

ETUDE DE LA CROISSANCE DU LISTAO (KATSUWONUS PELAMIS) DE L'ATLANTIQUE AU MOYEN DES RAYONS DE LA NAGEOIRE DORSALE.
MISE AU POINT D'UNE METHODOLOGIE--RESULTATS PRELIMINAIRES

L. Antoine, P. Cayre, J. Mendoza

SUMMARY

Dorsal fin ray sections have been used in several studies for ageing tuna. As far as skipjack tuna is concerned, the trials have been made in an isolated fashion. The present study discusses the methodology developed by a group of eight scientists as well as the comparison of readings on the same sample. The paper deals with difficulties encountered in developing the method and the differences that exist between different readers. A first growth estimate is advanced, by three scientists of the working group, on three samples from different origins. Classical growth curves do not adjust well to the data observed. Nevertheless, the data seem to indicate that growth is rather slow, around 5 cm. per year. A certain doubt exists regarding the periodicity of growth marks. This may be improved by tetracycline antibiotic markings. Indeed the first recoveries obtained indicate that this substance is deposited on dorsal fin rays. A longer time at liberty (about one year) seems necessary in order to have available a reliable method of mark periodicity determination.

RESUME

Ageer les thonidés au moyen des coupes de rayon de la nageoire dorsale est une méthode qui a déjà été utilisée. En ce qui concerne le listao, les essais ont été menés jusqu'à présent de façon isolée. Le présent travail fait état de l'élaboration d'une méthodologie mise au point par un groupe de chercheurs, ainsi que la comparaison des lectures menées par huit personnes sur un même échantillon. L'étude met en évidence les difficultés de la méthode, et les différences existant entre les lecteurs, même s'ils ont adopté une méthodologie commune. Une application de la méthodologie sur trois échantillons d'origines différentes est faite par trois des huit lecteurs. Les courbes de croissance classiques s'ajustent difficilement. Cependant, une certaine unité se fait pour une croissance lente, de l'ordre de 5 cm par an. Une possibilité d'amélioration de la méthode semble être vue dans le marquage à la tétracycline: les premiers retours de poissons marqués montrent que les rayons épineux portent une marque. Un plus long séjour des poissons en mer (environ un an) semble être cependant nécessaire pour disposer d'une méthode de validation des marques.

RESUMEN

Determinar la edad de los atunes por medio de cortes en las espinas de la aleta dorsal, es un método que ya se utilizó con anterioridad. En lo que respecta al listado, las pruebas se han realizado, hasta ahora, aisladamente. Este estudio presenta la elaboración de una metodología puesta a punto por un grupo de investigadores, así como la comparación de ocho lecturas realizadas sobre una misma muestra. El estudio resalta las dificultades del método y las diferencias entre los diversos lectores, a pesar de haber empleado una metodología común. Tres de los ocho lectores han aplicado la metodología a tres muestras de orígenes dife-

rentes. Se observa que las curvas clásicas de crecimiento se ajustan con dificultad. Sin embargo, hay una cierta concordancia respecto a un crecimiento lento, de unos 5 cms. por año. El uso del marcado con tetraciclina parece dejar entrever la posibilidad de mejorar el método: las primeras recuperaciones de peces marcados muestran una señal en las espinas. Sin embargo, para disponer de un método válido de determinación de las señales, parece ser necesario una estancia más larga de los peces en la mar (alrededor de un año).

INTRODUCTION

La détermination de l'âge et de la croissance du Listao a été tentée de différentes manières. On trouve dans JOSSE (1979) une synthèse des différentes approches : à partir des distributions de fréquences de tailles, de la progression modale des histogrammes, des marquages-recaptures, et des lectures de pièces dures : vertèbres, otolithes, rayons de nageoire dorsale. C'est cette dernière méthode que nous développons ici, en reprenant le travail commencé par CAYRE (1979).

Les taux de croissance obtenus par les divers auteurs sont très variables, les estimations pouvant varier du simple au double, voire au triple. Ceci s'expliquerait d'une part par l'utilisation de méthodes différentes, et d'autre part par les origines diverses des échantillons selon les auteurs.

En choisissant la méthode des rayons épineux de la nageoire dorsale (REND) nous avons voulu simplifier la méthode de prélèvement et de préparation par rapport à d'autres pièces dures (otolithes ou vertèbres) ; de plus, grâce à la mise en place du réseau d'échantillonnage du programme ISYP, nous devons disposer d'échantillons d'origines diverses dans tout l'Atlantique intertropical.

1 - MISE AU POINT ET COMPARAISON DE TECHNIQUES

1.1. Historique

A la suite de la réunion du sous-comité du Listao de novembre 1980, les personnes présentes et concernées par l'étude des pièces dures du Listao ont décidé de se rencontrer afin de calibrer les méthodes de préparation et de lecture des coupes de REND. Les difficultés de déplacement dues au travail de chacun des chercheurs et aux distances les séparant géographiquement font qu'à aucun moment toutes les personnes n'ont pu être réunies. Un premier groupe s'est réuni en décembre 1980 à Brest (4 personnes), puis une autre réunion a eu lieu en février 1981 à Dakar (3 personnes). Un seul chercheur a participé aux deux réunions. Une méthodologie s'étant alors dégagée (voir la description au paragraphe suivant), il fut alors décidé de réaliser un recueil de photographies de coupes de REND et d'en faire parvenir un exemplaire à chaque chercheur ou groupe de chercheurs concernés, y compris à ceux qui n'avaient pu participer à un groupe de travail. Chaque lecteur devait alors renvoyer à Brest des transparents sur lesquels il reportait ses lectures, ainsi que l'interprétation qu'il en faisait (âge supposé). L'étude comparée de huit lectures des mêmes échantillons a pu donc être ainsi faite. Enfin, une dernière réunion a

eu lieu en septembre 1981 où un groupe de trois personnes a réalisé une série de lectures et de mesures en commun.

