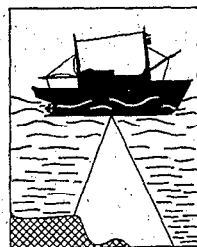


Martial ROSSIGNOL

**LE THON
A NAGEOIRES JAUNES
DE L'ATLANTIQUE
Thunnus (Neothunnus)
albacores
(Bonnaterre) 1788**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE-MER



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CATALOGUE SOMMAIRE des Publications ⁽¹⁾

DIFFUSION - VENTES

Tant pour les abonnements aux revues périodiques que pour l'achat d'ouvrages ou de cartes, il convient d'adresser les commandes imper-sonnellement à :

Monsieur le Chef du Service Central de Documentation de l'O.R.S.T.O.M.,
70-74, route d'Aulnay — 93 - BONDY.

Les paiements seront effectués par virements ou chèques postaux,
au profit de :

Régisseur des Recettes et Dépenses des S.S.C. de l'O.R.S.T.O.M.,
70-74, route d'Aulnay — 93 - BONDY.
C.C.P. 9152-54 PARIS.

Exceptionnellement, achat au comptant possible auprès de
l'O.R.S.T.O.M. - Bibliothèque Annexe,
24, rue Bayard — PARIS (8^e).

I. ANNUAIRE HYDROLOGIQUE

Première série de 1949 à 1959. 1 volume entoilé :

France 55 F ; Étranger 60 F.

Nouvelle série depuis 1959.

En deux tomes : Tome I. États africains d'expression française et République Malgache.

Le volume relié, 18 × 27 :

France 70 F ; Étranger 75 F.

Tome II. Territoires et départements d'Outre-Mer.

Le volume relié, 18 × 27 :

France 16 F ; Étranger 22 F.

II. BULLETINS ET INDEX BIBLIOGRAPHIQUES (format rogné : 21 × 27, couverture bleue)

— Bulletin bibliographique de Pédologie.

Trimestriel.

Abonnement : France 55 F ; Étranger 60 F.

— Bulletin signalétique d'Entomologie médicale et vétérinaire.

Mensuel.

Abonnement : France 55 F ; Étranger 60 F. Le numéro 6 F.

— Index bibliographique de Botanique tropicale.

Semestriel.

Abonnement : France 10 F ; Étranger 11 F. Le numéro 6 F.

III. CAHIERS O.R.S.T.O.M. (format rogné : 21 × 27, couverture jaune)

a) Séries trimestrielles.

Cahiers ORSTOM. Série Pédologie.

Cahiers ORSTOM. Série Océanographie.

Cahiers ORSTOM. Série Hydrobiologie (2).

Cahiers ORSTOM. Série Sciences humaines.

Cahiers ORSTOM. Série Hydrologie.

Cahiers ORSTOM. Série Entomologie médicale.

Abonnement : France 70 F ; Étranger 75 F. Le numéro 20 F.

b) Séries non encore périodiques.

Cahiers ORSTOM. Série Géophysique.

Cahiers ORSTOM. Série Biologie.

Cahiers ORSTOM. Série Géologie (prévue en 1968).

Prix selon les numéros.

(1) Tous renseignements complémentaires dans le catalogue général des publications, à demander : SCD ORSTOM - 70-74, route d'Aulnay, 93-Bondy.

(2) Cette nouvelle série reçoit les articles de cette discipline précédemment publiés dans la série Océanographique.

**LE THON A NAGEOIRES JAUNES
DE L'ATLANTIQUE**

Thunnus (Neothunnus) albacores (Bonnaterre) 1788

MÉMOIRES O.R.S.T.O.M. N° 25

Martial ROSSIGNOL

*Docteur ès Sciences Naturelles,
Océanographe biologiste Maître de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.*

**LE THON A NAGEOIRES JAUNES
DE L'ATLANTIQUE**
Thunnus (Neothunnus) albacores
(Bonnaterre) 1788

O.R.S.T.O.M.
PARIS
1968

SOMMAIRE

Première Partie

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE

I. CARACTÈRES MÉTRIQUES

Taille.....	14
Tête.....	15
Distance prédorsale : Pré-D 1.....	17
Distance prédorsale : Pré-D 2.....	18
Distance pré-anale.....	19
Hauteur du corps.....	20
Longueur de la pectorale.....	21
Longueur de la deuxième dorsale.....	23
Longueur de l'anale.....	26
Diamètre de l'œil.....	27
Maxillaire supérieur.....	28
Discussion et conclusions provisoires.....	29

II. CARACTÈRES MÉRISTIQUES

Branchiospines.....	33
Relations entre le nombre de branchiospines et la longueur relative du maxil- laire supérieur (indice $L_c pl / Max$).....	42
Étude des populations atlantiques.....	44
Conclusions.....	49

Deuxième Partie

BIOLOGIE

III. ÉVOLUTION DES GONADES.

Processus d'évolution.....	53
Rapport gonadosomatique.....	56

IV. AGE, CROISSANCE.

Structure des populations dans le Golfe de Guinée.....	60
Détermination de l'âge.....	61

V. CYCLES SEXUELS, PONTE.

Golfe de Guinée	
1 ^{re} maturité.....	64
2 ^e , 3 ^e pontes.....	66
Populations de la région du Cap-Vert.....	67
Autres régions de l'Atlantique.....	69

VI. SEX, RATIO.

Région du Cap-Vert.....	71
Comparaison avec les résultats du Pacifique.....	74

VII. NUTRITION.

Examen quantitatif des contenus stomacaux.....	80
Examen qualitatif des contenus stomacaux.....	83

VIII. PARASITISME.

Parasitisme.....	93
Résumé et conclusions de la deuxième partie.....	94

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	97
----------------------------	----

BIBLIOGRAPHIE.....	99
--------------------	----

ANNEXE, tableaux I à V.....	104
-----------------------------	-----

INTRODUCTION

Historique et conditions de travail

Le nombre et l'importance des recherches sur le thon à nageoires jaunes ont suivi le rythme de progression de l'effort de pêche dans les différents océans. Or, les ressources marines de l'Atlantique tropical étaient, jusqu'à ces dix dernières années, très mal connues et, par le fait même, peu exploitées. Aussi peut-on prendre à la lettre l'affirmation de E. LE DANOIS (1954) : « La biologie de l'Albacore du Pacifique présente encore bien des points obscurs, mais celle de l'Albacore de l'Atlantique est pratiquement inconnue ».

L'année 1954, avec les travaux de E. POSTEL (1954-55), sur la biologie et l'écologie du thon à nageoires jaunes de l'Atlantique tropico-oriental marque un tournant dans l'intérêt porté par le monde scientifique aussi bien que financier sur un poisson ignoré jusque là.

Depuis cette date les observations se sont multipliées. Reprenant les résultats des auteurs qui ont apporté leur contribution sur ce sujet en différents points de l'océan, et les confrontant avec nos propres résultats, nous avons pensé que l'état de nos connaissances était suffisamment avancé pour justifier un travail de synthèse.

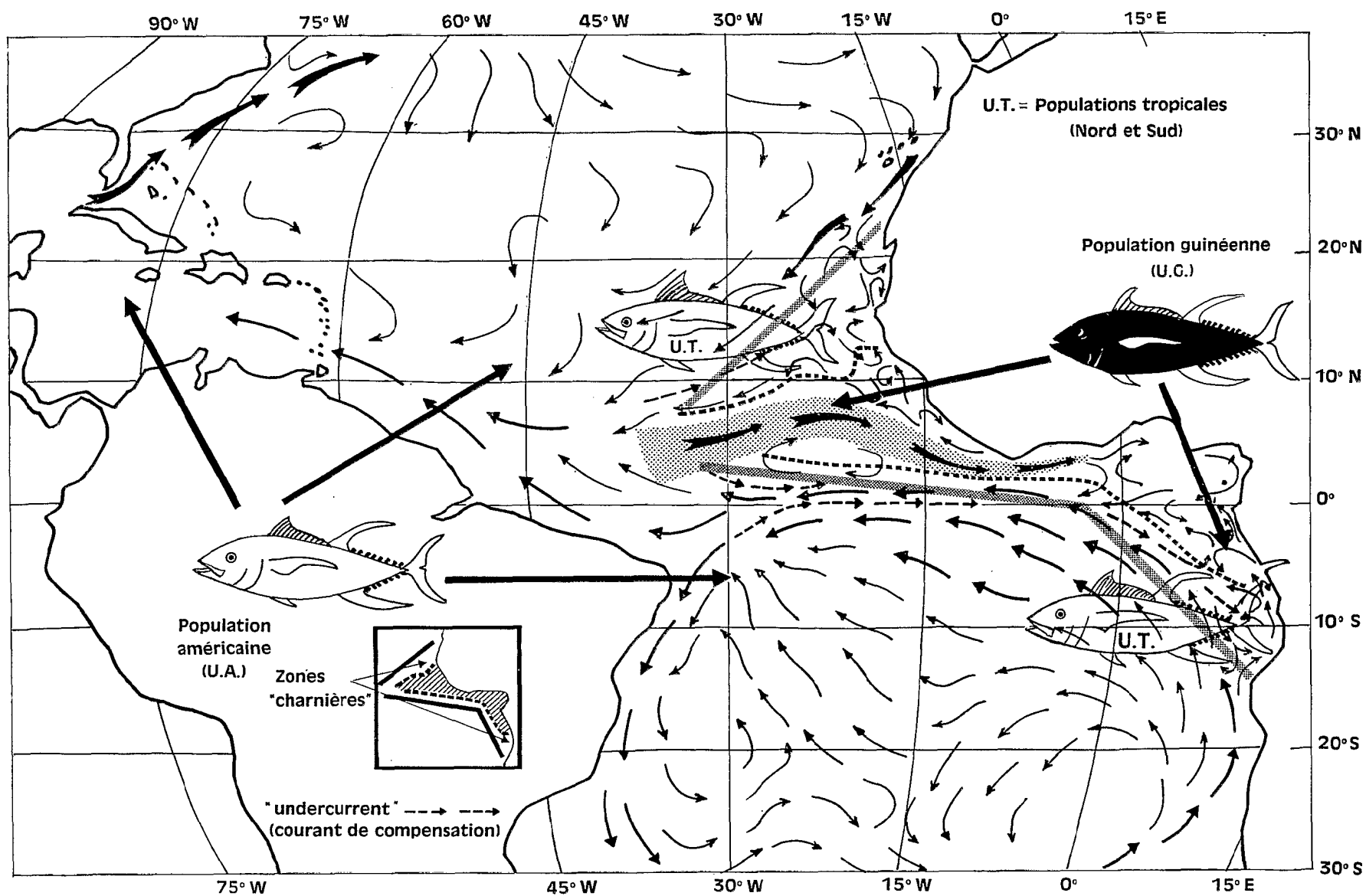
SYSTÉMATIQUE, TAXONOMIE

Le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique, découvert par HANS SLOANE en 1707, a été décrit en 1788 par l'abbé BONNATERRE sous le nom de *Scomber albacores*.

Une grande confusion a longtemps régné concernant la classification des poissons scombriformes, confusion qui ne s'est pas encore entièrement dissipée de nos jours. C'est ce qui explique que la même espèce ait reçu par la suite plusieurs appellations par différents auteurs, ou que, mal identifiée, elle ait été rapportée à une autre espèce.

Éd. LE DANOIS (1954), avec la monographie des thons à nageoires jaunes des trois océans, nous donne un aperçu de cette confusion :

- 1707. — *Albacore sive Thynnus* Sloane.
- 1788. — *Scomber albacores* Bonnaterre.
- 1831. — *Thynnus argentivittatus* Cuvier et Valenciennes.
- 1831. — *Scomber sloanei* Cuvier et Valenciennes.
- 1839. — *Thynnus albacora* Lowe.
- 1842. — *Thynnus macropterus* Temminck et Schlegel.
- 1897. — *Orcynus macropterus* Kitahara.



Thunnus (Neothunnus) albacores

— répartition atlantique —

- 1906. — *Germo macropterus* Jordan et Seale.
- 1915. — *Thunnus macropterus* Kishinouye.
- 1923. — *Neothunnus macropterus* Kishinouye.
- 1926. — *Neothunnus albacores* Jordan et Evermann.
- 1926. — *Neothunnus catalinae* Jordan et Evermann.
- 1926. — *Neothunnus itosibi* Jordan et Evermann.
- 1929. — *Thunnus albacora* Sella.
- 1934. — *Semathunnus guildi* Fowler.
- 1935. — *Orcynnus albacora* Nobre.
- 1936. — *Neothunnus argentivittatus* Beebe.
- 1936. — *Germo albacora* Fowler.
- 1936. — *Thunnus nicolsoni* Whitley.
- 1944. — *Neothunnus allisoni* Nichols et La Monte.
- 1949. — *Germo itosibi* Smith.

Comme on peut le constater, l'incertitude existe non seulement au niveau de l'espèce, mais également à celui du genre.

Le premier essai sérieux de taxonomie concernant les Scombridés doit être porté au crédit de KISHINOUE (1923). Faisant éclater la famille des Scombridae, créée par GÜNTHER (1860) et définie par REGAN (1909), il distingue 4 familles : Scombridae et Cybiidae rattachées à l'ordre des Teleostei ; Thunnidae et Katsuwonidae formant un ordre nouveau celui des Plecostei. Se basant sur l'anatomie interne, il considère trois genres dans la famille des Thunnidae :

— le genre *Thunnus* South / 1845 caractérisé par le fait que les vaisseaux sanguins sous-cutanés passent par le myotome de la 5^e vertèbre et, par le fait que la surface externe du foie est striée de fines veinules (de plus, présence de forts plexus vasculaires sous hépatiques coniques ; pas de plexus vasculaire intra-hoemal ni de veine cardinale postérieure).

— les genres *Parathunnus* Kishinouye 1923 et *Neothunnus* Kishinouye 1923 chez lesquels les vaisseaux sanguins sous-cutanés passent par le myotome de la 7^e vertèbre et le foie n'est pas strié de veinules (signalons toutefois que le foie de *Parathunnus* est strié de fines veinules sur les bords.) Les deux genres se distinguent par les caractères suivants : veine cardinale postérieure en continuation avec les canaux de Cuvier, et plexus vasculaire se situant dans le canal hoemal chez *Neothunnus* ; veine cardinale non continuée par les canaux de Cuvier et plexus vasculaire situé sur le côté du foie chez *Parathunnus*.

Ces conclusions ont été acceptées par plusieurs auteurs tels que FRADE et BUEN (1932) qui apportant des arguments supplémentaires tirés d'une étude ostéologique et d'un examen de la vessie natatoire ; GODSIL et BYERS (1944), BERG (1947), MORICE (1953), POSTEL (1954-55), VILELA et FRADE (1960).

