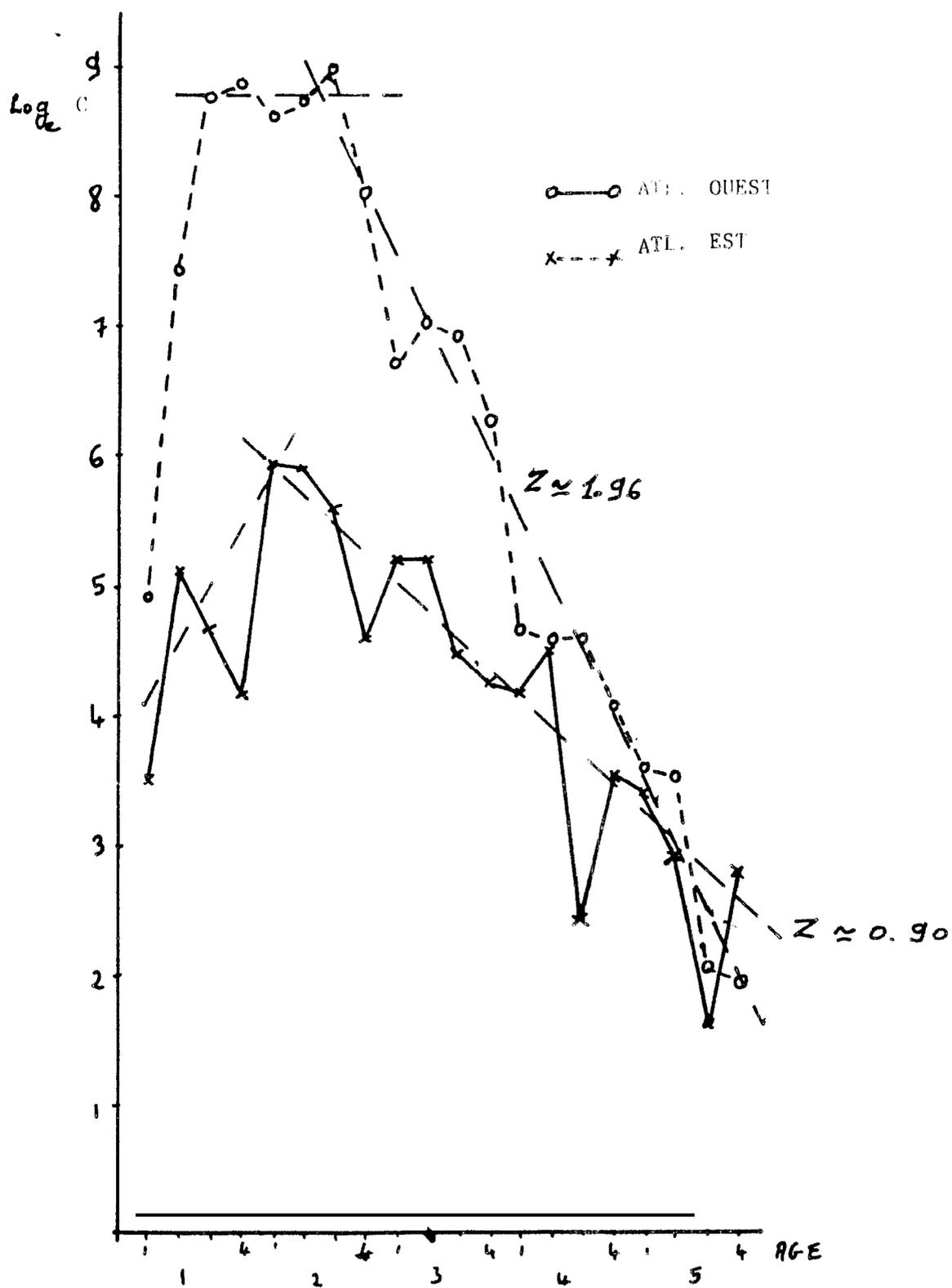


Figure 10 : Prises moyennes par age de 1974 à 1981, par trimestre ; dans l'Atlantique est et dans l'Atlantique ouest

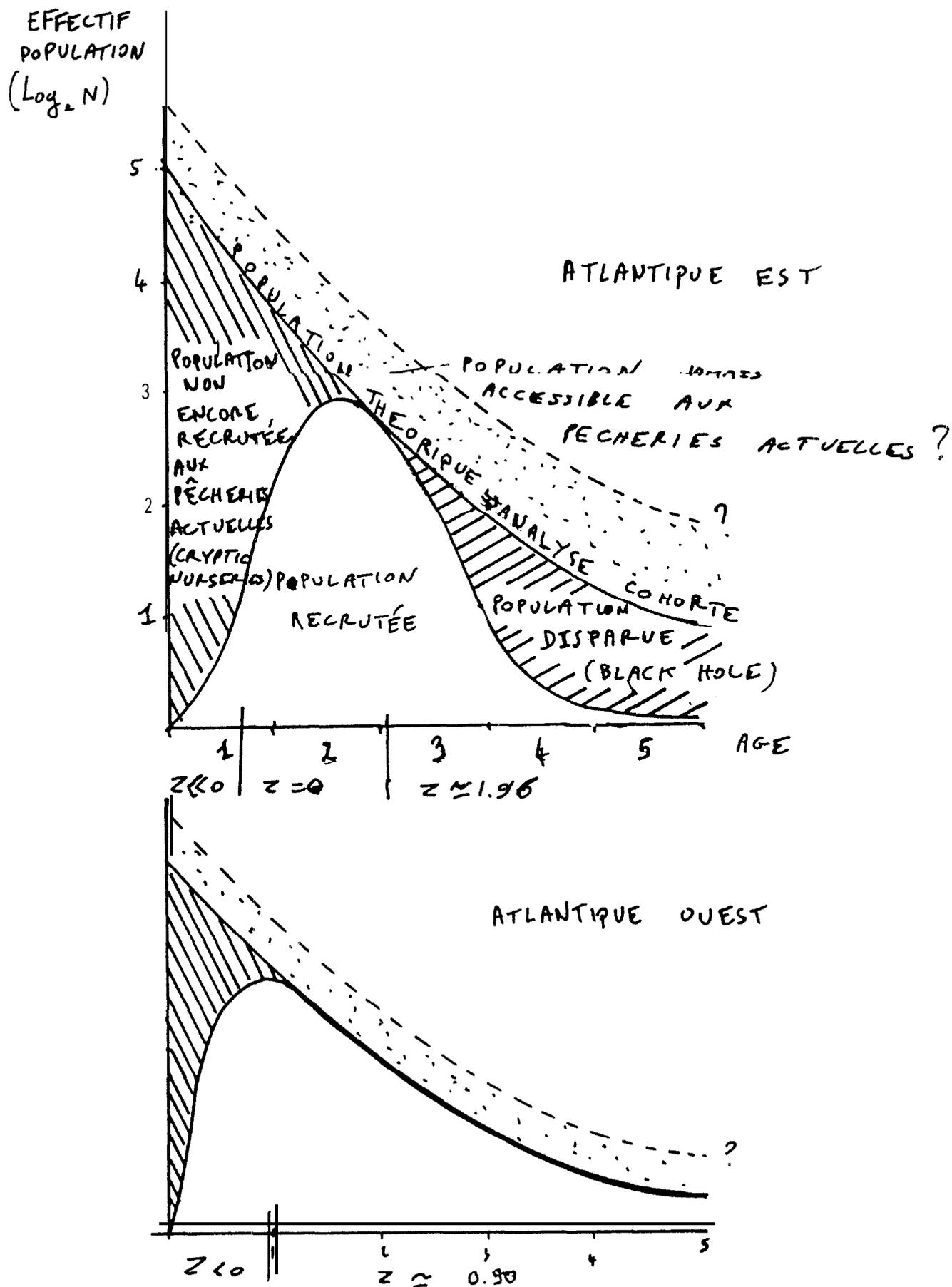


Figure 11.1 : Concepts déduits de l'examen des vecteurs de prises moyennes par âge dans l'Atlantique est et ouest.