1.2. Méthodologie proposée

1.2.1. Réalisation de coupes de REND

Le rayon a grossièrement la forme d'un cône allongé, dont le diamètre est maximum au-dessus de l'articulation. Il est important d'effectuer les coupes à la même position relative si l'on veut faire des mesures et recourir au rétro-calcul de la taille du poisson en fonction du diamètre du REND. On procède de la façon suivante : quelques millimètres au-dessus de l'articulation (3 - 5 mm selon la taille du poisson) on effectue une série de coupes de 500 à 700 μ d'épaisseur. La forme des coupes se modifie au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'articulation. La figure 1 montre quelles sont les coupes à retenir.

1.2.2. Observation

Les coupes de REND présentent en général une succession de bandes hyalines, claires en lumière transmise, et sombre en lumière réfléchie, et de bandes opaques (sombres en lumière transmise, claires en lumière réfléchie). Des microradiographies effectuées sur quelques coupes ont montré que les bandes hyalines représentaient des zones de plus forte charge calcique, telles que sont décrits habituellement les ralentissements de croissance (CASTANET, 1977 ; COMPEAN, 1980). La zone centrale subit un remaniement osseux qui s'intensifie avec l'âge du poisson.

La distinction des différentes bandes hyalines et opaques est facilitée lorsqu'on couvre la coupe d'une goutte de liquide (alcool à 60° ou à 90°, par exemple).

La coupe est de section grossièrement tronconique. Si l'on dispose de deux coupes, on veillera à en disposer l'une sur sa face inférieure et l'autre en sens inverse. Des différences peuvent apparaître d'une coupe à l'autre et faciliter les lectures délicates. Lorsqu'on cherche à interpréter la nature du bord de la coupe (opaque ou hyaline) on veillera à le faire sur une coupe reposant sur sa face inférieure : on évite ainsi de voir par transparence le contour de la face supérieure. Si l'on dispose du 2^e REND, il est intéressant de le couper simultanément ; sa coupe peut aussi aider la lecture.

1.2.3. Lecture

Les bandes hyalines sont appelées "anneaux". Leur aspect étant variable d'un échantillon à l'autre ainsi qu'au sein d'une même coupe, il a paru important de les décrire par un code de façon que la lecture et l'interprétation de chaque lecteur puisse être comprise par un autre. En l'absence quasi-totale de connaissance sur la biologie et le comportement du Listao dans les aires géographiques concernées (migration, reproduction), il paraît difficile de classer les anneaux en "accidentels", "de ponte", etc, ce qui entraînerait un choix trop arbitraire. Tous les anneaux sont donc notés et décrits suivant un code. D'autre part, il apparaît, tant dans nos lectures que dans d'autres travaux (COMPEAN, 1980 ; CHI et YANG, 1973 ; CAYRE et DIOUF, 1981) que les anneaux se présentent de manière relativement fréquente sous forme de doublets, ou encore de groupe de plus de deux anneaux. Ceci nous a donc amenés à procéder à des regroupements d'anneaux afin de donner un âge, chaque groupe d'anneau étant supposé représenter un cycle annuel.

7 des 8 lecteurs ont utilisé le code suivant :

- A : anneau
- AR : anneau en zone remaniée
- AF : anneau flou ; peu distinct, limites peu marquées
- AE : anneau étroit
- AL : anneau large
- Ai : anneau incomplet
- Ad : anneau se dédoublant en partie
- A* : anneau particulièrement marqué, se distinguant de tous.

Le lecteur décrit sa lecture par ce code, puis indique quels anneaux il retient, ou quels anneaux il regroupe pour aboutir à son interprétation de l'âge du poisson.

Exemple de formule de lecture :

$$\underbrace{AFR}_1 + \underbrace{AE + AL}_2 + \underbrace{A* + AF}_3 + \underbrace{A + A + AF}_4 + \underbrace{A}_+$$

nombre d' anneaux = 9

âge estimé = 4+

1.2.4. Mensurations

Deux optiques différentes sont utilisées : d'une part un projecteur de profil muni d'une platine reliée à un micromètre mesurant son déplacement ; d'autre part une loupe binoculaire munie d'un micromètre oculaire. Deux techniques de mensurations ont été développées ; une étude statistique sur une trentaine d'échantillons a montré que les résultats obtenus ne différaient pas significativement. On peut donc regrouper les mesures effectuées selon les deux procédés (figure 2 et 3).

1.3. Comparaison de lectures

Cette comparaison porte sur les lectures de huit chercheurs sur un échantillon de 78 photographies de coupes de REND. Le lecteur ne disposait pas des caractéristiques du poisson (taille, origine), ceci afin d'éviter d'orienter son jugement. Le rapport d'agrandissement photographique était identique pour tous les clichés. Les lecteurs 1, 2, 3, 5 et 7 ont participé à la mise au point de la méthodologie décrite ci-dessus et l'ont appliquée ; les lecteurs 6 et 8 ont appliqué la méthodologie sans avoir participé à sa mise au point ; le lecteur 4 a développé sa propre méthodologie. Les 78 échantillons ont volontairement été choisis parmi des poissons d'origine très diverses (Caraïbes, Centre Atlantique, Golfe de Guinée). On ne cherchera donc pas à interpréter les résultats du point de vue de la croissance du Listao.

Tous les lecteurs ont supposé que l'intervalle de temps séparant les anneaux ou groupes d'anneaux qu'ils lisaient était d'un an ; lorsqu'un lecteur ajoutait un signe + après l'âge estimé, celui-ci était majoré de 0,5 an (exemple : 4+ = 4.5).

1.3.1. Accord entre les lecteurs

Sur les 78 clichés, 17 (21,8 %) ont été jugés illisibles par au moins un lecteur ; un seul (1,3 %) a recueilli l'accord des huit lecteurs, deux autres ont recueilli l'accord à 0,5 an près (total de 3,8 %). Il est donc évident qu'une grande différence existe entre les interprétations. On rappellera à ce titre qu'une comparaison identique sur des lectures d'otolithes de morue avait montré un accord de 39 % entre 10 lecteurs (LOPEZ-VEIGA, 1976).

Le tableau 1 donne les accords entre paires de lecteurs.