Elles sont par contre violemment rejetées par FRASER. BRUNNER (1950) qui, tout en rendant hommage au mérite de KISHINOUE, se refuse à reconnaître la validité du nouvel ordre (Plecostei) et des familles créées par KISHINOUE. Il adopte le point de vue de REGAN (1909), ne reconnaissant qu'une seule famille, celle des Scombridae appartenant à l'ordre des Teleostei, famille ayant divergé à la base en deux sous-familles : Gasterochismatinae dont il ne reste plus actuellement qu'un seul représentant *Gasterochisma melampus* Richardson 1845, et Scombrinae comprenant douze genres dont *Thunnus* South 1845. Les caractères différentiels invoqués par KISHINOUE au niveau de la famille ne peuvent être retenus qu'au niveau du genre. Ainsi le genre *Thunnus* South 1845 comprend-t-il

d'après FRASER-BRUNNER quatre sous-genres : *T. (Thunnus)*, *T. (Parathunnus)*, *T. (Neothunnus)* et *T. (Kishinoella)*, représentés par deux espèces communes aux trois océans pour le premier sous-genre, par une espèce commune aux trois océans pour le deuxième et le troisième sous-genre, et par deux espèces indo-pacifiques pour le quatrième sous-genre :

Thunnus (T.) thynnus (Linné) 1758, thon rouge (Bluefin tuna ou Tunny).

Thunnus (T.) alalunga (Bonnaterre) 1788, thon blanc Germon ou albacore en anglais).

Thunnus (Parathunnus) obesus Lowe 1839, thon obèse ou patudo (Big-eye ou False albacora).

Thunnus (Neothunnus) albacores (Bonnaterre) 1788, thon à nageoires jaunes ou albacore en français (Yellowfin tuna)¹.

Thunnus (Kishinoella) tonggol (Bleeker) 1852, thon à grande queue de l'océan indien (long-tailed tuna).

Thunnus (Kishinoella) zacalles Jordan et Evermann 1926, thon à longue queue du Pacifique (Pacific long-tailed tuna).

En ce qui concerne le thon à nageoires jaunes, les divergences de vue n'ont pas été moins grandes au sujet du nombre d'espèces présentes dans les différents océans.

FRADE en 1931, se basant sur des différences anatomiques apparentes, (disposition des ramifications sanguines ; forme de la vessie natatoire), distingue nettement le thon à nageoires jaunes du Pacifique *T. (Neothunnus) macropterus* (Temminck et Schlegel) 1842 de celui de l'Atlantique *T. (Neothunnus) albacores* (Bonnaterre) 1788.

D'autres auteurs, tels NICHOLS et LA MONTE (1941), retenant comme caractères spécifiques les longueurs des nageoires dorsales et anales, reconnaissent comme espèces valables le *Thunnus allisoni* Mowbray / 1920 de l'Atlantique et le *Neothunnus iiosibi* Jordan et Evermann 1926, du Pacifique, caractérisés par un allongement de ces nageoires.

FRASER-BRUNNER (1950) une fois de plus rejette ces conclusions en disant :

« Des races locales ou des sous-espèces peuvent exister, mais les supposées différences entre les « espèces » établies par NICHOLS et LA MONTE (1941) ne semblent pas présenter de valeur taxonomique ».

Que penser de ces contradictions fondamentales et combien d'espèces de thons existent en réalité ? Comme le font si justement remarquer VILELA et FRADE (1960) : « Nous sommes ainsi en présence d'une question d'appréciation de la valeur systématique des caractères différentiels ». Cela ressemble assez, en effet, à une mauvaise querelle entre spécialistes. Et pourtant, une juste notion de la valeur de ces caractères est importante pour le biologiste.

Disons dès à présent que l'éclatement de la famille des Scombridae de REGAN (1909) n'est pas souhaitable parce que compliquant inutilement la systématique des poissons. Il est, de plus, peu probant car, du point de vue phylogénétique, il supposerait une « gymnastique » de la nature avec effet de convergence de certaines familles (Cybiidae et Scombridae) de la branche Teleostei vers les familles de la branche hypothétique des Plecostei². En accord avec FRASER-BRUNNER, les genres de l'ancienne famille de REGAN

(1) FRASER-BRUNNER adopte l'appellation spécifique de LOWE (1839) *Thunnus (Neothunnus) albacora* (Lowe, 1839).

(2) Notons que dans le traité de Zoologie publié en 1958 sous la direction de P. GRASSÉ, BERTIN et ARAMBOURG tout en rejetant l'ordre des Plecostei et la famille des Katsuwonidae de KISHINOUE, sont partisans de l'éclatement

ont en commun des caractères suffisamment nets pour les situer sur un même rameau, celui de la famille des Scombridae.

Au niveau du genre *Thunnus* South / 1845, les travaux récents de I. GINSBURG (1953), L. R. RIVAS (1961) et surtout de M. E. WATSON (1962), semblent vouloir donner raison à FRASER-BRUNNER. D'après une étude basée sur le squelette et les viscères M. E. WATSON remarque que tous les poissons du genre *Thunnus*, qui comprend 6 espèces, possèdent 39 vertèbres, la longueur de la première ne dépassant pas la moitié de celle de la seconde. Elle ajoute : « Cette caractéristique distingue le genre *Thunnus* de tous les autres... sans exception, et peut être décelée par la radiographie aux rayons mous chez des individus ne mesurent pas plus de 9 mm (longueur à la fourche). » Dans la clé des espèces qu'elle propose, elle distingue deux groupes :

— le groupe I comprenant les espèces *Thunnus thynnus* (Linné) 1758 *Thunnus alalunga* (Bonnaterre) 1788 et *Thunnus obesus* Lowe / 1839.

— le groupe II comprenant *Thunnus albacores*¹ (Bonnaterre) 1788 *Thunnus tonggol* (Bleeker) 1852 du Pacifique, et *Thunnus atlanticus* (Lesson) espèce de l'Atlantique occidentale (thon à nageoires noires ou Black fin tuna) dont une bonne étude ostéologique et phylogénétique a été faite par Donald P. DE SILVA (1955).

Des caractères avancés pour différencier ces deux groupes, on peut retenir la forme et la vascularisation du foie, comme l'ont fait KISHINOUE (1923) et MORICE (1953). On remarque, entre autres, que la surface externe du foie est striée de veinules chez les espèces du groupe I alors qu'elle ne l'est pas chez celles du groupe II. Or *Thunnus obesus* Lowe / 1839, placé dans le groupe I par M. E. WATSON, possède en réalité des veinules uniquement sur la partie périphérique de la surface ventrale du foie, caractère intermédiaire entre le groupe I et le groupe II. Il semble donc, tout au moins en ce qui concerne ce caractère, qu'il y ait eu évolution au niveau du genre, lequel a divergé en donnant deux rameaux, l'un présentant un foie dont la surface ventrale est lisse, et dont le lobe droit a tendance à s'allonger, (ne possédant pas de plexus vasculaire sous-hépatique, mais un ou des plexus vasculaires intra-haemaux) (groupe II) ; l'autre présentant une surface externe du foie très vascularisée, des plexus vasculaires sous-hépatiques coniques ainsi que trois lobes subégaux ; (groupe I). Cette constatation est intéressante car elle permet de supposer que le genre *Thunnus* South / 1845 originel a « éclaté » à une certaine époque pour donner deux ensembles de formes représentés par les sous-genres *Thunnus* (*Thunnus*) et *Thunnus* (*Neothunnus*), le troisième sous-genre *Thunnus* (*Parathunnus*) étant à la base du rameau du groupe I.

Quelle valeur doit-on accorder au sous-genre *Kishinoella* de FRASER-BRUNNER créé pour le *Neothunnus rarus* de KISHINOUE (1915) et le *Thunnus zacalles* de JORDAN et EVERMANN (1926) ? « Extérieurement cette espèce et la suivante se distinguent de toutes

de la famille des Scombridae de REGAN (1909). C'est ainsi qu'ils font la distinction entre Scombridae et Thunnidae et qu'ils groupent ces deux familles avec celles des Istiophoridae, Makairidae et Xiphiidae dans le sous-ordre des Scombroidei, rattaché à l'ordre des Perciformes qui appartient au super-ordre des Teleostéens.

Le point de vue de FRASER-BRUNNER, (légèrement modifié et tel que nous l'avons schématisé dans la figure n° 1) nous paraît sinon plus vraisemblable, tout au moins plus séduisant.

Le schéma indiqué présente l'avantage d'inclure les particularités signalées par KISHINOUE, FRADE, DE BUEN, BERG, MORICE... etc... dans la très bonne clé dichotomique de FRASER-BRUNNER. On peut constater que le désaccord entre l'école KISHINOUE et l'école FRASER-BRUNNER n'était qu'apparent.

(1) Qu'elle nomme *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) comme la plupart des auteurs américains (Amérique du Nord, Amérique du Sud).

les précédentes par la position antérieure de la nageoire dorsale molle » (FRASER-BRUNNER). Un tel caractère ne paraît pas justifier la création d'un sous-genre distinct.

A la suite des travaux de M. E. WATSON (1962), il serait plus logique d'inclure *Thunnus tonggol* Bleeker / 1852 *Thunnus atlanticus* (Lesson) et *Thunnus albacores* (Bonnaterre) 1788 dans le même sous-genre : *Thunnus (Neothunnus)* (Kishinouye) 1923.

Les affinités de ces trois espèces sont telles qu'elles ont souvent été confondues sur des spécimens mal conservés.

Ainsi, dans le genre *Thunnus* South / 1845, nous avons trois groupes distincts, ou sous-genres : *Thunnus*, *Parathunnus* et *Neothunnus*.

Ces groupes ont subi, dans le temps, des évolutions différentes.

— *T. (Parathunnus)*, relativement stable, n'est représenté que par une seule espèce commune aux trois océans : *Thunnus (Parathunnus) obesus* Lowe / 1839.

— *T. (Thunnus)*, sans doute avant la surrection de l'isthme de Panama a donné deux espèces : *Thunnus (Thunnus) alalunga* (Bonnaterre) 1788 et *Thunnus (Thunnus) thynnus* (Linné) 1758.

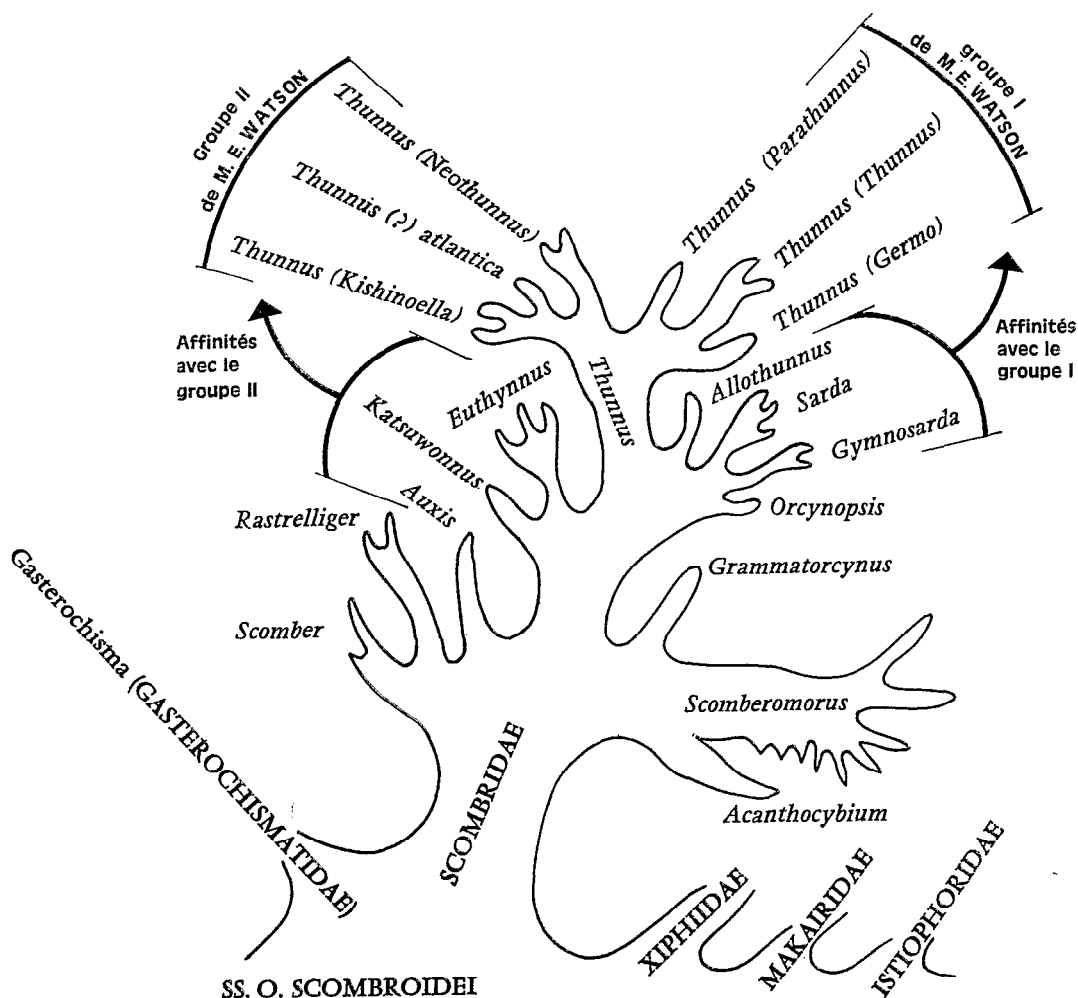


Fig. 1. — Schéma de l'évolution des Scombridae.

Après la surrection de l'isthme ayant conduit à la séparation des deux océans Atlantique et Pacifique, l'espèce *Thunnus (T.) alalunga* est restée stable, alors que les caractères de *Thunnus (T.) thynnus* se sont légèrement modifiés donnant deux sous-espèces :

Thunnus (T.) thynnus thynnus dans l'Atlantique
et *Thunnus (T.) thynnus orientalis* dans le Pacifique

— *T. (Neothunnus)* a également donné plusieurs espèces dont les représentants actuels connus sont : *Thunnus (N.) atlanticus*, *Thunnus (N.) tonggol* Bleeker / 1852, et *Thunnus (N.) albacores* (Bonnaterre) 1788.

Cette dernière espèce, après la surrection de l'isthme de Panama, a évolué et donné deux sous-espèces : *Thunnus (N.) albacores albacores* (Bonnaterre) 1788, le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique et *Thunnus (N.) albacores macropterus* (Temminck et Schlegel) 1842, le thon à nageoires jaunes du Pacifique.

Ce point de vue rejoint d'ailleurs celui qui a été proposé à la Conférence sur la biologie du Thon du Pacifique, tenue à Honolulu en août 1961.

Quoi qu'il en soit, que l'on partage l'interprétation de KISHINOUE ou celle de FRASER-BRUNNER, cela ne doit pas nous faire perdre de vue la véritable signification des résultats obtenus, la seule qui importe au biologiste. Tous les travaux entrepris dans ce sens tendent à prouver que les thons à nageoires jaunes de l'Atlantique d'une part et ceux du Pacifique d'autre part, ont leur originalité propre.