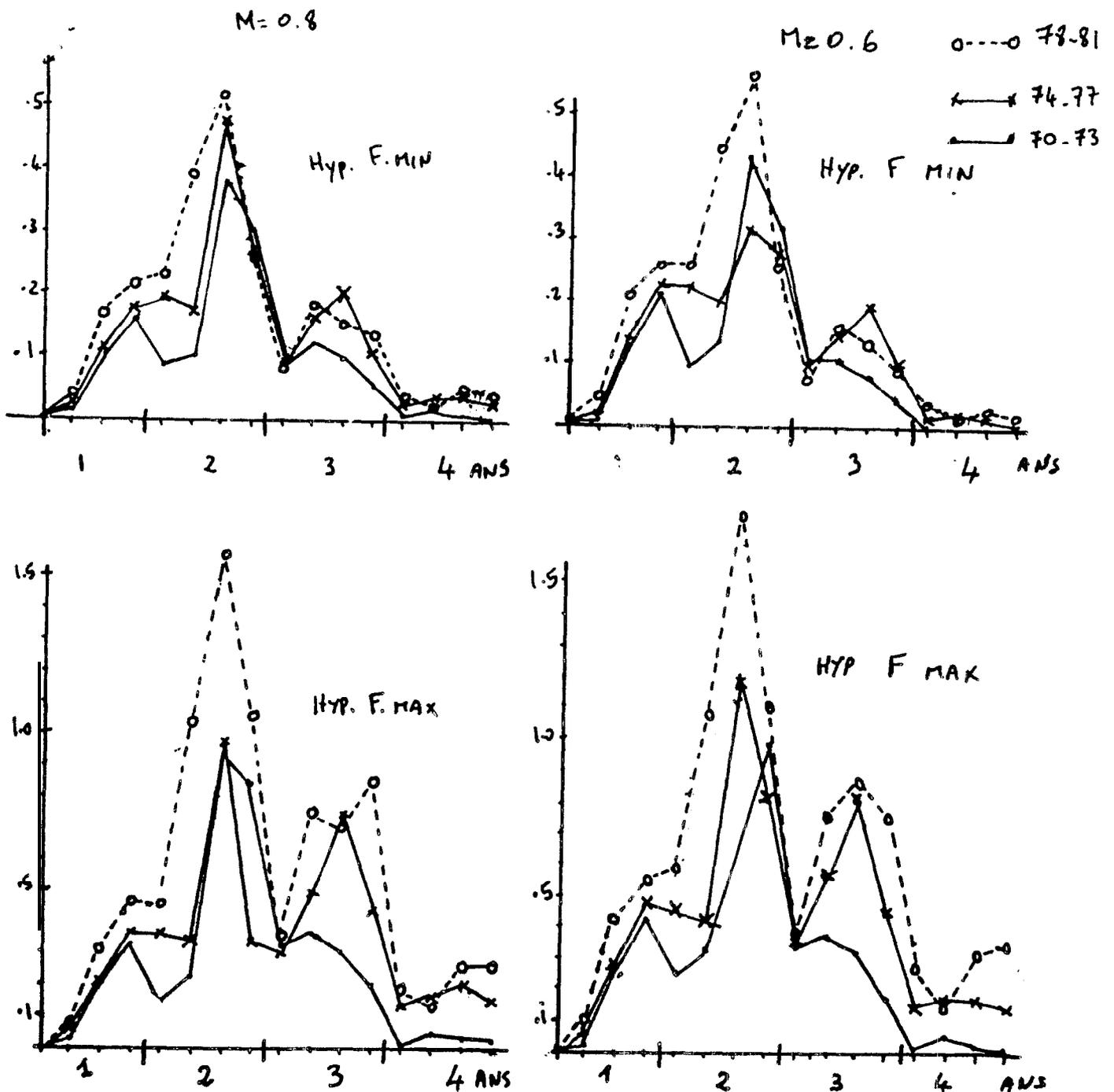


Figure 12.- : Vecteur des mortalités par pêche moyennes calculées pour l'Atlantique est pour  $M = 0.6$  et  $M = 0.8$  dans l'hypothèse recrutement constant et dans les hypothèses d'un stock soit assez fortement exploité (F max) modérément exploité (F min). Les F moyens sont calculés pour 3 périodes caractéristiques de l'évolution des pêcheries 1970 à 1973, 1974 à 1977, 1978 à 1981,