Dans tous les cas, les pourcentages d'accords sont inférieurs à 40 % sauf pour les couples 2-4 (56 %) et 7-8 (73 %). Les valeurs les plus faibles s'observent pour les couples 4-6 (8 %) et 2-6 (9 %). Le couple 7-8 arrive à un fort taux d'accord qui peut s'expliquer par le fait que d'une part ils ont eu l'occasion de travailler ensemble et d'autre part qu'ils ont évité d'estimer l'âge à 0,5 an près. Le couple 2-4 arrive à un taux d'accord élevé alors que la méthodologie est différente et qu'ils n'ont jamais eu l'occasion de travailler ensemble.

Le tableau 2 donne les accords à $\pm 0,5$ an près. L'accord y est nettement plus élevé : 16 couples sur 26 s'accordent à plus de 50 %, 13 à plus de 60 %. La différence avec le tableau précédent provient soit du fait que les lecteurs ont une définition différente du symbole "+" lorsqu'ils utilisent, soit de la difficulté à lire le bord de la coupe.

1.3.2. Biais entre lecteurs

Les tableaux 3 et 4 donnent le biais entre couples de lecteurs. Le biais étant défini comme la somme des pourcentages d'âges surestimés et sous-estimés. Le biais moyen indique la tendance du lecteur par rapport à l'ensemble des lecteurs. On remarque que les lecteurs 2 et 4 sous-estiment nettement l'âge par rapport à l'ensemble des lecteurs ; les lecteurs 7 et 8 ont la tendance inverse. Les lecteurs 3, 5 et 6 surestiment légèrement. Le lecteur 1 a la tendance inverse.

1.3.3. Examen des formules de lecture

L'examen des formules de lecture fournies par chaque lecteur a montré que, sauf quelques cas particulièrement faciles (anneaux très nettement marqués) le nombre d'anneaux vus ou retenus variait d'un lecteur à l'autre ; d'une manière générale, ceux qui distinguent le plus d'anneaux surestiment l'âge par rapport aux autres ; toutefois des différences proviennent aussi dans la manière de regrouper les anneaux.

1.4. Comparaison des clés longueur-âge

A partir des interprétations de chaque lecteur, un âge moyen a été établi pour les 61 coupes lues par l'ensemble des lecteurs ; d'autre part, une clé longueur-âge a été établie pour chaque lecteur. Il n'a pas été possible d'ajuster des courbes de croissance type VON BERTALANFFY. On a donc choisi de

représenter l'âge en fonction de la longueur par un ajustement linéaire (moindres carrés).

Le tableau 5 montre l'âge moyen obtenu pour 61 individus ; les moyennes ont été comparées à l'aide d'un test t. Seuls 4 couples sur 28 ne présentent pas de différence significatives entre eux au seuil de 5 %, 7 couples au total si l'on passe au seuil de 1 %.

Un exemple d'ajustement linéaire est donné à la figure 4. Les équations des droites obtenues (droite fonctionnelle) sont données dans le tableau 6.

Les paramètres a et b des droites prédictives ($Y = a + bx$) ont été comparés au moyen de leurs ellipses de confiance, l'hétérogénéité des variances résiduelles ne permettant pas d'analyse de variance.

La figure 5 montre que deux groupes se distinguent nettement, par non recouvrement des ellipses : les lecteurs 3, 5, 6, 7 et 8 d'une part et les lecteurs 2 et 4 d'autre part ; le lecteur 1 occupe une position intermédiaire entre les deux groupes. Les lecteurs 3, 5, 6 peuvent être confondus (ellipses quasi concentriques).

1.5. Conclusion sur la méthodologie

La détermination de l'âge par les coupes de REND reste difficile. Même lorsqu'une méthodologie a été élaborée en commun, les interprétations individuelles peuvent présenter des divergences importantes. Les différences proviennent tant du nombre d'anneaux vus ou retenus que dans la manière de les regrouper. L'absence d'anneau dans la zone centrale remaniée augmente probablement les biais de lecture chez les grands poissons (plus de 50 cm). Enfin la nature du bord de la coupe n'est pas lue de la même façon par les différents lecteurs.

La mise au point d'une méthodologie permet cependant de rendre les résultats comparables et de regrouper les lecteurs.

Dans la mesure du possible, on devra s'efforcer de faire lire les échantillons par plusieurs chercheurs avant d'en tirer un quelconque résultat quant à la croissance. On devra également éviter de sélectionner les échantillons les plus faciles, afin de ne pas biaiser les résultats par le choix d'individus différents de la moyenne.

2 - APPLICATION DE LA METHODOLOGIE

Une application de la méthodologie décrite plus haut a été faite par les lecteurs 1, 3 et 5. Nous avons vu (tableaux 2 et 5) qu'il existait un accord relativement élevé entre ces trois chercheurs. Trois échantillons ont été étudiés : l'un en provenance des débarquements de Cumana (Vénézuéla) ; un autre de Dakar (Sénégal) et le dernier d'Abidjan (Côte d'Ivoire).

2.1. Relation diamètre du REND - longueur du poisson

La relation entre le diamètre du REND et la longueur du poisson (LF) est étudiée afin de procéder au rétrocalcul de la taille du poisson aux différents anneaux.

La relation a été étudiée pour les trois échantillons en ajustant les données à un modèle linéaire, sans transformation des données. Les équations des droites prédictives et figurent au tableau 7. La comparaison entre des droites a porté sur les droites prédictives : $y = a + bx$. Les variances résiduelles n'étant pas homogènes (test F significatif au seuil de 5 %), la comparaison a été faite au moyen des ellipses de confiance. La figure 6 montre qu'il ne semble pas y avoir de différence significative entre les trois échantillons.

Le problème est apparu de la disparition possible d'anneaux dans la zone centrale remaniée de la coupe, spécialement chez les poissons de plus de 45-50 cm. Les mesures aux différents anneaux ont donc été sommées sous la forme d'un histogramme (figure 7). Cet histogramme suggère trois groupes distincts de mesures à 800, 1 000 et 1 300 μ de rayon, qui correspondraient aux trois premiers groupes d'anneaux. Il a donc été tenu compte de ces trois groupes dans l'estimation de l'âge individuel des poissons échantillonnés.