BIOLOGIE, ÉCOLOGIE

A part les données biométriques de FRADE (1931) BELLON (1949, 1954) SCHAEFER et WALFORD (1950) sur les populations des Canaries et de l'Angola, nous ne possédions, avant 1954, que quelques renseignements sur la présence du thon à nageoires jaunes dans l'Atlantique : J. CADENAT (1950) pour les îles du Cap-Vert, NICHOLS et LA MONTE (1941) pour l'Ouest — Atlantique, E. POSTEL (1950) pour la Presqu'île du Cap-Vert.

Les travaux de E. POSTEL (1954 et 1955) permirent d'éclaircir en partie bien des aspects de sa biologie : relations avec le milieu, étude des populations (biométrie), ponte et croissance, physiologie (rôle du foie).

Relations avec le milieu.

POSTEL (1955, a) ayant observé que l'apparition de *T. (Neothunnus) albacores* au large des côtes du Sénégal coïncide avec la période de réchauffement des eaux, détermine les conditions nécessaires à sa présence : température de surface supérieure à 21°, salinité supérieure à 35 ‰. Rappelant que les régions — rapportées par BELLON (1954) — où ce thon a été signalé dans l'océan Atlantique s'inscrivent dans une zone limitée par le maximum d'extension de l'istotherme de 21°, il ajoute : « Il est intéressant de noter que les variations des conditions hydrologiques dans le temps résument, au large du Cap-Vert, les conditions réalisées à un moment donné dans l'ensemble de l'aire de répartition du thon à nageoires jaunes ».

Les conclusions de l'auteur semblent confirmées en différentes régions de l'Atlantique par plusieurs observations ultérieures, tout au moins en ce qui concerne le facteur température.

Frank J. MATHER III (1962), dans une étude des poissons du genre *Thunnus* de l'Atlantique occidentale, note la sensibilité de *T. (Neothunnus) albacores* aux basses températures : « Durant la croisière 59-6 du M. V. Delaware, 20-26 mai 1959, la sensibilité de l'espèce à la température fut démontrée de façon magistrale. Sur les six stations de

« long lines » de 10 à 40 miles au Nord du Gulf Stream, avec une température de surface allant de 10,6 à 17,5° C, aucun Yellowfin ne fut pris. Légèrement plus au sud, dans une eau à 22,8° C ; 13 tonnes de *T. (Neothunnus) albacores* furent capturés. »

Depuis, l'exploitation régulière du thon à nageoires jaunes dans l'Atlantique inter-tropical n'a apporté aucun argument fondamental contradictoire. Le Yellowfin est bien un poisson des eaux les plus chaudes de l'océan. Les températures signalées vont de 18°3 à 30° C. Cependant, on a constaté que, dans les limites de ces eaux chaudes, certaines régions étaient particulièrement fréquentées. Nos propres observations dans la partie orientale du Golfe de Guinée (campagnes du « Laurence » 1956-57), celles du M. V. « Columbia » (G. W. Bane, 1961) et du M. V. « Geronimo » en 1964-65 également dans le Golfe de Guinée, ont montré que des concentrations importantes de thons étaient associées au front des eaux chaudes dans les zones d'up-welling de la côte africaine. LE GUEN, POINSARD et TROADEC (1965) mettent d'ailleurs en évidence la corrélation entre le déplacement de l'isotherme 25° C et le déplacement des concentrations de thons le long des côtes du Gabon et du Congo. Mais les « fronts » ne sont pas les seules régions favorisées. A des distances parfois très éloignées de ceux-ci, et à des températures élevées (29° C-30° C) liées souvent à une salinité inférieure à 35 ‰, d'autres rassemblements aussi importants se font. On est ainsi amené à penser que le front des eaux chaudes dans les zones d'up-wellings n'agit pas seulement comme barrière physique, mais que, ligne de convergence à forte production secondaire et tertiaire, il représente une région où le thon trouve sa nourriture en abondance. Des processus dynamiques autres que l'up-welling doivent donc certainement agir dans l'Atlantique tropical et principalement dans le Golfe de Guinée. Le manque de renseignements précis concernant le milieu a été l'écueil sur lequel se sont heurtés, jusqu'à présent, les biologistes et les écologistes.

La répartition en profondeur a également été étudiée. POSTEL (1955 b), donnant les accores du plateau continental comme limite d'approche de la côte, signale que *N. albacores* descend jusqu'à 150 m, peut-être même 200 m. En Angola, des exemplaires sont régulièrement capturés à des profondeurs allant jusqu'à 150 m (VILELA et MONTEIRO 1959). D'autres recherches, menées parallèlement à celles concernant la nutrition du thon nous inclinaient à penser que les jeunes immatures fréquentaient les couches superficielles alors que le lieu d'élection des reproducteurs se trouvait sous la couche de couverture. Les pêcheurs japonais placent d'ailleurs leurs lignes dans les niveaux supérieurs de la thermocline. Nous verrons plus tard pourquoi.

Reproduction, Ponte.

Une étude de l'évolution sexuelle a été faite par E. POSTEL (1955 b) et M. de L. PAES DA FRANCA (1959) sur des thons de la région du Cap-Vert et de l'Angola.

D'autre part, J. DUCROZ (1964), à la suite d'une étude histologique des gonades de *N. albacores* pêchés sur la côte du Congo, donne une échelle de maturation originale basée sur les différents aspects d'un élément du chondriome, le croissant vitellogène ou idiosome

E. POSTEL, aussi bien que M. de L. PAES DA FRANCA signalent qu'ils n'ont jamais trouvé de *N. albacores* à maturité. Les variations du rapport gonadosomatique cependant leur permettent de situer la période de ponte vraisemblablement en juin-juillet-août.

La mise en évidence des discontinuités allométriques (croissance de la pectorale par exemple) incite E. POSTEL à conclure que *N. albacores* atteindrait le stade de première maturité à une taille de 80 cm, c'est-à-dire entre 3 et 4 ans. D'après Zharov et Torin (1960) *Neothunnus*, dans l'Atlantique tropical, serait en état de se reproduire à une taille de 50 à 100 cm.

L'aire de ponte reste inconnue, mais MARCHAL (1962) identifie des larves de *Neothunnus* capturées dans le Golfe de Guinée entre le Cap des Palmes et Accra durant les mois de janvier, mars, mai et juillet.

De l'autre côté de l'Atlantique BULLIS (1955 b) rapporte la capture de « Yellowfins » sexuellement mûrs dans le Golfe de Campêche et au Nord du Golfe du Mexique, ainsi que la récolte de jeunes spécimens, durant l'été et le début de l'automne. Observation confirmée par la suite par W. L. KLAWE et B. M. SHIMADA (1959), d'après l'étude des collections de l'Oregon, bateau du Fish and Wild life Service.

Il semblerait que l'on ait des pontes échelonnées tout au long de l'année.

Mais ces pontes sont-elles le fait de tous les thons, ou peut-on définir des périodes de ponte propres à certaines classes d'âge ou à des populations différentes ? Existe-t-il d'autre part des frayères bien délimitées ? La question reste posée.

Croissance. Alimentation.

Calculant la taille aux différents âges par la méthode statistique, E. POSTEL obtient une courbe de croissance (taille et poids) du *N. albacores* très comparable à celle du thon à nageoires jaunes du Pacifique.

Pour le régime alimentaire, nous disposons de peu de données. E. MARCHAL, (1959), après une analyse des contenus stomacaux d'un lot de thons pêchés au large des côtes de Guinée conclut à un régime très éclectique. J. B. G. FONSECA et S. B. MORAES (1963) donnent un résultat sommaire d'une étude volumétrique des contenus stomacaux des thons du Brésil.

Étude des populations.

FRADE (1931) aux Canaries, VINCENT-CUAZ (1960) en Mauritanie, POSTEL (1955 b) au Sénégal, MARCHAL (1959) en Guinée, SCHAEFFER et WALFORD (1950) et VILELA-MONTEIRO (1959) en Angola, ont fait une étude biométrique et donné les caractéristiques des *Neothunnus* fréquentant ces diverses régions de la côte ouest-africaine. POSTEL et VILELA-MONTEIRO mettent l'accent sur les phénomènes de croissance différentielle qui rend difficile la comparaison des résultats et la distinction des populations.

Migrations.

Ne connaissant pas la composition du stock global de thons de l'Atlantique (est-il ou non constitué de plusieurs populations distinctes ?), on ignore absolument tout du sens et de l'étendue de leurs déplacements.

PÊCHE, STATISTIQUES

En une dizaine d'années, la pêche des thonidés est passée du stade de prospection à celui de l'exploitation intensive. Qu'il s'agisse de pêche à l'appât vivant ou au filet tournant pour les poissons de surface, ou de pêche à la longue ligne en profondeur, on peut dire que le « terrain de chasse » s'est étendu à toute la zone inter-tropicale de l'océan. Un pas de géant a été fait depuis les prospections du « Gérard-Tréca » et de la pinasse « Albacore » au Sénégal. On peut citer :

— *Dans l'Atlantique orientale* : — Implantation d'un complexe thonier au Sénégal.

Campagnes du « Laurence » (1956-58) et de l'Ombango (O.R.S.T.O.M, 1959-1961) dans la partie orientale du Golfe de Guinée, suivies des croisières de deux tuna-clippers, « Chicken of the sea et M. V. « Columbia », armés par une société américaine de pêche, la « Starkist » (G. W. Bane Jr. 1961). Les renseignements fournis ont permis l'implantation d'un complexe thonier au Ghana et au Congo-Brazzaville (Pointe-Noire).

Des observations dans cette région se poursuivent, plus ou moins liées à l'étude physique et chimique des masses d'eau du Golfe de Guinée (Equalant) : Tuna surveys 1-5 du Bureau of Commercial Fisheries in Washington, D. C (campagnes du M. V. « Jeronimo » 1964-1965).

— En Angola : pêche littorale à bord de petites embarcations, « atuneiros pequenos », dans la région de Baía Farta et de Benguela ; pêche hauturière avec deux thoniers congélateurs, « atuneiros grandes » (VILELA et MONTEIRO, 1957).

— Dans l'ouest-Atlantique : — campagnes de prospection du Bureau of Commercial Fisheries (U. S. fish and Wild Life Service) ; pêche aux longues lignes avec le M. V. « Oregon » dans le Golfe du Mexique et en Mer des Caraïbes (WATHNE, 1959), ainsi qu'avec le M. V. « Delaware » dans le Nord-ouest Atlantique (SQUIRE, 1962).

— Campagnes du R. V. « Crawford » de la Woods Hole Oceanographic Institution, du « Eugénie VIII et des bateaux japonais dans les mêmes parages (SCHUCK et MATHER, 1951 ; MATHER et SCHUCK, 1952 ; MATHER et DAY, 1954 ; MATHER et GIBBS, 1957 ; MATHER, 1962- NAGAI et NAKAGOME, 1957.)

— Depuis 1957, pêche commerciale des bateaux japonais basés à Recife et à Santos, au large des côtes du Brésil et dans l'aire des courants équatoriaux (M. P. PAIVA, 1961 ; M. N. MORAES 1962).

ORIENTATION DES RECHERCHES

Nous avons eu le privilège de pouvoir poursuivre durant près de dix ans (de 1956 à 1965) des recherches dans l'une des parties les plus intéressantes de l'Atlantique (en raison de la mobilité des masses d'eau) : le complexe guinéen et plus spécialement les deux régions du front d'oscillation des eaux chaudes (Gabon, Congo et Angola dans l'hémisphère Sud ; Mauritanie, Sénégal et Iles du Cap-Vert, Guinée dans l'hémisphère Nord.)

L'alternance des régimes océaniques — tour à tour guinéen et tropico-atlantique — devait nous permettre de savoir s'il existait une ou plusieurs populations de thons à nageoires jaunes dans l'océan Atlantique, et, dans la dernière hypothèse, de les différencier.

La caractérisation des masses d'eau, leurs déplacements, les courants engendrés devaient, d'autre part, donner des renseignements intéressants concernant leurs effets sur le comportement de ces poissons.

Dans un premier temps, donc, nous avons cherché à caractériser, morphologiquement et biométriquement, les thons pêchés au cours de plusieurs campagnes menées par nous dans la partie orientale du Golfe de Guinée (campagnes du « Laurence » 1956-57 ; campagnes de « l'Ombango » 1959-1961). En les comparant à deux lots provenant des côtes de l'Angola ainsi qu'aux données d'autres auteurs concernant des régions différentes de l'Atlantique, nous avons constaté des différences significatives. Partant de l'hypothèse que trois populations distinctes fréquentaient les côtes occidentales d'Afrique (une guinéenne et deux tropicales : nord et sud), nous avons cherché à vérifier que dans l'autre région d'oscillation des eaux chaudes — Sénégal, Guinée — on retrouvait les mêmes différences que celles mises en évidence au sud de l'équateur. Cette étude fait l'objet de la première partie.

Dans la deuxième partie sont consignés les résultats de nos observations sur l'évolution sexuelle, la reproduction et la croissance des populations — guinéenne et tropicales — ainsi que leur mode de nutrition.

Ces deux premières parties autorisent un certain nombre de conclusions premières relatives à l'étude de l'espèce, de ses populations et de sa biologie.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE

Le lot de 276 thons qui sert de base à notre étude morphologique provient de la région du Golfe de Guinée, limitée par la côte africaine s'étendant des bouches du Niger au Congo d'une part, et par le méridien 4° E (Greenwich) d'autre part.

Les tailles, groupées par classes dont l'intervalle est de 5 centimètres, varient de 38 à 179 centimètres.

I. Caractères métriques

Douze caractères ont été retenus (cf. fig. n° 2) :

— *Longueur totale* (L. Tot.), de l'extrémité du museau à l'extrémité du lobe supérieur de la nageoire caudale (lobe placé dans sa position normale non rabattu sur l'axe longitudinal du corps).

— *Longueur du corps* (LC), de l'extrémité du museau à la pointe du V de la fourche caudale.

— *Longueur de la tête* (L. cpl), de l'extrémité du museau à la verticale du bord postérieur du sous-opercule.

— *Distance pré-dorsale* (Pré. D1), de l'extrémité du museau à la verticale de l'origine antérieure de la première nageoire dorsale.

— *Distance pré-dorsale* (Pré. D2), de l'extrémité du museau à la verticale de l'origine de la deuxième dorsale.

— *Distance pré-anale* (Pré. A), de l'extrémité du museau à la verticale de l'origine de la nageoire anale.

— *Hauteur du corps* (HTC), la plus grande hauteur du corps.

— *Longueur de la pectorale* (LP), de l'insertion (point le plus antérieur), à l'extrémité libre.

— *Longueur de la deuxième dorsale* (LD2), de l'extrémité antérieure de la base à l'extrémité distale de la nageoire.