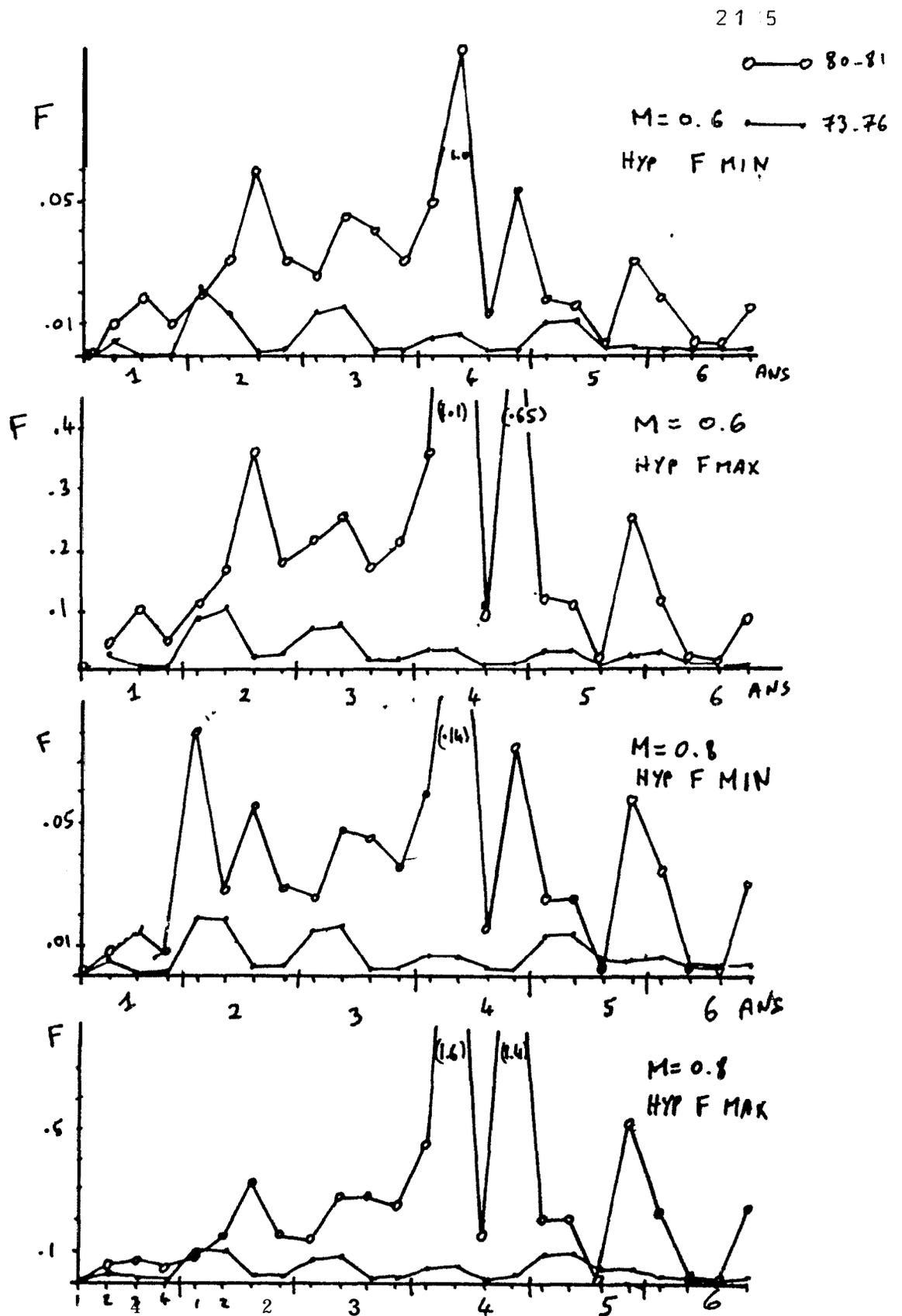


Figure 13.- : Vecteur des mortalités par pêche moyennes calculées pour l'Atlantique ouest pour  $M = 0.6$  et  $M = 0.8$  dans l'hypothèse recrutement constant et dans les hypothèses d'un stock assez fortement exploité (F max) ou modérément exploité (F min). Les F moyens sont calculés pour 2 périodes caractéristiques de l'évolution des pêcheries : 1973 à 1976, 1977 à 1981.

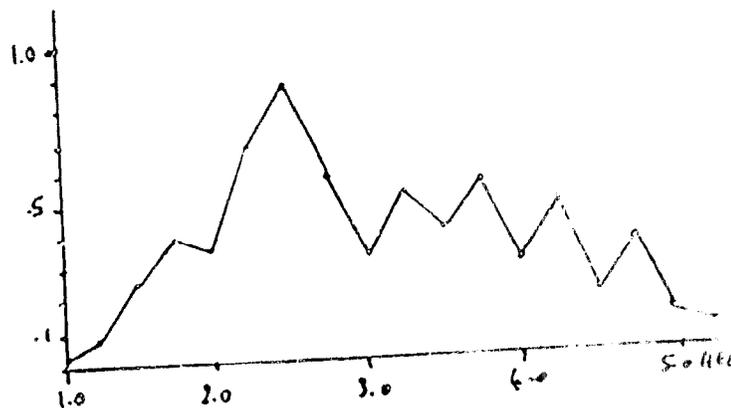


Figure 14.- : Vecteur des mortalités par pêche moyennes calculées pour l'Atlantique total pour  $M = 0.6$  dans les hypothèses de recrutement constant et d'un stock assez fortement exploité (F max), période 1979-1981.

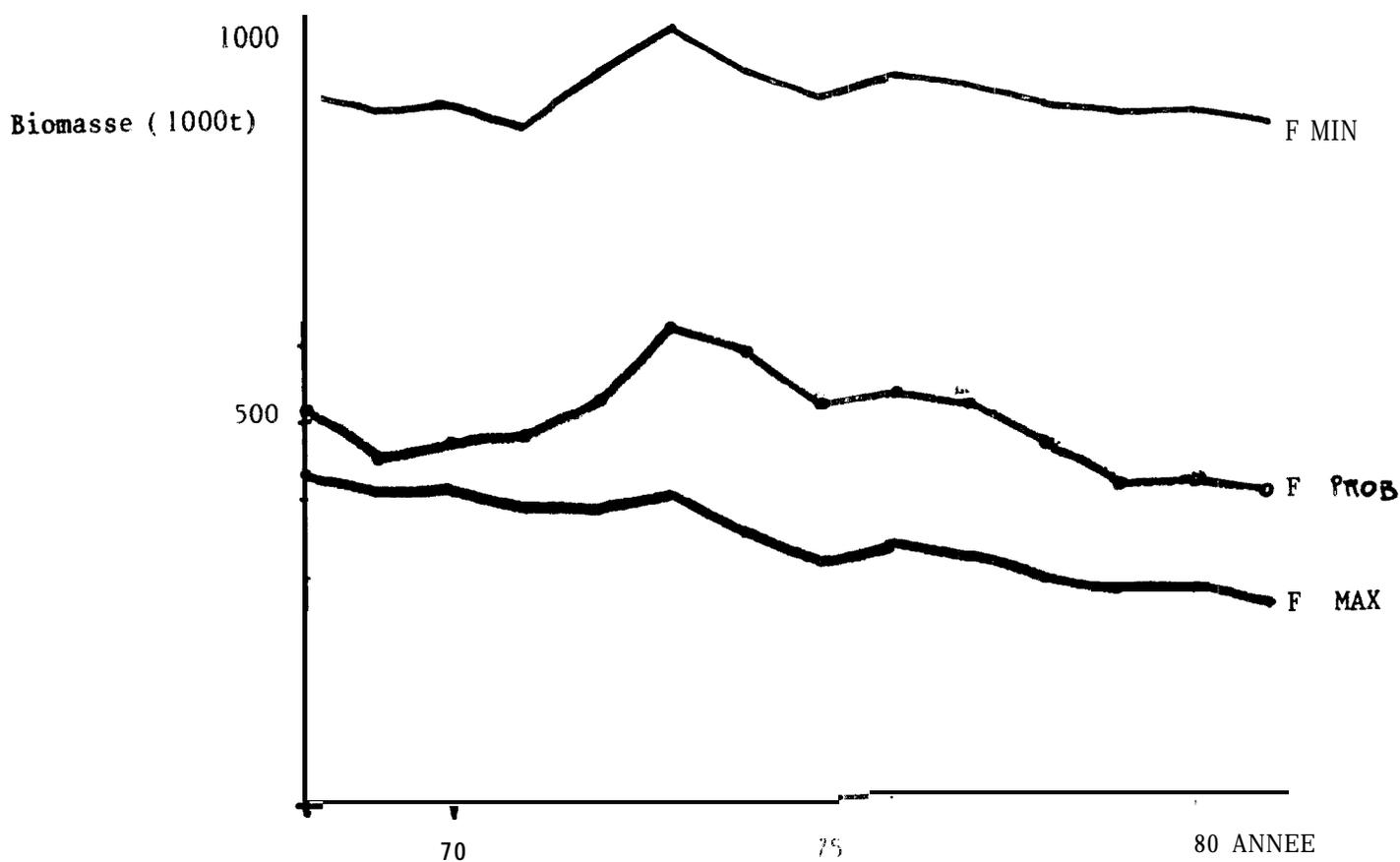


Figure 15.- : Evolution de la biomasse de l'atlas Atlantique est dans des hypothèses F max. (recrutement constant 125 millions), F min. (recrutement constant 250 millions) et F PROB (recrutement variable à un niveau moyen 157 millions).