2.2. Etude de la croissance

Deux méthodes ont été utilisées. D'une part, on a estimé la taille de chaque poisson aux différents anneaux par rétrocalcul ; dans ce cas, un individu entre donc dans l'estimation de plusieurs couples âge/longueur. D'autre part, on a estimé la croissance à partir des couples de valeurs âge individuel/taille.

La première méthode augmente le nombre de valeurs, mais peut introduire des biais du fait du rétrocalcul et de la non indépendance des différentes estimations de l'âge, la seconde se prêterait mieux à un ajustement à un modèle mathématique de croissance.

2.2.1. Croissance estimée par rétrocalcul

Les droites prédictives obtenues pour chacun des échantillons ont été utilisées pour les calculs. La formule retenue est la suivante :

$$LF_i = a + (LF - a) \frac{A_i}{A} \quad (1)$$

où

- LF_i : longueur au temps i
- a : l'ordonnée à l'origine
- LF : longueur du poisson
- A_i : rayon de l'anneau mesuré
- A : rayon de l'épine

Les résultats obtenus par secteur et par groupe d'anneaux (périodes) figurent au tableau 8. Les accroissements par période sont de l'ordre de 4 à 5 cm ; les accroissements les plus forts étant obtenus pour l'échantillon de Dakar. Il ne semble pas justifié de pousser plus loin la comparaison entre les échantillons, et ce d'autant plus que les LF au 1er et 2è anneau ont été déduites de la figure 7 par attribution systématique de deux groupes d'anneaux dans la zone centrale remaniée des coupes.

2.2.2. Relation entre l'âge individuel et la longueur

A partir des couples de valeurs âge/LF, on a essayé d'ajuster des modèles de croissance. Il n'a pas été possible d'ajuster un modèle Von Bertalanffy ; le meilleur ajustement a été la droite de régression. Les droites obtenues sont portées dans les figures 8a, 8b et 8c. Le tableau 8 montre les tailles obtenues à chaque période supposée annuelle. Les valeurs sont très voisines de celles obtenues par rétrocalcul, et légèrement plus fortes pour l'échantillon provenant de Dakar ; là encore, on ne poussera pas plus loin les comparaisons, du fait de l'hétérogénéité des échantillons et des variances.

2.2.3. Le problème de la périodicité des anneaux

On a dit plus haut (§ 1.2.3.) que l'hypothèse avancée pour plusieurs thonidés dont le listao de la formation de 2 ou plus de 2 anneaux par an était retenue pour ce travail. Une vérification de cette périodicité a été tentée par l'étude de la nature du bord des coupes de REND au cours d'une année complète. Cette étude a été faite par un seul lecteur sur des listaos débarqués à Dakar où on disposait d'échantillons mensuels répartis sur l'année entière (1980). On a calculé chaque mois les proportions de coupes présentant un bord opaque (zone de croissance). La figure 9 montre que de janvier à juin il y aurait une longue période de croissance nulle ou ralentie (bord hyalin). De juillet à septembre, la croissance reprendrait (bord opaque), puis, en octobre, une nouvelle zone hyaline apparaît ; la croissance reprendrait en novembre et décembre. Ce schéma semble indiquer la formation de deux anneaux par an. Quelques réserves s'imposent toutefois :

- a- l'échantillon mensuel est relativement faible, et ne tient pas compte d'une possible différence d'un banc de poissons à l'autre;
- b- l'interprétation du bord de la coupe est difficile, et peut varier d'un lecteur à l'autre;
- c- la période de ralentissement ou d'arrêt de janvier à juillet est très longue, et il n'est pas exclu qu'un ou plusieurs anneaux aient pu se former durant cette période.

2.3. Discussion et conclusion

Sur la base d'une périodicité annuelle, les accroissements obtenus dans cette étude (4 à 5 cm) sont en moyenne deux fois moindres que ceux avancés par d'autres auteurs pour le listao de l'Atlantique (BATTS, 1972 ; CARLES-MARTIN, 1975 ; CAYRE, 1980), par lecture de pièces dures. Il est donc évident que ce résultat doit être considéré comme provisoire. Les études en cours dans le cadre du programme listao doivent permettre de consolider un certain nombre d'hypothèses. En particulier, le marquage à la tétracycline devrait permettre de lever les doutes quant à la périodicité de formation des anneaux. Les premiers retours de pièces dures de poissons tétracyclinés montrent que le produit est visible dans les coupes de REND en fluorescence. Le nombre d'échantillons est actuellement

trop faible pour permettre une étude de croissance de cette façon ; de plus, seuls les poissons recapturés au moins un an après marquage pourront permettre de vérifier la périodicité des anneaux et de calculer la croissance annuelle.

On fera les remarques suivantes :

- a- les marques d'arrêt ou de ralentissement de croissance sont nombreuses, souvent larges, indicatrices d'arrêts ou de ralentissements fréquents et/ou longs ;
- b- les marques de croissance rapide ou de reprise de croissance sont, à l'inverse, souvent étroites, indiquant de brèves périodes de croissance rapide ;
- c- les marques sont fréquemment de type différents d'un poisson à l'autre au sein d'un même échantillon, ce qui laisse supposer une grande variabilité individuelle de la croissance ;

Ces remarques conduisent à supposer pour le listao une croissance de type relativement "opportuniste", s'effectuant seulement lorsque les conditions favorables sont rencontrées ; cette hypothèse a déjà été faite pour la maturation des gonades (CAYRE, 1981) et conduit à l'idée déjà avancée de travailler au niveau du banc.

En conclusion, les auteurs estiment que la lecture d'âge au moyen des rayons épineux, malgré les difficultés rencontrées (on n'en attendait pas moins de la part du listao) est une méthode intéressante : de toutes les lectures de pièces dures, elle est la plus simple à l'échantillonnage, simple également dans la préparation.