— *Longueur de l'anale* (LA), de l'extrémité antérieure de la base à l'extrémité distale de la nageoire.

- Diamètre de l'œil (Oe), de son bord antérieur à son bord postérieur.
- Longueur du maxillaire supérieur (Max.), de l'extrémité du museau à la commissure buccale.

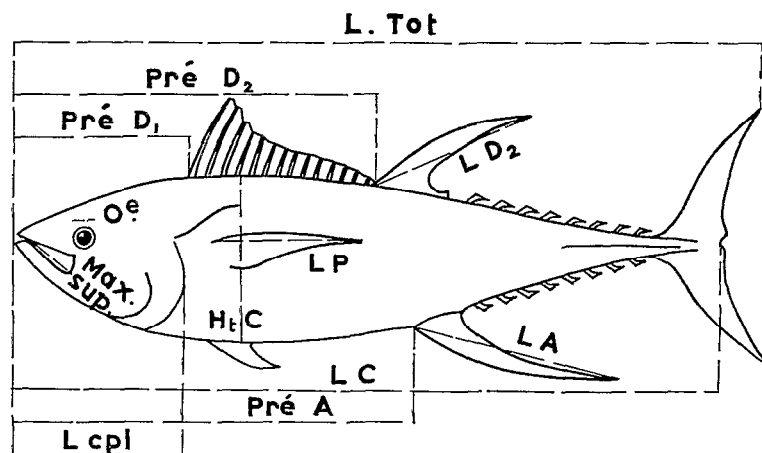


Fig. 2. — Schéma montrant la façon dont les différentes mensurations ont été effectuées. Les symboles sont expliqués dans le texte.

Nos mesures, faites à l'aide d'une règle millimétrée et d'un compas à pointes sèches, ont une précision de l'ordre du millimètre, sauf pour l'œil où l'approximation est de l'ordre du demi-millimètre.

MÉTHODE DE PRÉSENTATION

Les caractères étudiés ne sont pas stables ; ils varient avec la taille, et à une taille donnée, d'un individu à l'autre. Pour le calcul de leurs valeurs relatives et de leurs variations, ils ont été rapportés à une grandeur mesurable prise comme référence. Afin de rendre nos résultats comparables à ceux d'autres travaux antérieurs traitant du même sujet, nous avons choisi comme grandeur de référence la longueur du corps LC définie ci-dessus et la longueur de la tête L.cpl.

Pour chaque caractère, nous avons établi un diagramme de dispersion en coordonnées logarithmiques, et calculé l'équation de la courbe de régression donnant une représentation « idéale » du phénomène.

Pour le calcul des paramètres, et toujours par souci de précision, nous avons considéré, non pas les valeurs des moyennes groupées en classes, mais les valeurs individuelles.

1^o LONGUEUR TOTALE.

On peut calculer aisément la longueur totale LT, connaissant LC. La figure (3) nous montre en effet que le rapport LT/LC est constant quelle que soit la taille du poisson.

$$LT/LC \neq 0,11.$$

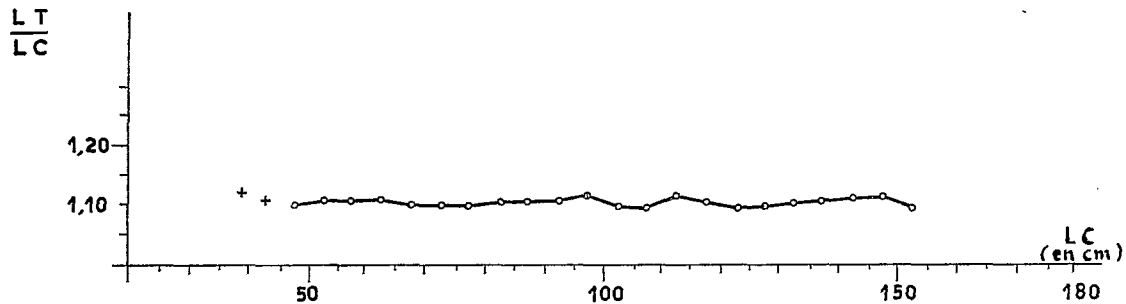


Fig. 3. — Variations du rapport entre la longueur totale et la longueur du corps (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres). Sur ce diagramme, comme les suivants, les observations ont été groupées par classes de 5 centimètres. Les cercles blancs correspondent aux valeurs moyennes de chaque classe, les croix aux valeurs observées pour les classes ne contenant qu'une seule observation.

2° LONGUEUR DE LA TÊTE (Lcpl).

La courbe des indices et les diagrammes de dispersion mettent en évidence une nette disharmonie de la croissance de la tête à partir d'une taille (LC) voisine de 70 cm. Nous verrons plus loin, au cours de notre étude, que cette taille de 70 cm correspond à un moment critique de la vie du thon.

a — Indice $LC/Lcpl$ (Fig. 4).

Classes de 35-40 à 65-70 cm (incluses).

Si nous ne tenons pas compte des classes 35-40 et 40-45 représentées chacune par une seule observation, le rapport entre la longueur du corps et la tête est pratiquement constant ; il oscille autour de 3,71, sauf pour la dernière classe où le rapport commence à augmenter ($LT/Lcpl = 3,77$).

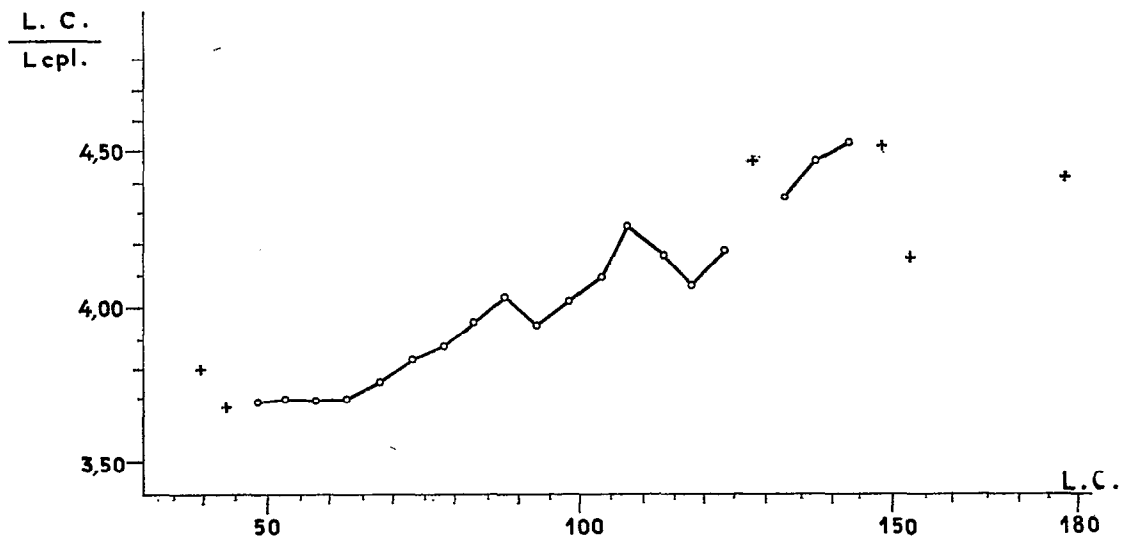


Fig. 4. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la longueur de la tête (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres). Pratiquement constant jusqu'à 60-65 cm, le rapport augmente à partir de 65-70 cm.

Classes de 70-75 à 175-180 cm.

L'indice moyen varie de 3,84 pour la classe de 70-75 cm à 4,54 pour la classe de 140-145 cm. Les classes de 145-150 et 175-180 cm ne possédant chacune qu'une observation, nous n'en avons pas tenu compte.

Malgré l'allure en dents de scie de la courbe due certainement au nombre limité des individus examinés, l'augmentation progressive des indices indique que la tête grandit relativement moins vite que le corps. L'allométrie négative est nette, c'est ce que confirment les courbes de régression.

b. — **Courbes de régression de Y en X** (Y = longueur de la tête ; X = longueur du corps) (Fig. 14).

La loi qui lie les deux variables peut être représentée par deux segments de courbe dont les équations sont :

Classes de 35-40 à 65-70 cm :

PARAMÈTRES :

Nombre d'individus observés : N = 166

Moyennes des logarithmes de X et de Y :

$$\begin{array}{llll}
 Y \text{ (cm)} = 0,304 X^{0,97} & \overline{\log. X} = 1,75848 & \overline{\log. Y} = 1,18894 \\
 & (\bar{X} = 57,34 \text{ cm}) & (\bar{Y} = 15,45 \text{ cm}) \\
 & \text{Variance : } \sigma^2 x = 0,161 \times 10^{-2} \\
 & \text{Covariance : } p = 0,156 \times 10^{-2}
 \end{array}$$

La croissance de la tête par rapport au corps est pratiquement isométrique.

Classes de 70-75 à 175-180 cm.

$$\begin{array}{llll}
 & N = 100 & & \\
 & \overline{\log. X} = 2,01481 & \overline{\log. Y} = 1,39916 \\
 Y \text{ (cm)} = 0,642 X^{0,79} & (\bar{X} = 103,5 \text{ cm}) & (\bar{Y} = 25,07 \text{ cm}) \\
 & \sigma^2 x = 0,791 \times 10^{-2} \\
 & p = 0,625 \times 10^{-2}
 \end{array}$$

L'allométrie négative est marquée.

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

Nous avons comparé nos données :

— *Pour la côte occidentale d'Afrique*, avec celles d'E. POSTEL (Sénégal, région du Cap-Vert), de E. MARCHAL (Guinée) dans l'hémisphère nord et VILELA-MONTEIRO (Angola) dans l'hémisphère sud, couvrant ainsi la presque totalité de la distribution du thon à nageoires jaunes dans l'Atlantique oriental.

— *Pour la côte américaine*, avec celles de Frank J. MATHER III (Atlantique occidental de l'hémisphère nord).

A. MODE DE CROISSANCE.

POSTEL au Sénégal et VILELA-MONTEIRO pour l'Angola ne font pas état d'une discontinuité dans la croissance de la tête, l'indice LC/Lcpl augmentant régulièrement

avec la taille. L'examen de la courbe des indices aussi bien que du diagramme de dispersion nous amène à une conclusion différente. On note, en effet, l'existence d'un « palier » constaté par MARCHAL pour les thons de Guinée : chez les jeunes individus, il y a isométrie entre la croissance de la tête et celle du corps, alors qu'à partir d'une certaine taille (voisine de 70 cm), la tête grandit moins vite que le corps. La même allométrie minorante est signalée par MATHER III, mais à partir d'une taille plus élevée : 100 cm.

B. GRANDEURS RELATIVES DU CARACTÈRE ÉTUDIÉ.

Remarque. — Avant de comparer les résultats provenant de diverses régions de l'océan, notons que les observateurs n'ont pas tous utilisé la même technique : VILELA et MONTEIRO en Angola se sont servis du compas ou de la règle à coulisse, donnant ainsi la longueur effective d'un des côtés de la tête, alors que nous avons adopté la projection orthogonale, ou encore la projection du côté de la tête sur le plan axial. Il semble que la même remarque puisse s'appliquer aux mesures de MATHER III pour les thons de l'ouest-Atlantique, ce qui justifierait, en partie, les grandes différences signalées par les droites de régression. Nos valeurs sont donc inférieures aux leurs pour une même longueur de tête. La correction à apporter à ces dernières pour les rendre comparables aux nôtres est, approximativement de : — 0,5 cm pour des individus de 75 cm de long ; 1,25 cm pour ceux de 1 mètre de long et — 2,5 cm pour les individus d'une taille égale à 1,50 m.

Afin de savoir si les légères différences entre les données de POSTEL et les nôtres pouvaient être retenues ou portées sur le compte des méthodes, nous avons repris à notre actif les mensurations d'un lot de 272 individus (de taille allant de 50 à 160 cm) provenant de la région du Cap-Vert. Les chiffres obtenus sont très voisins de ceux de POSTEL.

Compte tenu de ces remarques et des corrections apportées, une différence sensible apparaît dans la taille relative de la tête des populations étudiées. Différence, (peu marquée chez les jeunes) qui augmente avec l'âge, comme on peut le constater dans le tableau ci-dessous :

Taille des individus (LC)	Longueur de la tête			
	G. de Guinée	Angola	Sénégal. Cap-Vert	Amérique (G. Mexique)
75 cm	19,5 cm	20 cm	20 cm	20,5 cm
100 cm	24,5	25	25,5	26
150 cm	33,5	34,5	34,5	35,5

Les *N. albacores* du Golfe de Guinée ont apparemment une tête plus petite que ceux du Golfe du Mexique. Des proportions intermédiaires caractérisent les populations tropico-orientales.

Nous verrons, au cours de notre étude de deux autres caractères (maxillaire supérieur et branchiospines), ce que nous devons en penser.

3° DISTANCE PRÉDORSALE : PRÉ-D1

Variation de la taille des individus : entre 38,8 cm et 179 cm.

a. — **Indice LC / Pré D1** : (Fig. n° 5).

Le rapport augmente régulièrement de 3,32 pour la classe de 40-45 cm à 3,89 pour la classe de 135-140 cm.

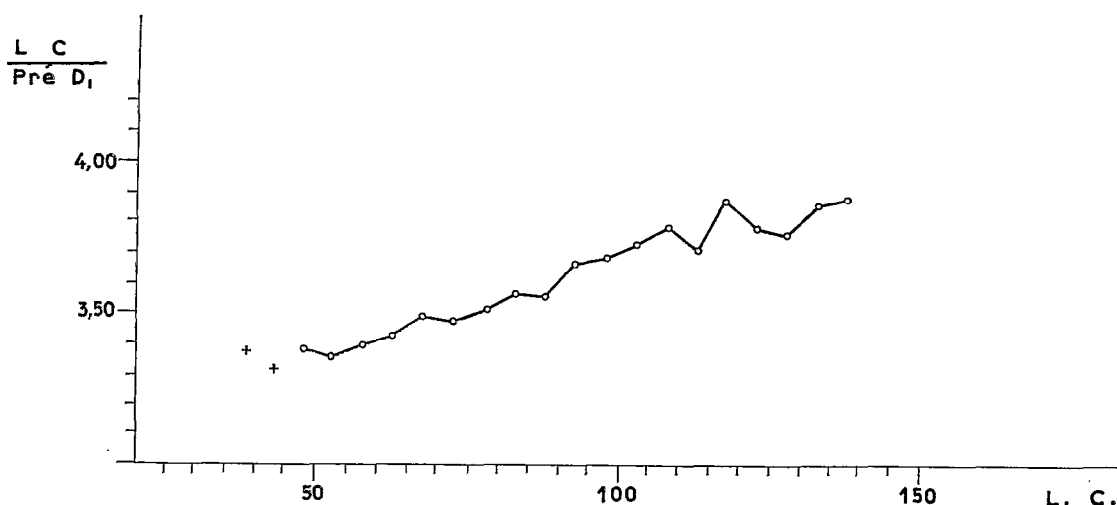


Fig. 5. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la distance prédorsale (Pré D1) (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

b. — **Régression de Y en X** (Y = Pré D1 ; X = Longueur du corps) (Fig. n° 14).

$$Y \text{ (cm)} = 0,532 X^{0,854}$$

N	= 256	
$\log. X$	= 1,84627	$\log. Y = 1,30169$
(\bar{X})	= 70,19 cm	$(\bar{Y} = 20,03 \text{ cm})$
$\sigma^2 x$	= $1,754 \times 10^{-2}$	
p	= $1,497 \times 10^{-2}$	

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

Nous ne possédons pas de données concernant les autres régions.