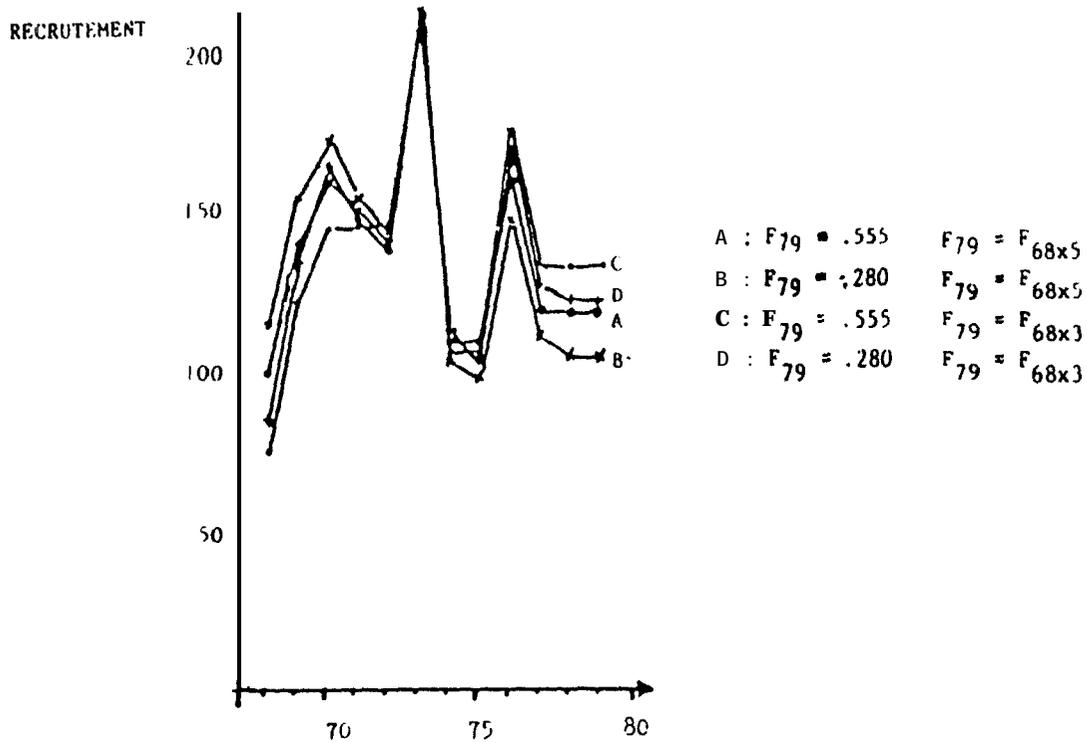


Fig. 16.- : Variations du recrutement selon la tendance et le niveau de la mortalité par pêche (§ 4.3.2)

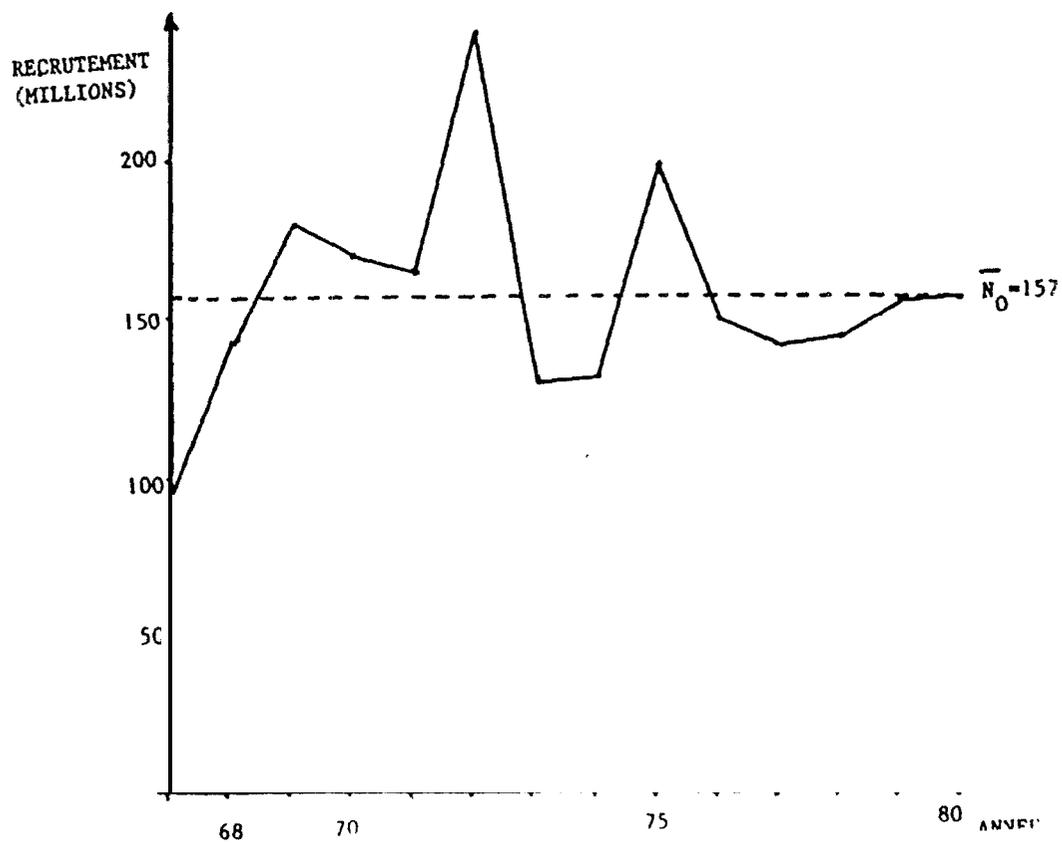


Figure 17.- : Variations estimées du recrutement, listao de l'Atlantique est

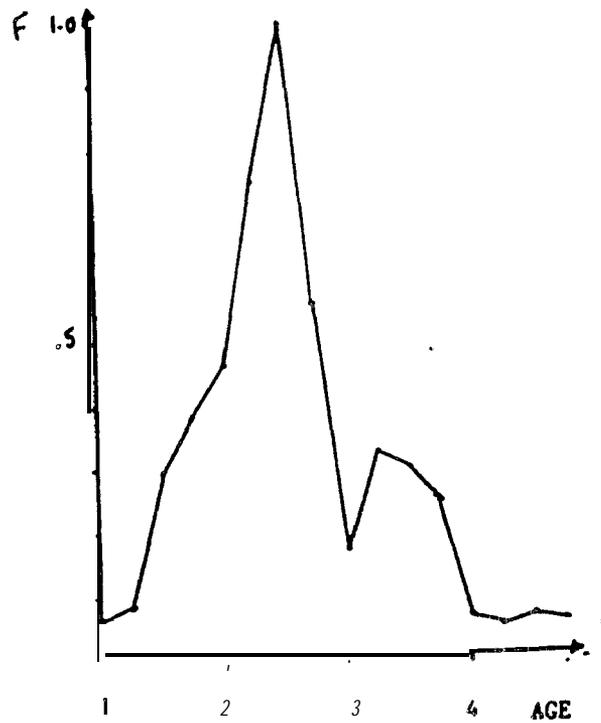


Figure 18.-: Taux trimestriels de mortalité par pêche en fonction de l'âge ;  $M = 0.6$ ,  $F$  ajusté à l'effort, recrutement variable ; moyenne des années 1979 à 1981