La croissance lente obtenue par cette méthode demande une vérification, et particulièrement par la méthode de marquage à la tétracycline. Les résultats exposés dans ce document doivent donc être considérés comme provisoires.

Les lecteurs ont été les suivants :

- P. CAYRE (Sénégal) = 1
- J. PEREIRA (Portugal) = 2
- J. MENDOZA (France) = 3
- . TCHUR (U.R.S.S.) = 4
- L. ANTOINE (France) = 5
- M. POTTIER (Sénégal) = 6
- A. FERNANDEZ (Espagne) = 7
- G. MAMOLAR (Espagne) = 8.

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

- BATTS B.S., 1972. Age and growth of the Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus), in North Carolina waters. Chesapeake Science, 13(4) : 237-244.
- CAYRE P., 1979. Détermination de l'âge de listaos : *Katsuwonus pelamis* L., débarqués à Dakar. Note préliminaire. Doc. SCRS/78/50, in I.C.C.A.T. Col. Vol. Sci. papers VIII(1) : 186-200.
- CAYRE P., 1981. Maturité sexuelle, fécondité et sex ratio du listao (*Katsuwonus pelamis*) des côtes d'Afrique de l'ouest (20°N-0°N) étudiés à partir des débarquements thoniers (1977-1979) au port de Dakar. Doc. SCRS/80/54, in I.C.C.A.T. Col. Vol. Sci. papers X, 1 : 135-149.
- CAYRE P., DIDUF T. Croissance de la thonine *Ethynnus alleteratus* (Rafinesque, 1810), établie à partir de coupes transversales du premier rayon de la nageoire dorsale. Doc. SCRS/80/53, in I.C.C.A.T. Col. Vol. Sci. papers X, 1 : 337-345.
- CARLES-MARTIN C.A., 1975. Edad y crecimiento del bonito (*Katsuwonus pelamis*) y la albacora (*Thunnus atlanticus*) en la parte occidental de Cuba. Revista de investigaciones (Rep. de Cuba), 1(3) : 203-254.
- CASTANET J., MEUNIER F.J., de RICQLES A., 1977. L'enregistrement de la croissance cyclique par le tissu osseux chez les vertébrés poikilothermes : données comparatives et essai de synthèse. Bull. Biol. France et Belgique, 81(2) : 183-201.
- CHI K.S., YANG R.T., 1973. Age and growth of skipjack tuna in the waters around the southern part of Taiwan. Acta oceanog. Taiwanica. Sci. Reports of the National Taiwan Univ., 3 : 199-222.
- COMPEAN JIMENEZ G., BARD F.X., 1980. Age et croissance du thon rouge de l'Atlantique est (*Thunnus thynnus*) déterminés par la lecture de coupes transversales de rayon des nageoires. Doc. SCRS/79/67, in I.C.C.A.T. Col. Vol. Sci. papers IX, 2 : 547-552.
- JOSSE E., LE GUEN J.C., KEARNEY R., LEWIS A., SMITH A., MAREC L., TOMLINSON P.K., 1979. Croissance des bonites à ventre rayé. Commission du Pacifique Sud, Nouméa, document occasionnel n°11 : 83 p.
- LOPEZ-VEIGA E.C., WELLS R., HODDER V.M., 1976. Report of ageing workshop on cod held at Vigo, Spain, 1975. I.C.C.A.F. annual meeting, Summ. doc. 76/VI/13 : 155-204.

LECTEUR	1	2	3	4	5	6	7	8
1	*	31	38	31	30	23	13	14
2	31	*	25	56	31	9	13	10
3	38	25	*	20	39	24	38	30
4	31	56	20	*	24	8	16	13
5	30	31	39	24	*	14	23	26
6	23	9	24	8	14	*	21	21
7	13	13	38	16	23	21	*	73
8	14	10	30	13	26	21	73	*

TABLEAU 1 - ACCORD TOTAL ENTRE COUPLES DE LECTEURS

LECTEUR	1	2	3	4	5	6	7	8
1	*	67	66	62	61	50	40	46
2	67	*	48	72	41	54	25	22
3	66	48	*	46	63	65	67	61
4	62	72	46	*	35	50	26	24
5	61	41	63	35	*	60	45	48
6	50	54	65	50	60	*	66	61
7	40	25	67	26	45	66	*	73
8	46	22	61	24	48	61	73	*

TABLEAU 2 - ACCORD, A 0,5 AN PRES, ENTRE COUPLES DE LECTEURS

LECTEUR	1	2	3	4	5	6	7	8	BIAIS MOYEN
1	*	49	-26	47	-24	-23	-42	-64	-12
2	-49	*	-68	5	-61	-63	-64	-90	-56
3	26	68	*	70	-2	2	-42	-46	11
4	-47	-5	-70	*	-57	-41	-42	-87	-50
5	24	61	2	57	*	5	-29	-27	14
6	23	63	-2	41	-5	*	-45	-42	5
7	42	64	42	42	29	45	*	1	38
8	64	90	46	87	27	42	-1	*	50

TABLEAU 3 - BIAIS⁽¹⁾ ENTRE COUPLES DE LECTEURS. BIAIS DE $\pm 0,5$ AN COMPRIS

LECTEUR	1	2	3	4	5	6	7	8	BIAIS MOYEN
1	*	31	-20	36	-23	-16	-54	-44	-13
2	-31	*	-51	9	-57	-44	-76	-79	-47
3	20	51	*	54	0	-13	-27	-29	8
4	-36	-9	-54	*	-58	-50	-74	-76	-51
5	23	57	0	58	*	-3	-31	-29	11
6	16	44	13	50	3	*	-22	-28	11
7	54	76	27	74	31	22	*	1	41
8	44	79	29	76	29	28	-1	*	41

TABLEAU 4 - BIAIS⁽¹⁾ ENTRE COUPLES DE LECTEURS, POUR DES BIAIS $\geq \pm 1$ AN

(1) biais = (% âge sur-estimé) - (% âge sous-estimé)