Pour les distances pré-dorsales, POSTEL a pris les mesures au compas d'épaisseur (obliques à l'axe du poisson, alors que les nôtres sont parallèles).

VILELA et MONTEIRO, n'ont pas inclus cette mesure dans leurs observations. Ils considèrent, non pas les distances prédorsales, mais la longueur de la base de la première dorsale.

4° DISTANCE PRÉ-DORSALE PRÉ-D2.a. — **Indice LC / Pré D2** : (Fig. n° 6).

Le rapport LC / Pré D2 varie de 1,84 pour la classe de 45-50 cm à 2,04 pour la classe de 135-140 cm.

b. — **Régression de Y en X** (Y = Pré D2 ; X = longueur du corps.) (Fig. n° 14).

$$Y \text{ (cm)} = 0,819 X^{0,896}$$

N	= 216	
$\log. X$	= 1,85416	$\log. Y = 1,57472$
(\bar{X})	= 71,48	$(\bar{Y} = 37,56)$
$\sigma^2 x$	= $1,803 \times 10^{-2}$	
p	= $1,616 \times 10^{-2}$	

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

Mêmes observations que pour le caractère précédent. Les résultats ne sont pas comparables.

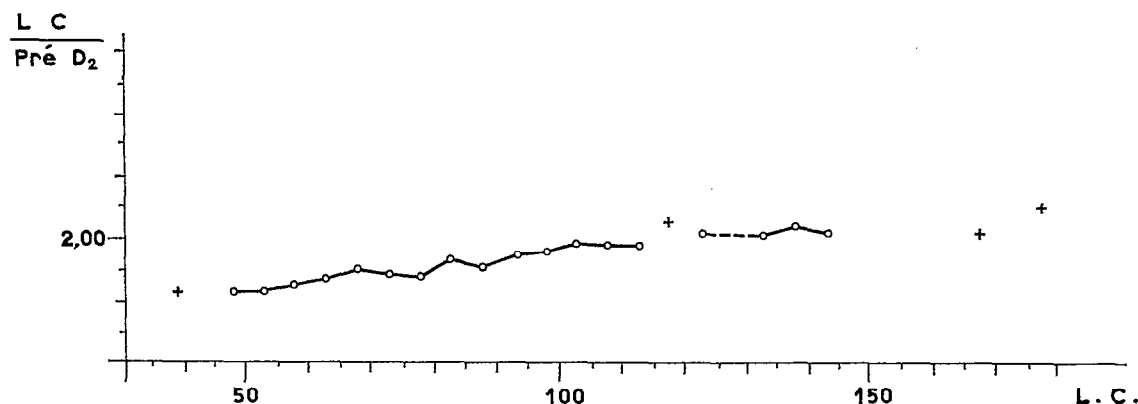


Fig. 6. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la distance prédorsale (Pré D2) (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

5° DISTANCE PRÉ-ANALE : PRÉ-A.

a. — **Indice LC / Pré-A :** (Fig. n° 7).

Le rapport LC / Pré-A varie de 1,65 pour les individus de la classe 45-50 cm ; à 1,83 pour la classe de 140-145 cm.

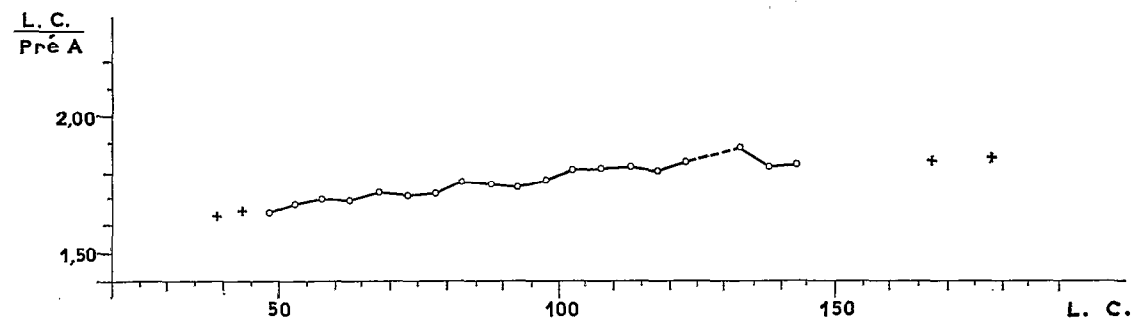


Fig. 7. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la distance préanale (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

b. — **Régression de Y en X** (Y = distance pré-anale ; X = longueur du corps.) : (Fig. 14).

$$Y \text{ (cm)} = 0,863 X^{0,906}$$

N	= 238	
log. X	= 1,85058	log. Y = 1,61242
(X	= 70,89 cm)	(Y = 40,97 cm)
$\sigma^2 x$	= $1,758 \times 10^{-2}$	
p	= $1,593 \times 10^{-2}$	

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

— *Afrique* : VILELA et MONTEIRO (Angola) ne donnent aucun renseignement sur ce caractère.

POSTEL et MARCHAL (Sénégal et Guinée), ont adopté comme pour les pré-dorsales, la méthode définie par HELDT (1927), ligne joignant le bout du museau à l'origine de la nageoire, et non la méthode de MARR et SCHAEFER (1949), ligne perpendiculaire à la verticale de l'origine de la nageoire. De ce fait leurs mesures ne sont pas comparables aux nôtres.

— *Amérique* : MATHER III (1962) indique une distance préanale légèrement plus élevée que chez les thons du Golfe de Guinée. Nous retrouvons, pour ce caractère, les mêmes différences que celles signalées à propos de la tête :

Taille des individus	Distance Pré-anale	
	Golfe de Guinée	Amérique (Golfe du Mexique)
75 cm	43 cm	44 cm
100 cm	56	57
150 cm	81	83,5-84

Pour les individus de grande taille, (1,50 m), la différence atteint 2,5 à 3 cm.

6° HAUTEUR DU CORPS : (HTC).

L'état de réplétion de l'estomac et de maturité des gonades sont certainement à l'origine de l'irrégularité de la courbe des indices, ainsi que de la dispersion des valeurs, mais la croissance relative est pratiquement isométrique.

a. — **Indice LC / HTC** : (Fig. n° 8).

Les indices moyens, disposés suivant une courbe très irrégulière, varient entre les deux extrêmes suivants : 3,87 pour la classe de 50-55 cm et 4,10 pour la classe de 105-110 cm.

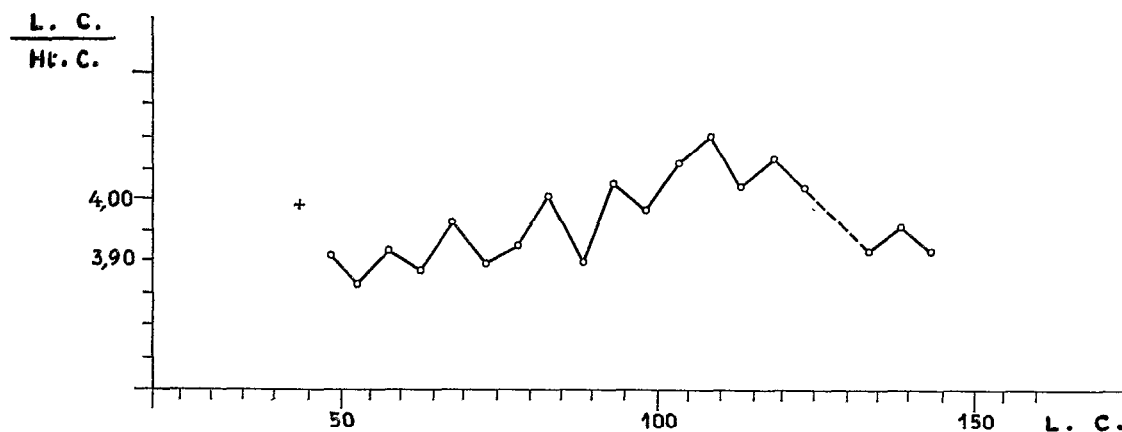


Fig. 8. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la hauteur du corps (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

b. — **Régression de Y en X** (Y = hauteur du corps ; X = longueur du corps). (Fig. n° 14).

$$Y \text{ (cm)} = 0,295 X^{0,965}$$

$$\begin{array}{ll} N & = 242 \\ \log. X & = 1,84041 \\ (\bar{X} & = 69,25 \text{ cm}) \\ \sigma X^2 & = 1,578 \times 10^{-2} \\ p & = 1,523 \times 10^{-2} \end{array} \quad \begin{array}{l} \log. Y = 1,24581 \\ (Y = 17,61 \text{ cm}) \end{array}$$

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

Nous ne possédons pas de renseignement, concernant ce caractère, sur les thons du Sénégal et de Guinée.

Pour les populations de l'Angola et de la côte américaine, les valeurs données par VILELA et MONTEIRO et par MATHER III sont très proches des nôtres.

Taille des individus	Hauteur du corps		
	Golfe de Guinée	Angola	Amérique (Golfe du Mexique)
75 cm	19 cm	19,5 cm	19 cm
100 cm	25	26	24
150 cm	37	38	38

7° LONGUEUR DE LA PECTORALE : LP.

Alors que pour les thons d'une taille inférieure à 70 cm la longueur relative de la pectorale augmente très légèrement avec l'âge, à partir de 70 cm et jusqu'à une taille voisine de 1 mètre la longueur relative de la nageoire varie peu. Pour les thons d'une taille supérieure à un mètre, la pectorale diminue nettement avec la taille.

Les thons adultes ont une pectorale relativement plus courte que les jeunes. On peut résumer le phénomène de la façon suivante :

- THONS DONT LA TAILLE EST INFÉRIEURE A 1 MÈTRE :
croissance quasi isométrique :
très légère allométrie positive pour les individus de moins de 70 cm de long.
très légère allométrie négative pour les individus de plus de 70 cm.
- THONS DONT LA TAILLE EST SUPÉRIEURE A 1 MÈTRE :
allométrie négative marquée.

a. — Indice LC / LP : (Fig. n° 9).

Taille inférieure à 70 cm :

L'indice varie de 3,62 pour la classe de 45-50 cm à 3,46 pour la classe de 65-70 cm.

Taille comprise entre 70 cm et 1 mètre :

La classe de 70-75 cm a un indice moyen de 3,52, alors qu'il est de 3,49 pour la classe de 95-100 cm.

Taille supérieure à 1 mètre :

L'indice varie de 3,57 (classe de 100-105) à 4,07 (classes de 135-140).

b. — Régressions de Y en X (Y = longueur de la pectorale ; X = longueur du corps). (Fig. n° 14).

Classes de 35-40 à 65-70.

$$Y \text{ (cm)} = 0,179 X^{1,112}.$$

N	= 166	
$\overline{\log. X}$	= 1,75823	$\overline{\log. Y} = 1,20741$
(\overline{X})	= 57,31 cm)	$(\overline{Y}) = 16,12 \text{ cm})$
σ_{X^2}	= $0,169 \times 10^{-2}$	
p	= $0,188 \times 10^{-2}$	

Classes de 70-75 à 95-100.

$$Y \text{ (cm)} = 0,360 X^{0,945}.$$

N	= 32	
$\overline{\log. X}$	= 1,91294	$\overline{\log. Y} = 1,36399$
(\overline{X})	= 81,84 cm)	$(\overline{Y}) = 23,12 \text{ cm})$
σ_{X^2}	= $0,163 \times 10^{-2}$	
p	= $0,154 \times 10^{-2}$	

Classes de 95-100 à 175-180.

$$Y \text{ (cm)} = 1,759 X^{0,603}.$$

N	= 69	
$\overline{\log. X}$	= 2,06564	$\overline{\log. Y} = 1,49081$
(\overline{X})	= 116,3 cm)	$(\overline{Y}) = 30,96 \text{ cm})$
σ_{X^2}	= $0,393 \times 10^{-2}$	
p	= $0,237 \times 10^{-2}$	

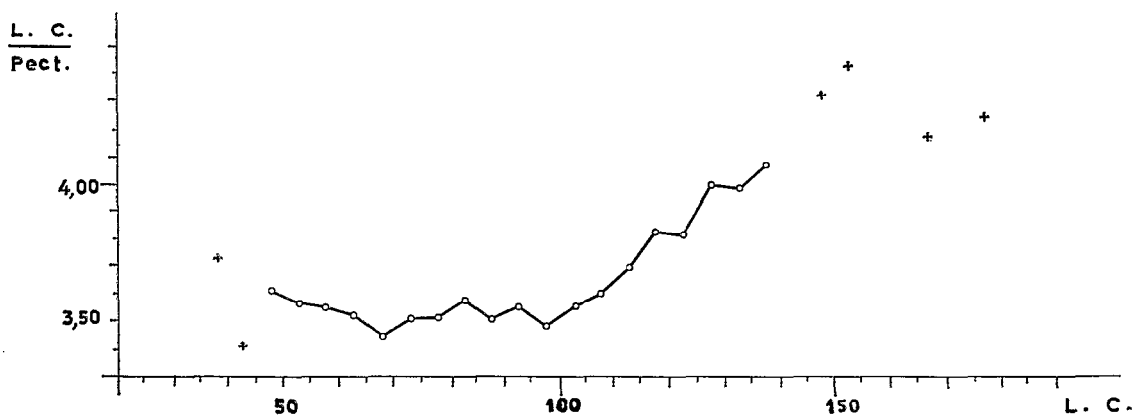


Fig. 9. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la longueur de la pectorale (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

A. MODE D'ACCROISSEMENT DE LA PECTORALE.

Si VILELA et MONTEIRO ne tiennent pas compte d'une croissance différentielle POSTEL et MATHER III font état d'une discontinuité allométrique. Mais alors que l'un la situe à une taille (longueur du corps) de 85 cm pour les thons de la région du Cap-Vert, l'autre la place à une taille de 115 cm pour ceux de l'ouest-Atlantique. Nous-même l'avons estimée à une taille de 100 cm.