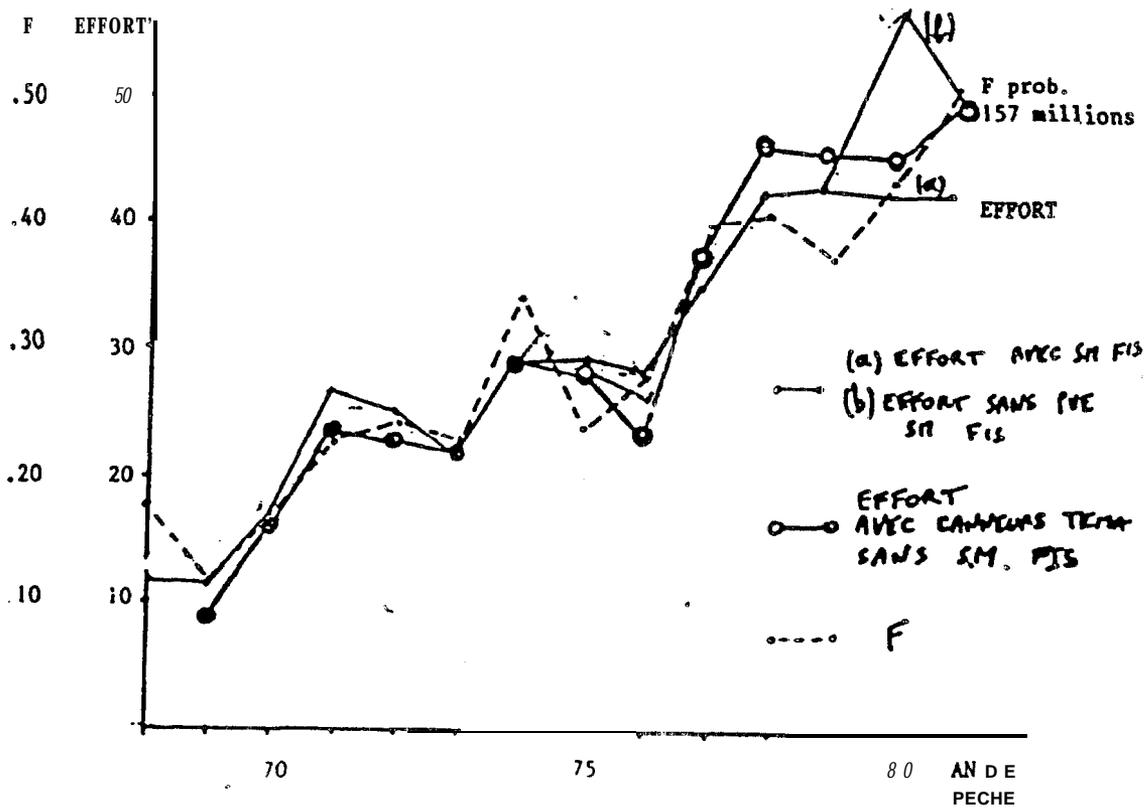


Figure 19.-: Effort de pêche et taux de mortalités par pêche annuels moyens calculés dans La solution  $F$  prob de l'analyse des cohortes de 1968 à 1981 avec un recrutement variable

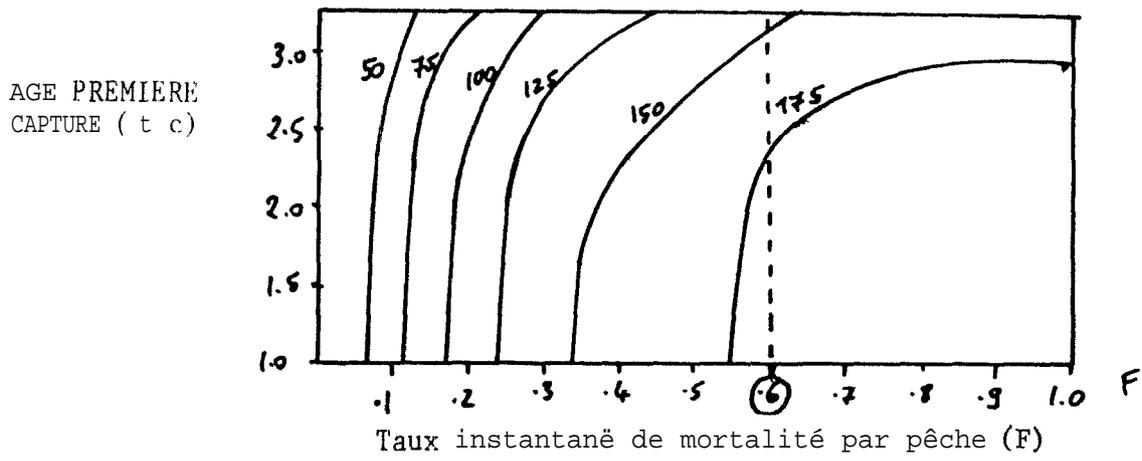


Figure 20. - : Modèle de production par recrue à F et M constants (M = 0.6)