LECTEUR	1	2	3	4	5	6	7	8
AGE MOYEN N = 61	3.25	2.78	3.55	2.69	3.58	3.56	4.02	3.95
sd (x)	0.13	0.11	0.13	0.09	0.16	0.15	0.16	0.14

	COUPLES
différence non significative au seuil de 5 %	2 - 4
	3 - 6
	5 - 6
	7 - 8
1% < seuil < 5%	1 - 3
	1 - 5
	1 - 6

TABLEAU 5 - COMPARAISON DES AGES MOYENS

Tableau 6 a			Tableau 6 b				
LECTEUR	a	b		a	b	v	N
1	27.57	7.77	1	34.51	5.65	0.727	78
2	25.72	9.78	2	35.14	6.40	0.654	77
3	24.06	8.12	3	35.12	5.01	0.616	75
4	21.98	11.47	4	30.55	8.27	0.721	61
5	29.23	6.47	5	34.25	5.09	0.787	76
6	26.34	7.39	6	34.86	5.03	0.680	78
7	26.14	6.54	7	34.90	4.41	0.674	78
8	22.19	7.60	8	32.32	5.10	0.671	78

TABLEAU 6 a - PARAMETRES DE LA DROITE FONCTIONNELLE :
Lf = a + b (âge) pour chaque lecteur

TABLEAU 6 b - PARAMETRES DE LA DROITE PREDICTIVE ET
COEFFICIENT DE CORRELATION

	a	b
CUMANA	19.6722	0.09275
ABIDJAN	19.8645	0.09133
DAKAR	19.4613	0.09216

TABLEAU 7 : PARAMETRE DE LA RELATION :

$$Lf = a + bd$$

Lf = longueur à la fourche

d = diamètre de la coupe

A G E	CUMANA		ABIDJAN		DAKAR	
	RETROCALCUL	LF/AGE	RETROCALCUL	LG/AGE	RETROCALCUL	LF/AGE
1	L = 34.1 S = 1.81	L = 34.68 S = 4.60	L = 34.5 S = 2.21	L = 35.75 S = 4.89	L = 34.2 S = 12.00	L = 35.24 S = 3.69
2	L = 39.0 S = 2.70	L = 39.09 S = 4.57	L = 38.8 S = 2.72	L = 39.92 S = 4.84	L = 39.5 S = 2.55	L = 40.27 S = 3.57
3	L = 44.1 S = 2.90	L = 43.5 S = 4.54	L = 43.2 S = 3.08	L = 44.09 S = 4.80	L = 45.1 S = 2.87	L = 45.30 S = 3.49
4	L = 47.9 S = 2.95	L = 47.91 S = 4.53	L = 47.5 S = 3.52	L = 48.26 S = 4.78	L = 49.8 S = 2.08	L = 50.33 S = 3.46
5	L = 51.6 S = 3.69	L = 53.32 S = 4.52	L = 52.4 S = 4.88	L = 52.43 S = 4.77	L = 54.0 S = 3.16	L = 55.36 S = 3.47
6	L = 56.3 S = 5.13	L = 56.73 S = 4.52	L = 55.6 S = 5.54	L = 56.60 S = 4.78	L = 57.7 S = 3.69	L = 60.39 S = 3.53
7	L = 62.8 S = 6.18	L = 61.14 S = 4.53	L = 59.7 S = 3.78	L = 60.77 S = 4.81		
8						

TABLEAU 8 : ACCROISSEMENTS PERIODIQUES (SUPPOSES ANNUELS)
OBTENUS PAR LES DIFFERENTES METHODES, POUR 3 ECHANTILLONS.

L = longueur à la fourche
S = écart-type

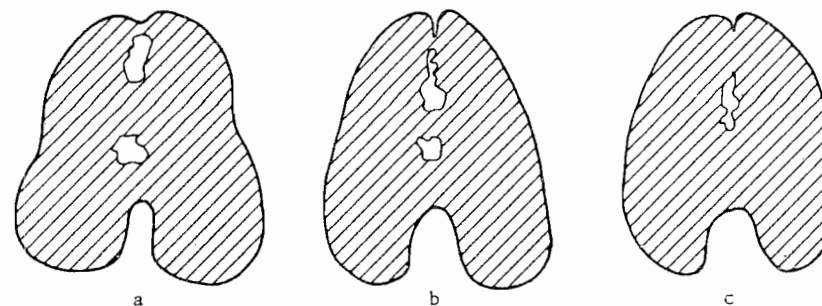


FIGURE 1

- a coupe effectuée trop près de la base
- b coupe correcte
- c coupe effectuée trop loin de la base

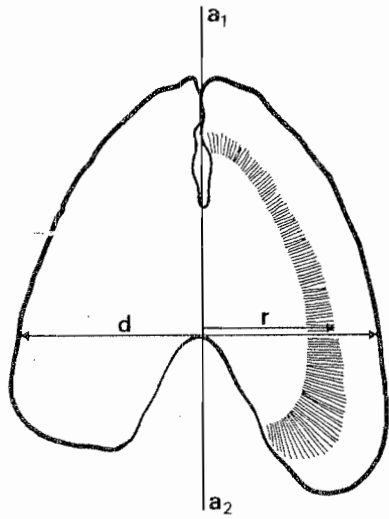


FIGURE 2

MESURES AU PROJECTEUR DE PROFIL

- a) d2 = axe de symétrie
- d = diamètre de la coupe
- r = rayon (mesure d'un anneau)