Que devons-nous en penser ? Ces discontinuités étant souvent liées à des modifications physiologiques (activité sexuelle en général), devons-nous y voir une différence dans l'âge auquel ces modifications apparaissent chez les diverses populations de l'océan ? Afin de le vérifier, nous avons fait une série de mesures sur un lot de 120 thons provenant de la région du Cap-Vert (tailles : de 50 à 160 cm). Les valeurs trouvées peuvent être

placées très exactement le long des courbes de régression établies par nous pour la population du Golfe de Guinée. En réalité la taille moyenne de l'individu à partir de laquelle on constate un changement d'allométrie dépend de l'interprétation du diagramme de dispersion. POSTEL a tenu compte du début du changement, MATHER III de la fin ; quant à nous, nous avons préféré une position intermédiaire. Ce que l'on peut affirmer, c'est qu'à partir d'une certaine taille (supérieure à 80 cm) et jusqu'à 115 cm, correspondant aux âges où se font les deux premières pontes, nous passons de l'isométrie à une franche allométrie.

B. GRANDEURS RELATIVES DU CARACTÈRE ÉTUDIÉ.

— Côtes d'Afrique :

Angola : Afin de pouvoir comparer nos résultats avec ceux de VILELA et MONTEIRO, nous avons établi l'équation d'une droite de régression en coordonnées semi-logarithmiques :

$$(3) Y \text{ (cm)} = 48,264 \log. 10 X - 68,69$$

équation voisine de celle donnée par les auteurs cités (mais exprimée en millimètres) pour les thons de l'Angola :

$$Y \text{ (mm)} = 514 \log. 10 X - 1262$$

Région du Cap-Vert : Compte-tenu de la remarque faite plus haut, cette droite de régression est également valable pour la population du Sénégal-Cap-Vert. Les différences que nous avons relevées dans les indices respectifs sont à mettre sur le compte d'une différence de technique (évaluation du point d'insertion de la nageoire).

— Côte américaine :

Les valeurs de MATHER III sont très voisines des nôtres (cf. tableau suivant).

Taille des individus	Longueur de la pectorale			
	G. de Guinée	Sénégal-Cap-Vert	Angola	Amérique (G. Mexique)
75 cm	21 cm	21 cm	21 cm	21 cm
100 cm	28	28	28	28
150	36	36	37	37

La longueur relative de la pectorale, semblable chez tous les *N. albacores* de l'Atlantique, ne permet nullement de différencier les populations.

8° LONGUEUR DE LA DEUXIÈME DORSALE : LD2.

Les nageoires présentant un traumatisme évident n'ont pas été retenues. Précisons qu'il s'agit, non pas de la longueur du plus long rayon, mais de la ligne joignant la base antérieure de la dorsale à son extrémité.

La corrélation entre les deux variables — longueur de la D2 et longueur du corps — n'est pas aussi bonne que pour les distances prédorsale et préanale par exemple, la dispersion sur le diagramme est un peu plus grande. Ceci doit être attribué d'une part à l'état de l'extrémité des rayons de la nageoire (usure, régénération après cassure), d'autre part à des variations individuelles plus grandes que dans le cas des caractères pré-cités.

Cependant l'allométrie positive est très marquée, la nageoire est proportionnellement bien plus longue chez les individus âgés que chez les jeunes. La longueur de la deuxième dorsale (et de l'anale que nous verrons plus loin) est un caractère sûr permettant de distinguer au premier coup d'œil le *Neothunnus albacores* des autres espèces de thons, tout au moins pour des exemplaires d'une certaine taille.

a. — **Indice LC / LD2** : (Fig. n° 10).

De la classe 45-50 cm à la classe 140-145 cm le rapport moyen LC / LD2 passe de 10,15 à 4,26.

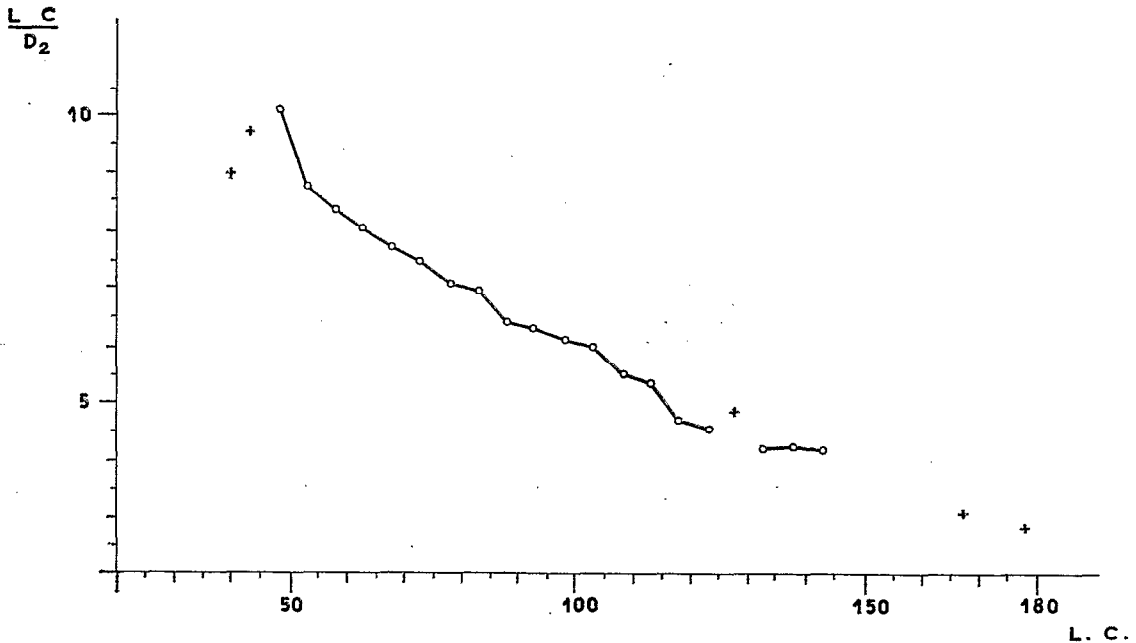


Fig. 10. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la longueur de la deuxième dorsale (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

b. — **Régression de Y en X** (Y = longueur de la deuxième dorsale ; X = longueur du corps). (Fig. n° 16).

$$Y \text{ (cm)} = 0,0058 X^{1,74}.$$

N	= 259	
log. X	= 1,84907	log. X = 0,98269
(X	= 70,64 cm)	(Y = 9,61 cm)
σx^2	= $1,768 \times 10^{-2}$	
p	= $3,068 \times 10^{-2}$	

Remarque :

L'équation de la courbe exponentielle dont nous avons calculé les paramètres représente la régression « idéale » du caractère étudié (longueur de la D2) dans notre échantillon qui comprenait une grande majorité d'individus appartenant à des classes inférieures à 125 cm. Or, à partir de cette taille, l'allongement de la deuxième dorsale ainsi que de l'anale est considérable. Le simple examen du diagramme de dispersion montre que tous les points sont nettement au-dessus de la courbe de régression. Cette dernière n'est donc valable et utilisable que pour les individus d'une taille inférieure à 125 cm.

En réalité, la longueur de la nageoire (pour les individus de tailles allant de 60 cm à 160 cm) est donnée très exactement par la relation exponentielle de forme : $Y = e^x$ où x prend les valeurs de 2, 3, 4, correspondant à des tailles de 60, 110 et 160 cm, équidistantes de 50 cm, c'est-à-dire que l'on a : $x = (X+40) / 50$ (où X représente la longueur du corps). Entre 60 et 160 cm, l'allongement total de la nageoire est donné par l'intégrale

$$\int_2^4 e^x dx = 47,2.$$

Nous obtenons ainsi :

Taille des individus (=X)	x	Longueur de D2 (= Y)
60 cm	2	7,4 cm
75 cm	2,3	10,0 cm
100 cm	2,8	16,5
110 cm	3	20,1
125 cm	3,3	27,1
150 cm	3,8	44,5
160 cm	4	54,6

$\int_2^4 e^x dx = 12,7$
 $\int_3^4 e^x dx = 34,5$

On voit que, au-dessous de 110 cm, on a un accroissement de la longueur de la nageoire de près de 13 cm pour un accroissement du corps de 50 cm, alors qu'au-dessus, la nageoire grandit de près de 35 cm pour le même accroissement de la longueur du corps.

Cette remarque est très importante, car elle donne l'explication d'une particularité souvent remarquée par les usagers de la pêche : dans un lot de thons appartenant à des classes voisines, de 110 à 130 cm par exemple, on note des individus ayant des nageoires (dorsale et anale) dont la différence de longueur peut atteindre 30 %. On peut alors se demander s'il s'agit bien de la même espèce alors que cette variabilité apparente de la longueur des nageoires est une conséquence normale de leur mode de croissance.

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

— Atlantique orientale :

— Sénégal, région du Cap-Vert :

Le diagramme de dispersion obtenu par nous sur un lot de 272 thons provenant de cette région correspond à celui du golfe de Guinée. Les conclusions précédentes peuvent donc être étendues à la population du Sénégal-Cap-Vert.

— Guinée :

Notre courbe des indices est très voisine de celle donnée par MARCHAL. Les petites différences peuvent être mises sur le compte de l'échantillonnage.

— Angola :

VILELA et MONTEIRO obtiennent une droite de régression semblable à la nôtre et dont ils donnent les paramètres :

$$Y_{(mm)} = 0,00083 X^{1,78}$$

La remarque faite précédemment pour les thons du Golfe de Guinée est également

applicable à ceux de l'Angola : à partir d'une taille de 125 cm et en allant vers les classes plus âgée les longueurs observées de la deuxième dorsale s'écartent de plus en plus des valeurs définies par la relation ci-dessus.

— *Ouest-Atlantique* :

La courbe établie par MATHER III pour les *N. albacores* de la côte américaine (Golfe du Mexique) indique une similitude du mode de croissance.

La légère différence des valeurs (1 à 1,5 cm à l'avantage des thons américains) provient sans doute soit de la technique (appréciation de l'origine de la nageoire), soit du mode de calcul de la régression.

9° LONGUEUR DE L'ANALE : L. A.

On constate, comme pour la deuxième dorsale une allométrie fortement positive. Le taux de croissance de cette dernière est même plus élevé. La longueur respective des deux nageoires aux différents âges est la suivante :

— THONS DONT LA TAILLE EST INFÉRIEURE A 65 CM :

Deuxième dorsale plus grande que l'anale.

— THONS DE LA CLASSE 65-70 CM :

La deuxième dorsale et l'anale ont à peu près la même longueur.

— THONS DONT LA TAILLE EST SUPÉRIEURE A 70 CM :

l'anale est plus grande que la deuxième dorsale.

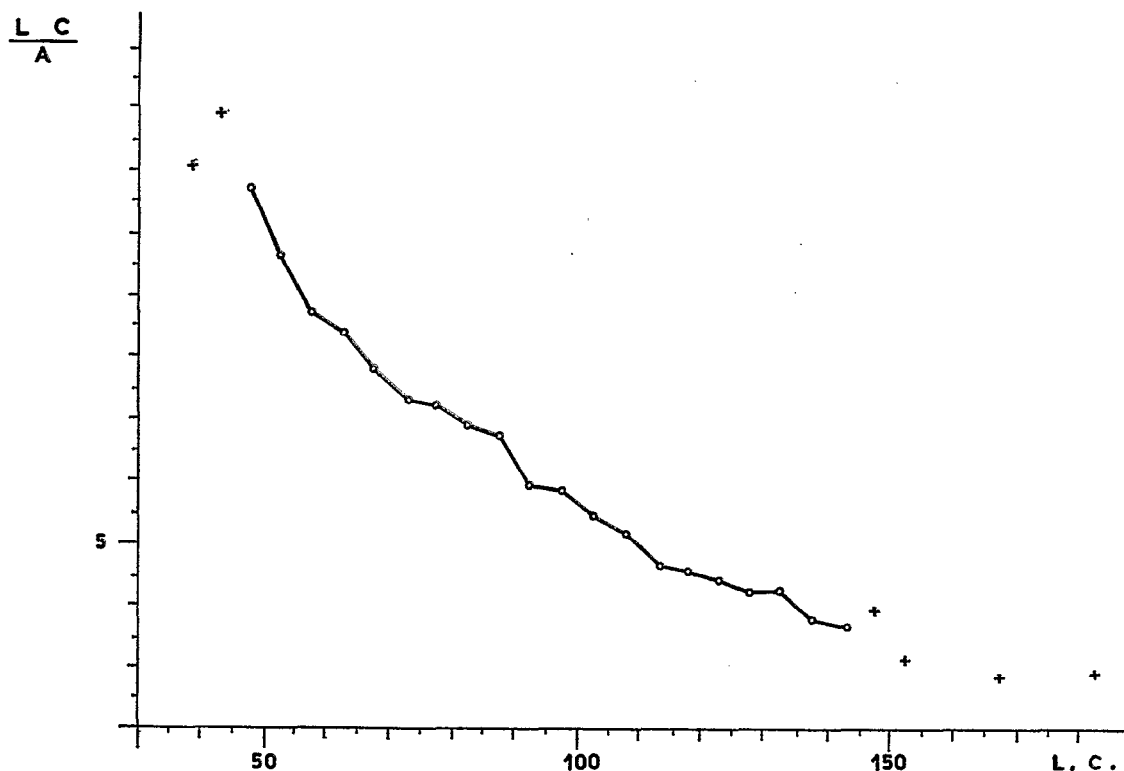


Fig. 11. — Variations du rapport entre la longueur du corps et la longueur de l'anale (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

a. — **Indice LC / L. A.** : (Fig. n° 11).

Il varie de 10,74 à 3,69 de la classe de 45-50 cm à celle de 140-145 cm.

b. — **Régression de Y en X** (Y = longueur de l'anale ; X = longueur du corps). (Fig. 16).

La relation qui lie les deux variables est une loi de forme exponentielle dont l'équation est :

$$Y \text{ (cm)} = 0,0027 X^{1,92}$$

N	= 250	
$\overline{\log. X}$	= 1,86615	$\overline{\log. Y} = 1,01252$
(\overline{X})	= 73,48 cm	$(\overline{Y}) = 10,29 \text{ cm}$
σ_{X^2}	= $2,000 \times 10^{-2}$	
p	= $3,832 \times 10^{-2}$	

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

— THONS DE GUINÉE :

La courbe des indices moyens de MARCHAL est très comparable à la nôtre.

— THONS DE L'ANGOLA :

Notre courbe de régression se superpose presque exactement à celle obtenue par VILELA et MONTEIRO et dont ils donnent l'équation (exprimée en millimètres) :

$$Y \text{ (mm)} = 0,00039 X^{1,89}$$

10° DIAMÈTRE DE L'ŒIL : Oe.

Il est bon de souligner la grande variabilité qui affecte ce caractère et qui incite à la prudence quand il s'agit de comparer des échantillons de diverses origines, surtout lorsque ces échantillons ne sont pas étudiés par le même observateur. La fluctuation des moyennes est de l'ordre de 15 % pour les individus de grande taille. Elle est due non seulement à des variations individuelles naturelles (croissance irrégulière) mais aussi et peut-être principalement aux déformations de l'œil lors de la capture. Il est bien rare que ce dernier ait une forme circulaire ; il est étiré le plus souvent dans le sens vertical.