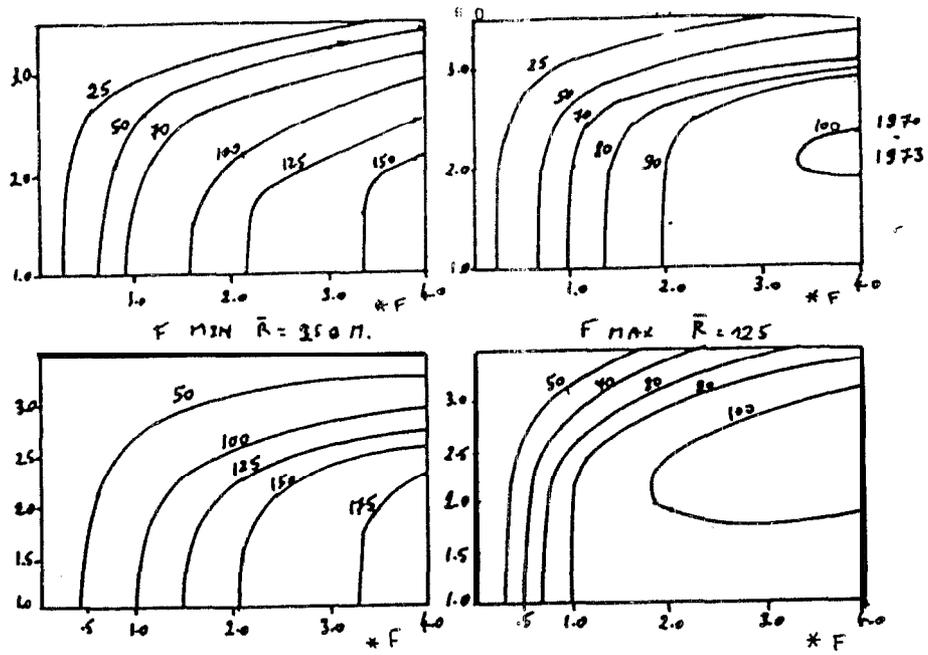


Figure 21.- : Modèle de production par recrue atlantique est  $M = 0.6$

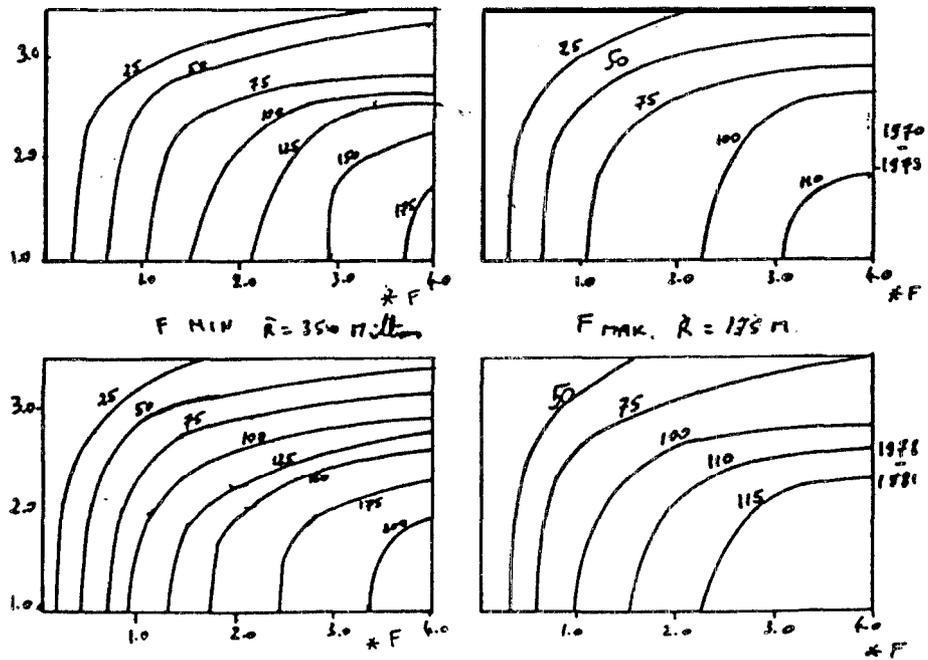


Figure 22.- : Modèle de production par recrue atlantique est  $M = 0.8$   
 L'abscisse donne le facteur multiplicateur du vecteur  $F$  actuel (noté 1.0)  
 l'ordonnée donne l'âge à la première capture.