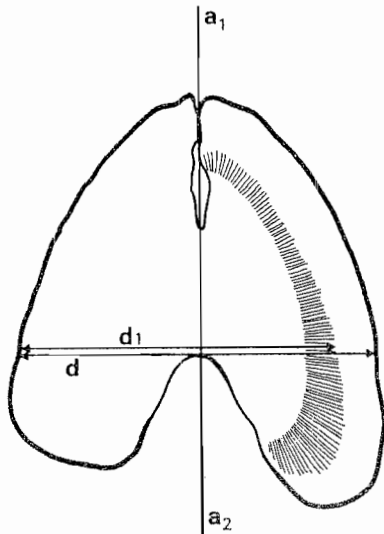
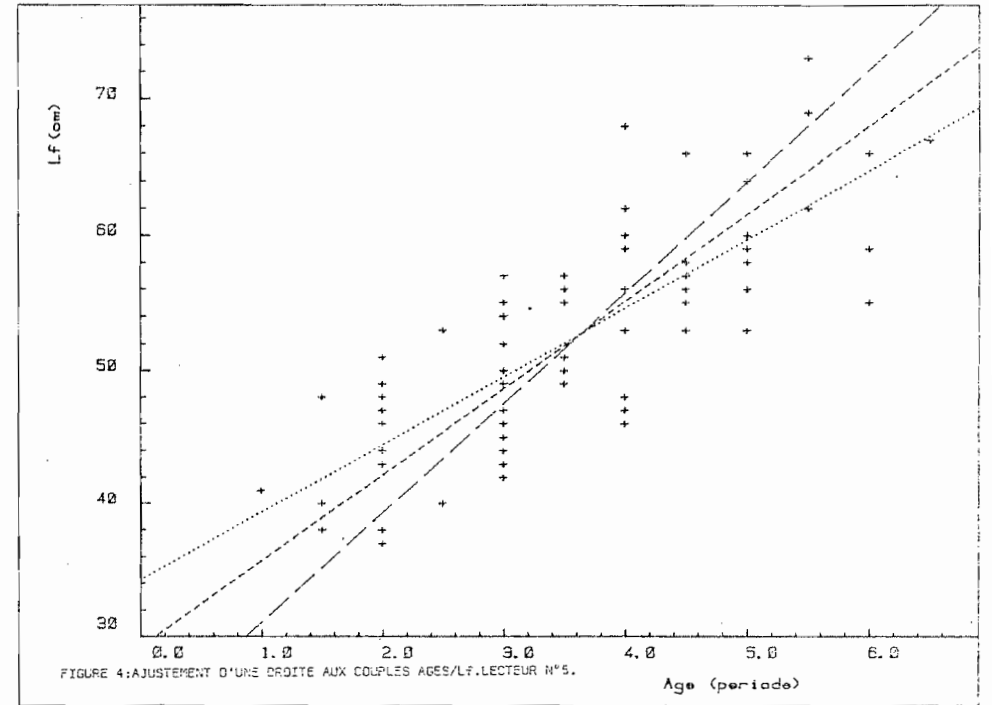


FIGURE 3

MESURES AU MICROMETRE OCULAIRE

- d = diamètre de la coupe
- d1 = mesure de l'anneau
- $r' = d1 - \frac{d}{2}$



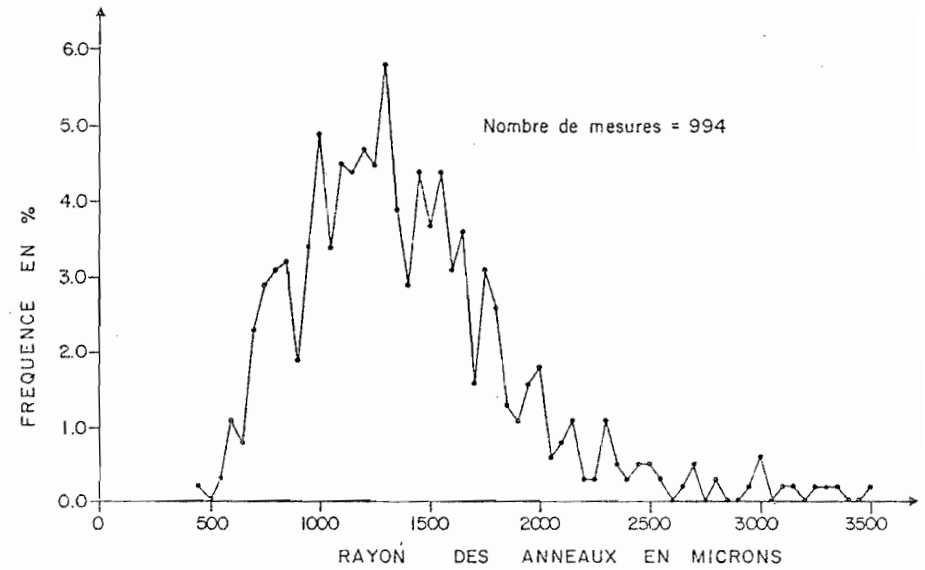
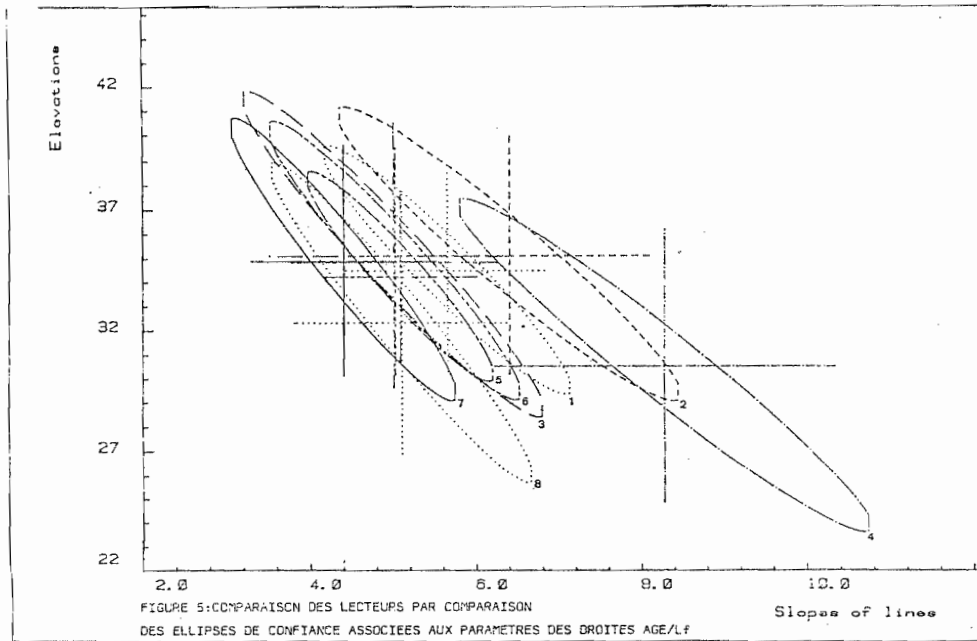


FIGURE 6 : HISTOGRAMME DES RAYONS AUX ANNEAUX.