Compte tenu de cette remarque, l'examen du diagramme de dispersion fait apparaître une allométrie négative assez marquée : diminution nette de l'œil avec la taille du poisson, diminution qui est d'ailleurs plus forte chez les thons de plus de 70 cm de long.

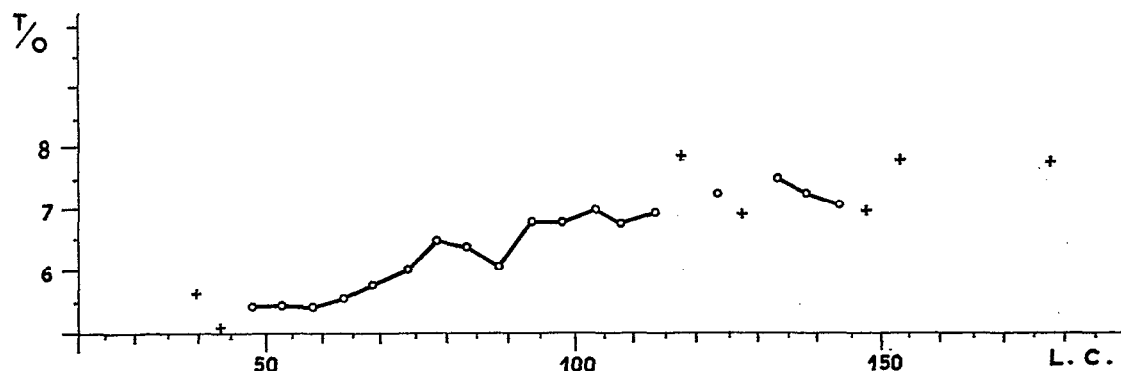


Fig. 12. — Variations du rapport entre la longueur de la tête et le diamètre de l'œil (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

a. — **Indice L_{cpl} / Oe** : (Fig. n° 12).

Pour les poissons appartenant aux classes de 45-50 cm à 140-145 cm les indices moyens varient de 5,42 à 7,05.

L'allure en dents de scie de la courbe marque la grande variabilité de ce caractère.

b. — **Régression de Y en X** (Y = diamètre de l'œil ; X = longueur de la tête). (Fig. n° 15).

Les auteurs qui ont traité le même sujet donnent pour loi interprétant la relation entre les deux variables une fonction linéaire ; la relation étant représentée par une simple droite. Or, notre diagramme de dispersion met bien en évidence une disharmonie dans la croissance : le phénomène est représenté par deux segments d'exponentielle dont les équations sont les suivantes :

— *Individus dont la tête est inférieure à 18 cm* (longueur du corps inférieure à 65-70 cm) :

$$\begin{array}{rcl}
 N & = & 166 \\
 \overline{\log. X} & = & 1,18894 \\
 (\overline{X} & = & 15,45 \text{ cm}) \\
 Y \text{ (cm)} & = & 0,317 X^{0,798}. \\
 \sigma_{X^2} & = & 0,168 \times 10^{-2} \\
 p & = & 0,134 \times 10^{-2}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \overline{\log. Y} & = & 0,44933 \\
 (\overline{Y} & = & 2,81 \text{ cm})
 \end{array}$$

— *Individus dont la tête est supérieure à 18 cm* :

$$\begin{array}{rcl}
 N & = & 98 \\
 \overline{\log. X} & = & 1,39751 \\
 (\overline{X} & = & 24,98 \text{ cm}) \\
 Y \text{ (cm)} & = & 0,520 X^{0,608}. \\
 \sigma_{X^2} & = & 0,513 \times 10^{-2} \\
 p & = & 0,312 \times 10^{-2}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \overline{\log. Y} & = & 0,56604 \\
 (\overline{Y} & = & 3,68 \text{ cm})
 \end{array}$$

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

Les différences que l'on peut constater avec les thons de diverses régions entrent dans l'ordre de grandeur de la variabilité du caractère. Aucune conclusion ne peut donc en être tirée.

11° MAXILLAIRE SUPÉRIEUR. (MAX.).

Ce caractère est intéressant parce qu'il varie très peu. Le rapport entre la longueur de la tête et la longueur du maxillaire supérieur est pratiquement constant. Tête et maxillaire supérieur ont une croissance isométrique.

a. — **Indice $L_{cpl} / Max.$** : (Fig. n° 13).

De la classe 45-50 à 125-130, l'indice moyen varie très peu, dans des limites très étroites : de 2,42 à 2,52.

b. — **Régression de Y en X** (Y = long. du Max. sup. ; X = long. de la tête). (Fig. n° 15).

$$\begin{array}{rcl}
 N & = & 152. \\
 \overline{\log. X} & = & 1,25481 \\
 (\overline{X} & = & 17,98 \text{ cm}) \\
 Y \text{ (cm)} & = & 0,449 X^{0,966}. \\
 \sigma_{X^2} & = & 1,173 \times 10^{-2} \\
 \text{ou } Y \text{ (cm)} & = & 0,39X + 0,30. \\
 p & = & 1,133 \times 10^{-2}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \overline{\log. Y} & = & 0,86463 \\
 (\overline{Y} & = & 7,32 \text{ cm})
 \end{array}$$

Comparaison avec d'autres régions de l'Atlantique.

Nous reprendrons l'étude de ce caractère à la fin de ce chapitre, au sujet de la

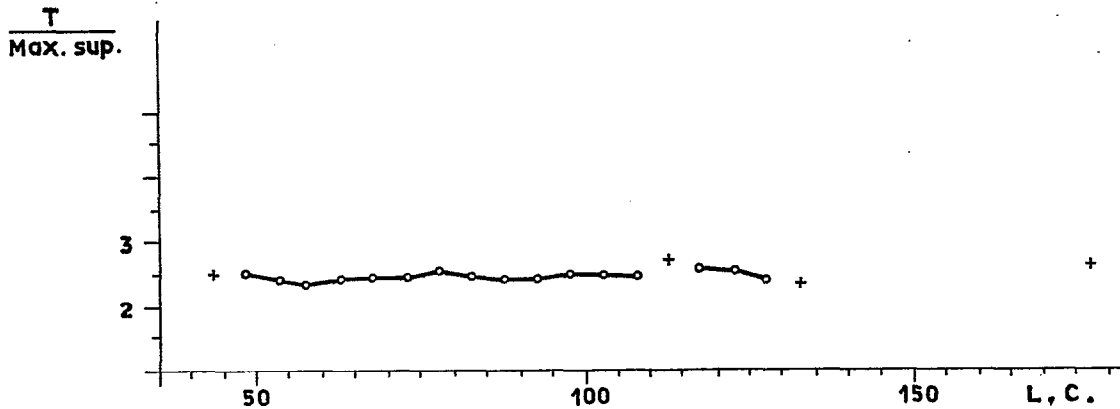


Fig. 13. — Variations du rapport entre la longueur de la tête et le maxillaire supérieur (en ordonnées) en fonction de la longueur du corps (abscisses en centimètres).

contribution à l'étude des populations. Disons dès à présent que les fréquences des différentes valeurs de l'indice $Lcpl / Max.$ sont distribuées de façon dissymétrique de part et d'autre de la moyenne, la distribution étant étalée vers les valeurs élevées de l'indice.

Nous obtenons pour les thons du Golfe de Guinée et du Sénégal-Cap-Vert (étudiés par nous) et pour ceux de l'Angola (VILELA et MONTEIRO) après correction de la longueur de la tête, les moyennes suivantes :

Sénégal : Moyenne : 2,56

Angola : Moyenne : 2,57

Golfe de Guinée : Moyenne : 2,46

MATHER III ne donne, à notre connaissance, aucun renseignement concernant cet indice, mais nous avons pu isoler, dans notre échantillonnage de la côte d'Afrique (Sénégal), un lot de thons présentant les caractères céphaliques de la population ouest atlantique :

Ouest-Atlantique (Golfe du Mexique ?) : Moyenne : 2,66.

En résumé, les moyennes des populations du Golfe de Guinée d'une part et de l'ouest-Atlantique d'autre part, diffèrent significativement. Celles des populations tropicales de l'Atlantique oriental (Hémisphère nord-Hémisphère sud) sont semblables entre elles et ont une valeur intermédiaire entre les moyennes des deux populations précédentes. Mêmes conclusions donc, que pour la longueur de la tête et la distance pré-anale.

Remarque :

L'augmentation de l'indice $Lcpl / Max.$ avec la longueur relative de la tête semble indiquer que la croissance du maxillaire supérieur (et sans doute de la partie antérieure préorbitaire de la tête) est la même pour toutes les populations. Seule la distance post-orbitaire varierait d'une population à l'autre.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS PROVISOIRES.

Les thons à nageoires jaunes de l'Atlantique présentent, du point de vue morphologique, une grande homogénéité. Le mode de croissance des différentes parties du corps est le même pour tous. Des différences apparaissent cependant dans certaines proportions :

— *proportions de la tête* : La tête des « Yellowfins » du Golfe du Mexique (Ouest-Atlantique) est en moyenne relativement plus grande que celle des thons du Golfe de Guinée.

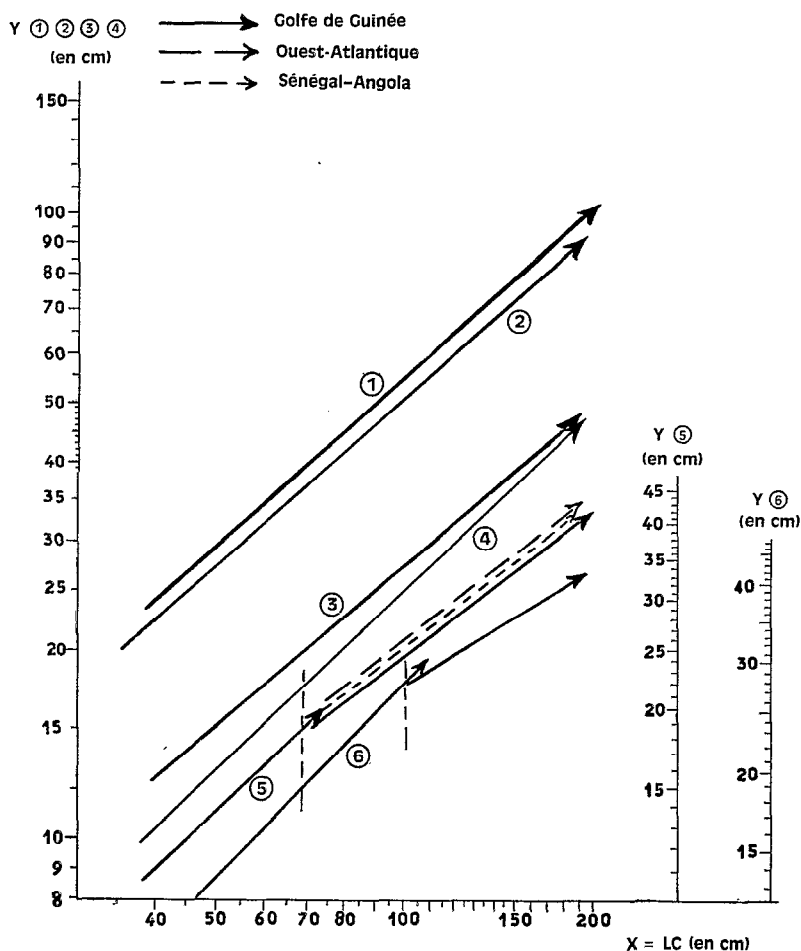


Fig. 14. — Relations entre le logarithme de la longueur du corps en abscisses et le logarithme de différentes parties du corps en ordonnées.

Régression de Y en X :

- X = longueur du corps (LC) ;
- Y (1) = distance préanale (Pré A) ; Y (2) = distance prédorsale (Pré D2) ;
- Y (3) = distance prédorsale (Pré D1) ; Y (4) = hauteur du corps (Ht. C) ;
- Y (5) = longueur de la tête (Lc pl) ; Y (6) = longueur de la pectorale (L8).

Les équations des courbes et leurs paramètres sont donnés dans le texte.

— *proportions du corps* : Les mêmes différences existent quant à la distance préanale. Les thons du Golfe de Guinée ont donc un tronc caudal relativement plus long que leurs homologues américains.

Les populations tropico-orientales ont des caractères intermédiaires.

Les différences constatées qui sont des différences statistiques valables pour un grand nombre d'individus, ne sont pas forcément évidentes chez un individu pris isolément, car elles entrent dans les limites de variabilité du caractère considéré.

Au terme de cette première étude, on ne peut qu'avoir de fortes présomptions sur

l'existence de plusieurs populations dans l'Atlantique, mais il nous faut d'autres preuves pour arriver à une certitude.

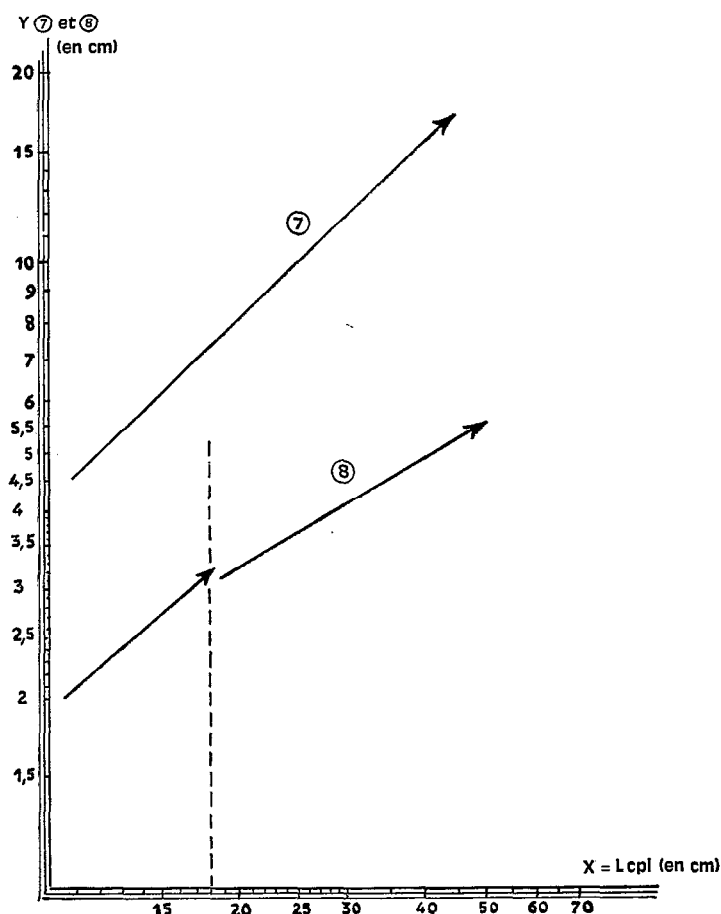


Fig. 15. — Relations entre le logarithme de la longueur de la tête en abscisses et le logarithme de deux longueurs céphaliques (maxillaire supérieur et diamètre de l'œil) en ordonnées.