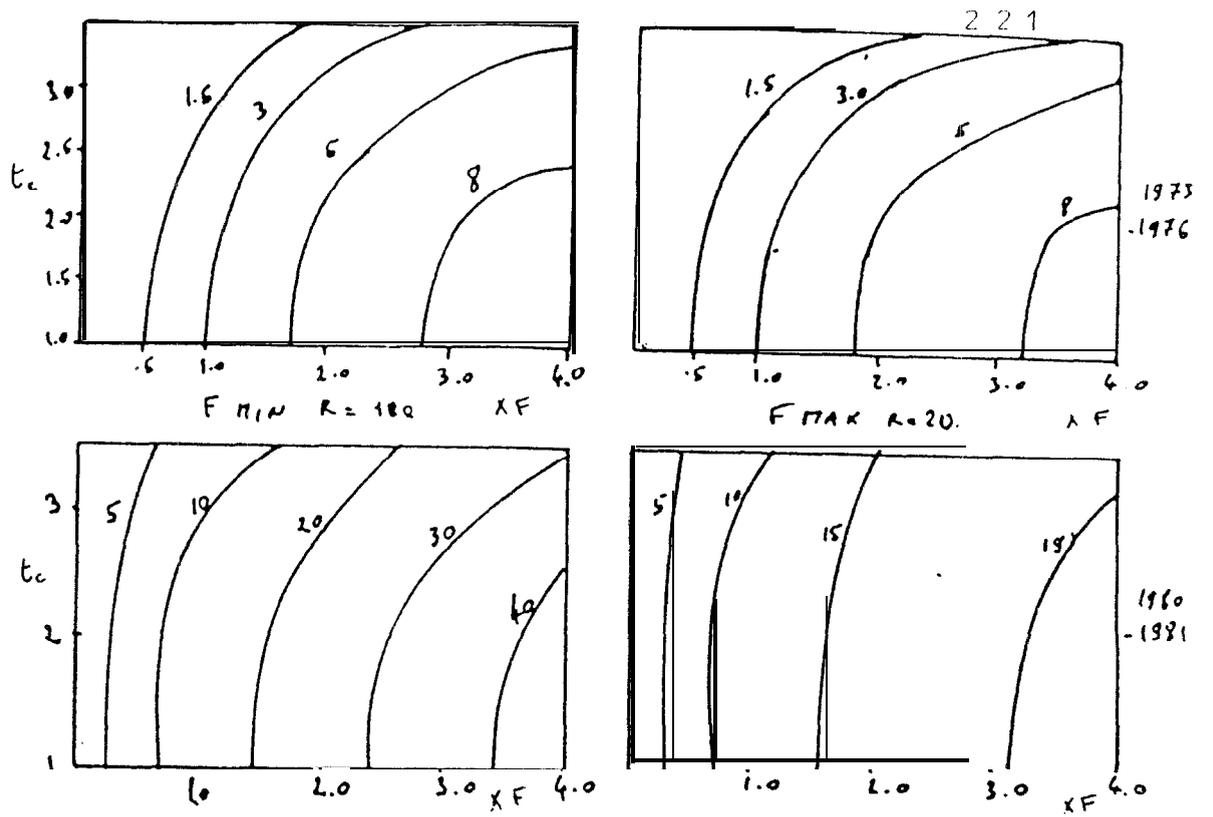


Figure 23.- Modèle de production par recrue atlantique ouest  $M = 0.6$

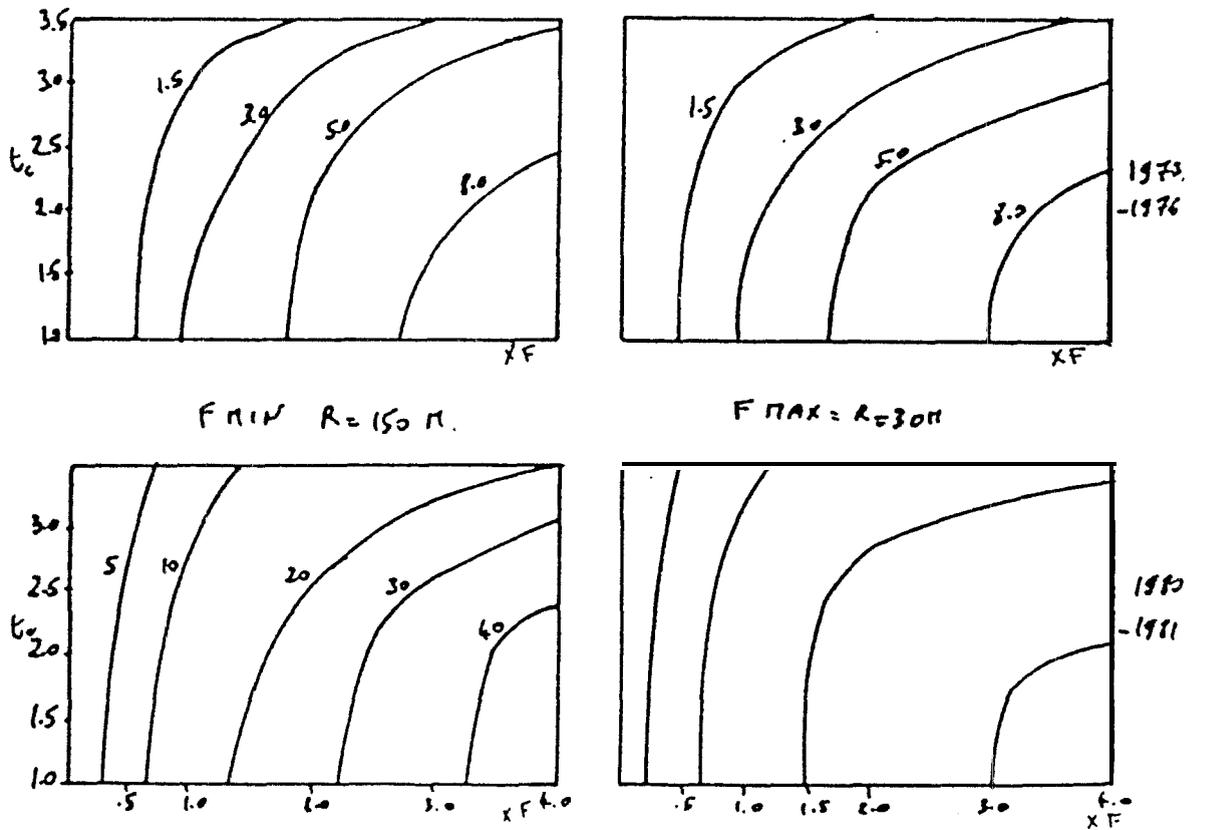


Figure 24.- Modèle de production par recrue atlantique ouest  $M = 0.8$

M = 0.6

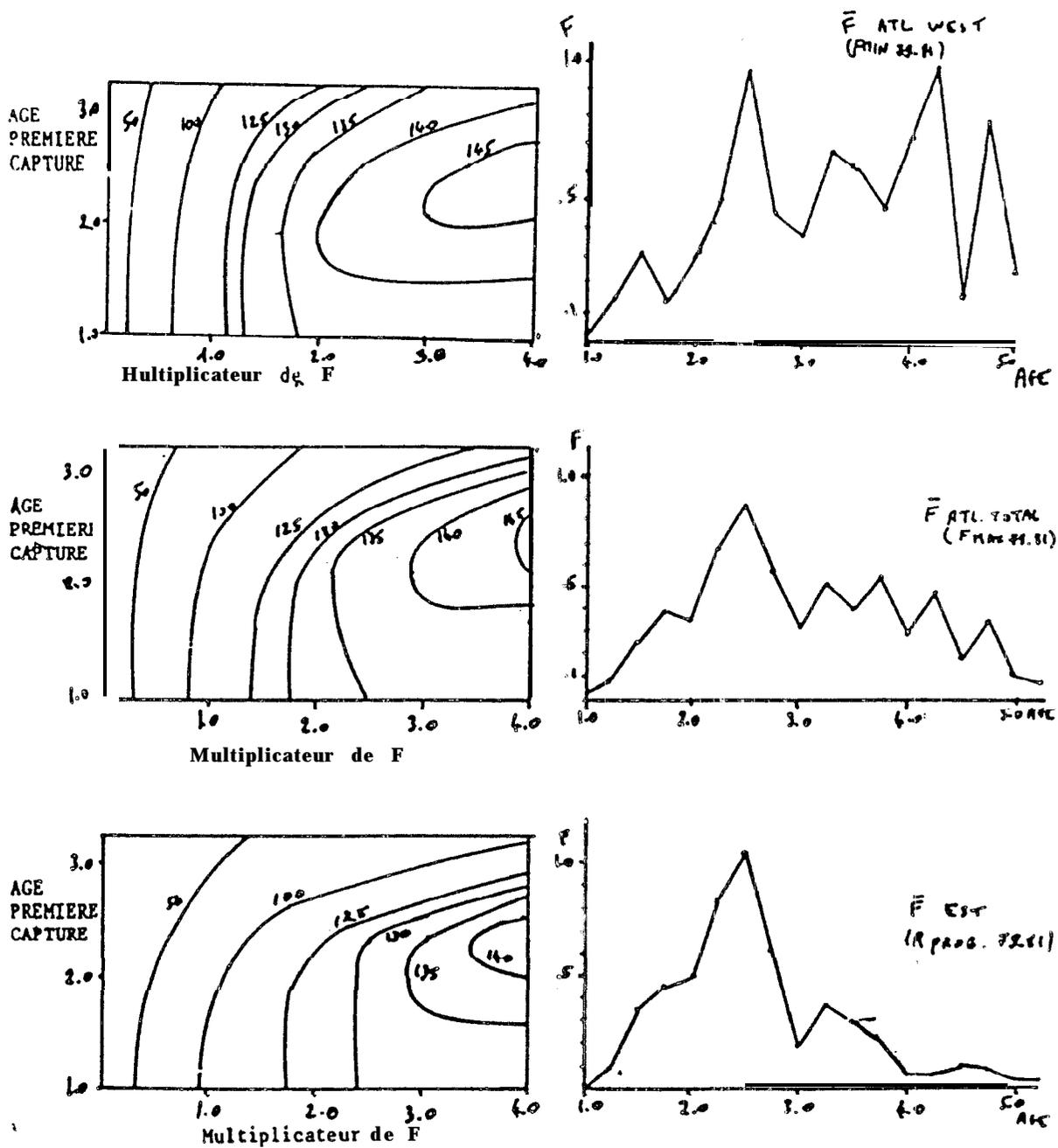


Figure 25. - : Production par recrue selon divers schémas d'exploitation :  
 (a) le Vecteur des F moyens par âge de l'Atlantique ouest, période 1979-1981, hypothèse F min, M = 0.6, recrutement constant  
 (b) le Vecteur des F moyens par âge de l'Atlantique total, période 1979-1981, hypothèse F max, M = 0.6, recrutement constant  
 (c) le Vecteur des F moyens par âge de l'Atlantique est, période 1979-1981, hypothèse F prob., M = 0.6, recrutement variable