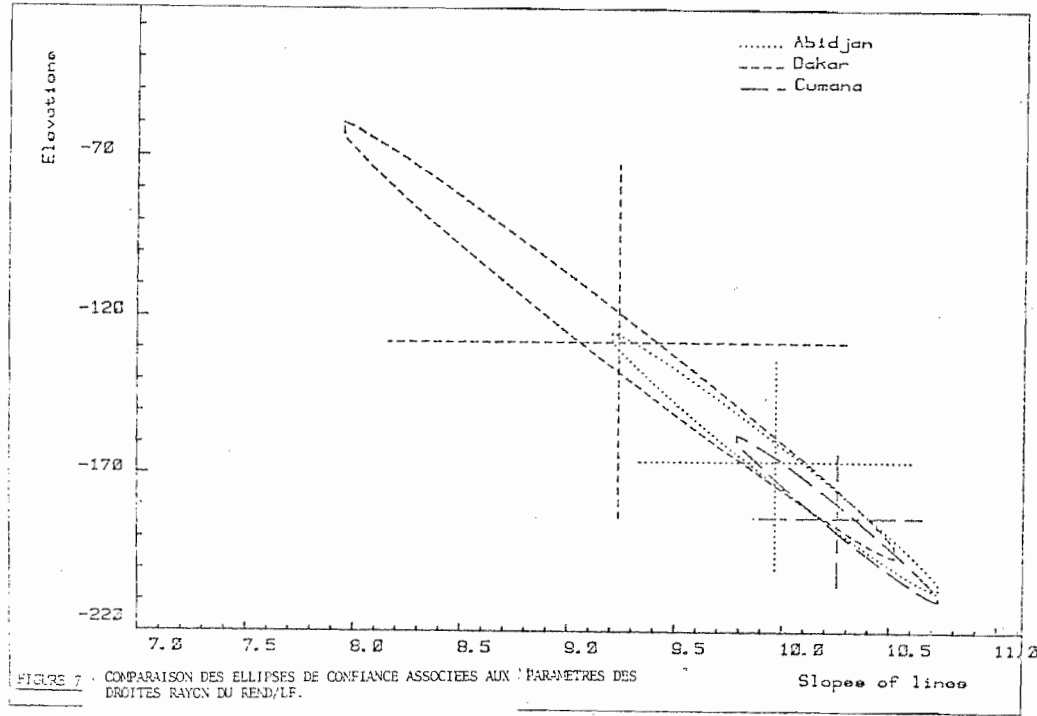


FIGURE 7 : COMPARAISON DES ELLIPSES DE CONFIANCE ASSOCIEES AUX PARAMETRES DES DROITES RAYON DU REND/LF.

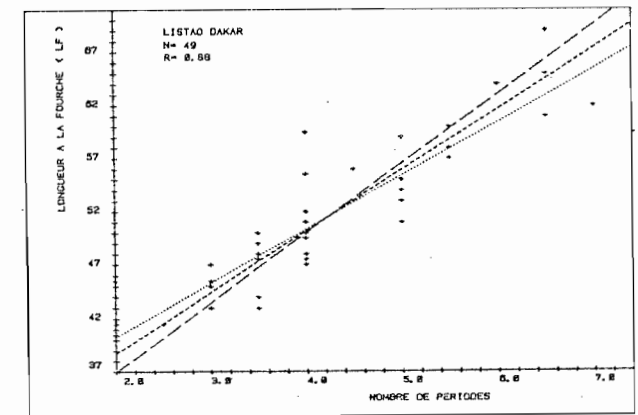
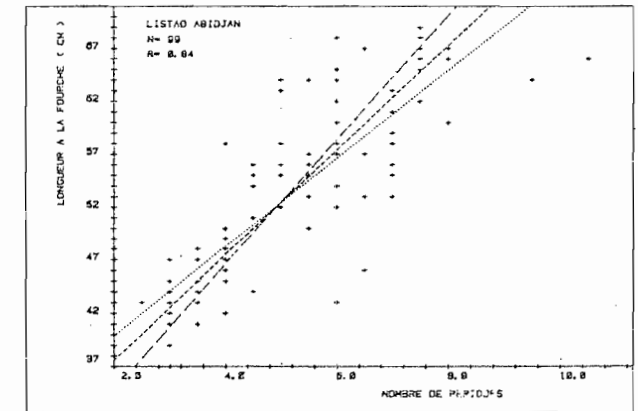
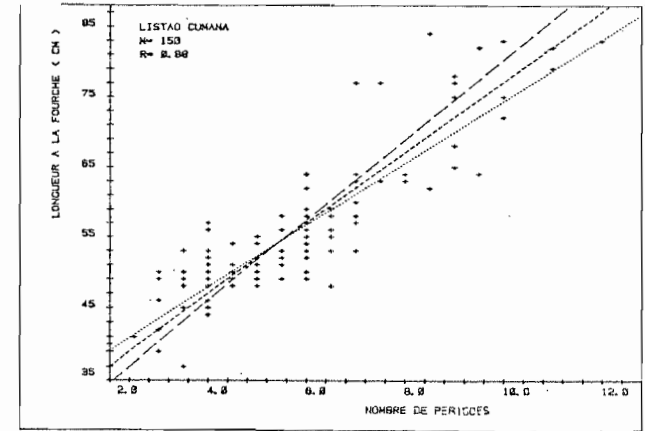


FIGURE 8 : a) RELATION AGE/LF, ECHANTILLON DE CUMANA
b) RELATION AGE/LF, ECHANTILLON D'ABIDJAN