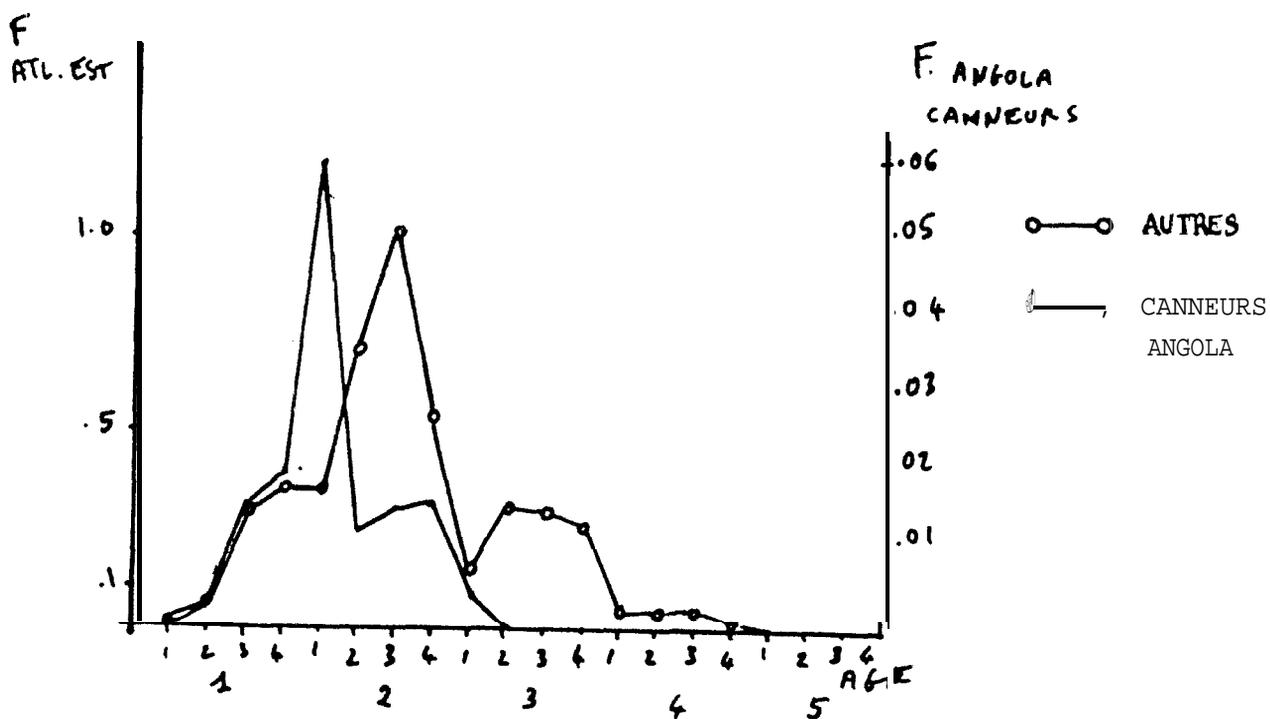
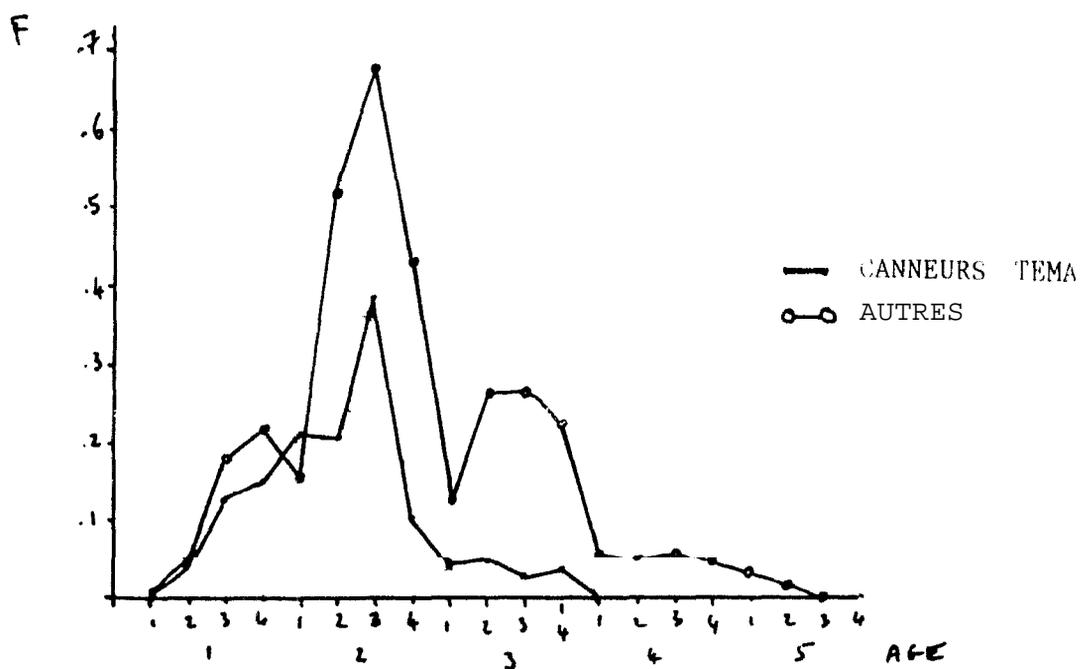


Figure 26.- : Vecteurs f par âge des pêcheries des canneurs de Téma et de l'Angola comparés aux mortalités par pêche des autres pêcheries (Moyenne 78 à 81).

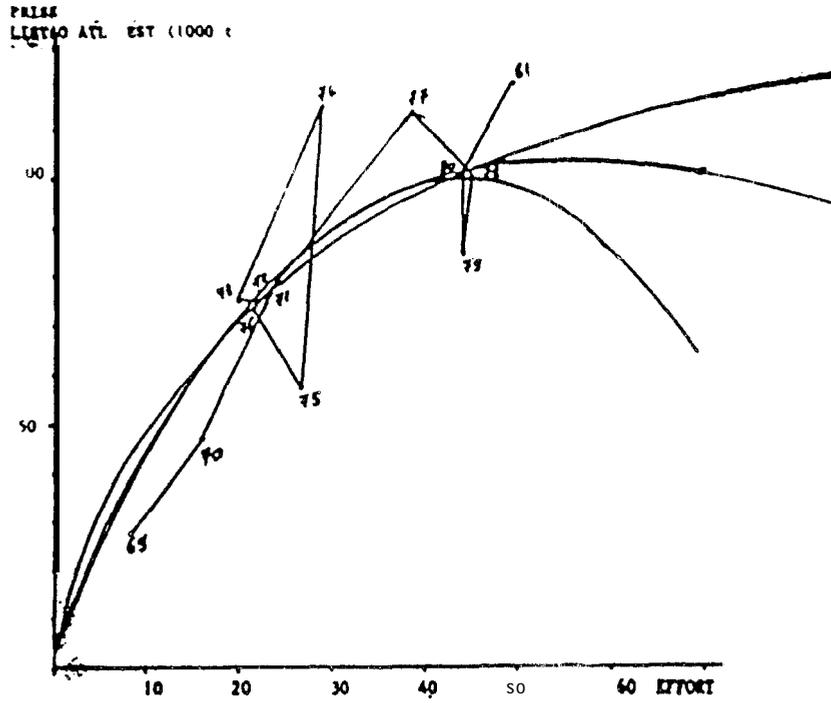


Figure 27.- : Modèle de production ajusté au l'Atlantique est pour  $M = 0,1$  et 2 et  $k = 3$ . L'effort de pêche est calculé à partir de la pue excluant les senneurs moyens FISH en 1980-81 et incluant les pue de Téma corrigées.

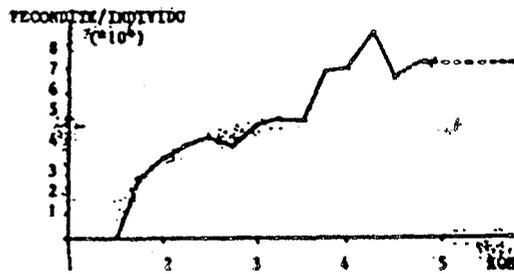


Figure 28.- : Relation entre fécondité et age utilisée

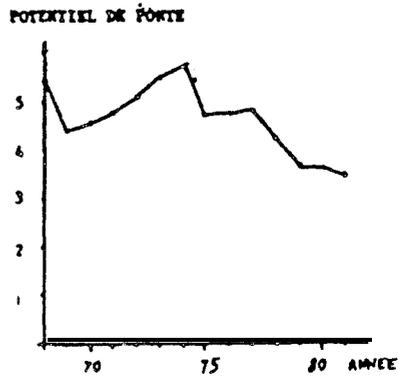


Figure 29. : Evolution du potentiel de ponte estime pour la période 1968 à 1981 dans l'hypothèse F Prob à recrutement variable.