Régression de Y en X :

— X = longueur de la tête (Lcpl) ;

— Y (7) = longueur du maxillaire supérieur (Ma X) ; Y (8) diamètre de l'œil (Oe).

Pour les équations et les paramètres, se reporter au texte.

Tailles critiques.

On note à partir de certaines tailles, des changements d'allométrie, déjà signalés par E. POSTEL pour la pectorale et l'œil. De telles discontinuités dans les lois de croissance sont très certainement la conséquence de variations importantes dans l'activité biologique ou physiologique du poisson. Elles affectent la croissance relative de la tête et des nageoires aux tailles suivantes :

60-70 cm (longueur de la tête ; diamètre de l'œil ; longueur des pectorales, de la dorsale et de l'anale).

100 cm (pectorales ; tête d'après MATHER).

Or, ces deux tailles correspondent (comme nous le verrons dans la deuxième partie) à deux périodes critiques :

- la première (60-70 cm), à la *puberté*, début de l'activité sexuelle (les glandes commencent à se développer, mais ne sont pas encore fonctionnelles).
- la deuxième (100 cm), *fail suite à la première ponte* : (jeunes reproducteurs).

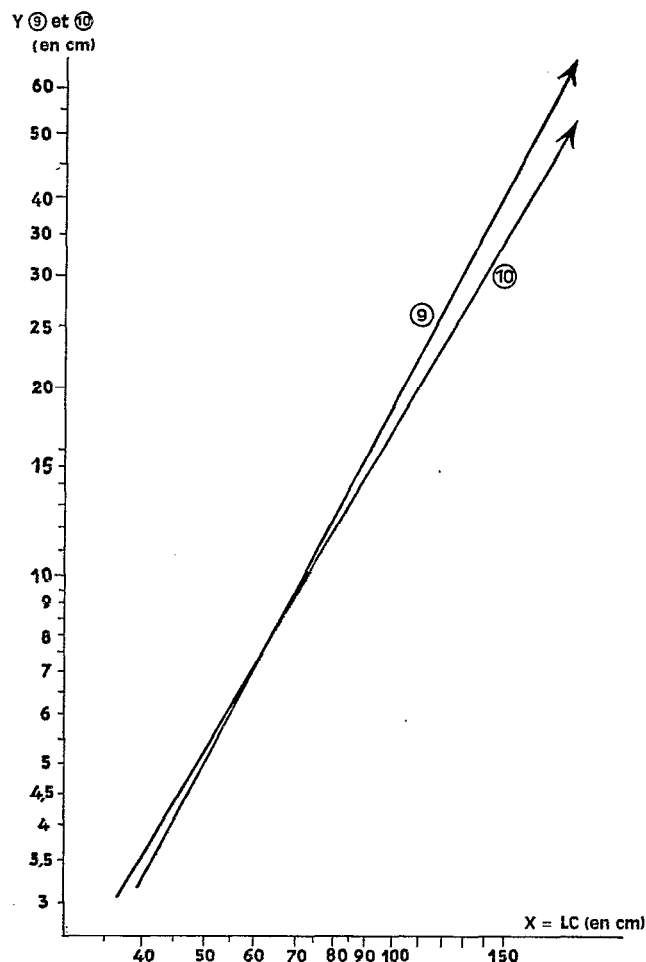


Fig. 16. — Relations entre le logarithme de la longueur du corps en abscisses et le logarithme de la longueur de deux nageoires (deuxième dorsale et anale) en ordonnées.

Régressions de Y en X :

— X = longueur du corps (LC) ;

— Y (9) = longueur de l'anale (LA) ; Y (10) = longueur de la deuxième dorsale (L D2).

Une deuxième remarque curieuse qui mérite attention est la différence entre le taux de croissance de la deuxième dorsale ou de l'anale et celui des autres parties du corps. Alors que, pour ces dernières, il y a légère diminution du taux de croissance à partir de la puberté, pour la deuxième dorsale et l'anale, au contraire, on constate une nette augmentation de ce taux.

Tout se passe comme si les hormones responsables de l'activité sexuelle agissaient comme « inhibiteur » partiel pour la croissance du corps et « excitateur » pour la croissance de la deuxième dorsale et de l'anale.

II. Caractères méristiques

Le plus couramment et le plus anciennement utilisé, est le nombre de vertèbres.

Malheureusement, ce caractère est stable dans la famille des Thunnidae. Il ne peut nous être d'aucune aide. Aussi notre attention s'est-elle portée sur le seul susceptible de variation : le nombre de branchiospines.

BRANCHIOSPINES

L'utilisation de cette donnée méristique a pris une importance croissante.

SCHAEFER et WALFORD L. A. (1950), ont été, semble-t-il, les premiers à en avoir fait usage pour tenter de différencier les thons à nageoires jaunes de l'Angola (*N. albacores*) de la forme voisine du Pacifique : *Neothunnus macropterus* (côte de l'Amérique centrale). Les différences concernant le nombre des branchiospines, ajoutées à d'autres relatives aux caractères morphologiques, leur semblaient suffisantes pour conclure à l'existence de deux espèces.

Plus récemment, dans leur étude des populations de thons du Pacifique, les auteurs américains suivis de l'équipe des océanographes français de Nouméa (LEGAND 1961), sont arrivés à une conclusion assez curieuse : le nombre moyen des branchiospines de *Neothunnus macropterus* varie significativement et de façon régulière non pas en latitude, mais en longitude.

Quels renseignements avons-nous sur les populations de *Neothunnus albacores* de l'Atlantique ? Outre les résultats de SCHAEFER et WALFORD, les données fournies par les auteurs cités dans la première partie de cette étude :

— Dans l'Atlantique oriental :

— Pour les thons des côtes de l'Angola, VILELA et MONTEIRO (1957) obtiennent une moyenne branchiospinale de 30,37 (calculée sur 45 exemplaires). Ce nombre se situant entre les valeurs signalées pour le *Neothunnus* de Pacifique (30, 60 SCHAEFER, 1948) et ceux de l'Angola étudiés par SCHAEFER et WALFORD (30,00) ils concluent à une différence « non évidente ».

— POSTEL (1954) donne une moyenne de 30,17 pour les thons (*N. albacores*) du Sénégal.

— Dans une note sur un lot important de *N. albacores* pêchés par le chalutier Pyrrhus en Octobre-Novembre 1957 au large des côtes de Guinée, MARCHAL (1959) signale une moyenne de 30,79. Comparant ses résultats avec ceux de POSTEL, il se contente de noter les différences entre les fréquences : le mode de la population « guinéenne » est 31, celui de POSTEL 30 : POSTEL trouve 32 branchiospines dans 9 % des cas, MARCHAL dans 21 %.

— Dans l'ouest-Atlantique :

La moyenne calculée par MATHER III (1962) sur 90 spécimens est de 29,82.

A l'examen de ces premières données, on était en droit de se demander si les thons observés dans les différentes parties de l'océan appartenaient à une seule population, ou plus exactement si leur origine était commune.

Il s'agissait donc de répondre à trois questions :

- 1) Les différences trouvées sont-elles significatives ?
- 2) Dans l'affirmative, c'est-à-dire dans le cas où il y a existence de plusieurs populations, quelles sont leurs limites d'habitat ?
- 3) Quelle est ou quelles sont les causes de ces différences ?

Une réponse à la deuxième question vient aussitôt à l'esprit : les frontières, si frontières il y a, sont déterminées par les grands systèmes de courants (nord-atlantique, sud-atlantique, et contre-courant équatorial) réalisant un cyclage à peu près parfait des masses d'eau superficielles et définissant des provinces océaniques différentes. Dans cette perspective, on conçoit l'intérêt de l'étude de zones « charnières » telles que la Guinée et le Sénégal dans l'hémisphère nord, le Congo et l'Angola dans l'hémisphère sud, zones soumises dans le temps à des régimes différents : tour à tour « guinéen » (chaud et dessalé) et tropical nord ou sud-atlantique (chaud et salé) et en plus, régulièrement enrichies par des remontées d'eau froide (upwelling).

Si donc des différences existent, on doit les retrouver au cours des changements de régime. C'est à partir de cette idée de base que nous avons conduit nos travaux, d'une part dans la région du Gabon-Congo et Angola, d'autre part dans celle de la Guinée-Sénégal-Iles du Cap-Vert.

Pour l'analyse des résultats, nous examinerons tout d'abord successivement :

— POUR LA CÔTE OUEST-AFRICAINE :

— *eaux « guinéennes »* : un lot comprenant les thons pêchés, durant l'année 1959, en baie de Biafra ainsi que sur les côtes gabonaises et congolaises jusqu'à la latitude 5° S.

Un lot comprenant des thons pris au large des côtes de l'Angola au moment du maximum de transgression des eaux « guinéennes » vers le Sud (Février-Mars 1961).

Les données de E. MARCHAL (1959) sur de jeunes « Yellowfins » capturés au large des côtes de la Guinée.

— *eaux tropicales nord et sud-atlantiques* :

— l'ensemble des thons pêchés dans la région comprise entre la Presqu'île du Cap-Vert et la Guinée en 1964-65 et qui ont donné lieu à une série complète de mesures biométriques.

— les données de E. POSTEL (1955 b) provenant de la même région.

— un lot de thons capturés au large des côtes de l'Angola en Octobre 1959.

— POUR LA CÔTE AMÉRICAINE :

Les résultats de F. J. MATHER III (1962) sur un lot de thons pris dans le Golfe du Mexique ou les environs immédiats.

Auparavant, il n'est cependant pas inutile de vérifier si la comparaison d'individus de tailles différentes est possible, en d'autres termes, si le caractère considéré n'augmente pas avec l'âge.

I. VARIATION DU NOMBRE DE BRANCHIOSPINES AVEC LA TAILLE.

Le premier lot défini ci-dessus a été pris comme échantillon témoin. Les 99 individus qui le constituent ont été répartis en classes de 5 cm, allant de 45-50 à 175-180 cm. Les points médians de ces classes sont 47, 52, 57... 177.

La courbe des moyennes branchiospinales montre qu'il n'y a aucune relation entre l'augmentation de la taille des poissons et la variation du nombre de branchiospines.

La droite de régression (fig. 17) est parallèle à l'axe des X (longueur du corps), l'indice de régression est pratiquement nul.

$$b \ Y / X = 0,0003$$

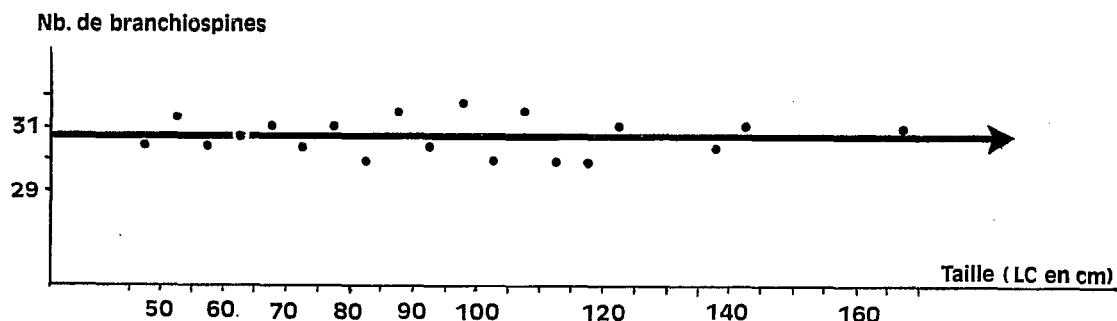


Fig. 17. — Diagramme et droite de régression. Nb. branchiospines / longueur du corps. Les points représentent les valeurs moyennes par classe (intervalle entre chaque classe : 5 cm).

Les études d'auteurs tels que Witold L. KLAVE et SCHIMADA sur les larves et formes juvéniles d'autres espèces de thons ont d'ailleurs montré que le caractère se stabilise très tôt. Le nombre de branchiospines augmente jusqu'à la métamorphose, puis reste constant.

II. MOYENNES PAR RÉGIONS.

Le sexe n'a aucune influence sur ce caractère. Aussi nous avons jugé qu'il n'était pas utile de préciser le pourcentage de mâles et de femelles composant nos échantillons.

A. — ATLANTIQUE ORIENTAL (côte occidentale d'Afrique).

A1. — *Golfe de Guinée*.

A1a. — *Partie orientale* (région comprise entre les bouches du Niger et le Congo jusqu'au parallèle 5° S).

L'observation de 99 individus avait fourni les renseignements suivants :

Nombre de branchiospines.....	27	28	29	30	31	32	33	34
Fréquences observées.....	1	0	10	33	30	12	11	2

Le test de conformité (critère du χ^2) indique que la distribution des fréquences obéit à la loi de Gauss. La courbe normale ajustée représentant au mieux la distribution a pour équation :

$$y = \frac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}}$$

où M est la moyenne, σ^2 la variance et σ l'écart-type de notre échantillon, paramètres que nous retenons pour l'ensemble de la population.

Moyenne branchiospinale : $M_B = 30,83$ $N = 99$

Variance : $\sigma^2 = 1,614$

Écart-type : $\sigma = 1,27$

Erreur standard de la moyenne : $S_m = 0,13$

A1b. — Partie occidentale : côte de Guinée.

Les observations portaient sur 369 individus. (E. MARCHAL, 1959).

$M_B = 30,79$ $N = 369$

Variance : $= 1,86$

Écart-type : $= 1,36$

Erreur standard de la moyenne : $= 0,07$

A2. — Sénégal — région du Cap-Vert.

Nous disposons de deux séries d'observations : l'une donnée par E. POSTEL (1955 b) sur un lot de 243 individus, l'autre établie par nous-même sur 517 spécimens.

Polygones de variation du nombre de branchiospines :

A2a. — D'après E. POSTEL.

Nombre de branchiospines.....	27	28	29	30	31	32	33	34
Fréquences observées.....	0	20	54	73	65	23	8	0

$M_B = 30,17$

$N = 243$

Variance $= 1,46$

Écart-type $= 1,21$

Erreur standard de la moyenne $= 0,08$

A2b. — D'après M. ROSSIGNOL (1964-65).

Nombre de branchiospines.....	27	28	29	30	31	32	33	34
Fréquences observées.....	4	32	106	156	146	55	14	4

$M_B = 30,26$

$N = 517$

Variance $= 1,60$

Écart-type $= 1,26$

Erreur standard de la moyenne $= 0,06$

A3. — Angola.

A3a. — Dans les eaux tropicales chaudes et salées (Oct. 1959).

Les observations concernaient 47 individus de toutes tailles :

Nombre de branchiospines.....	27	28	29	30	31	32	33	34
Fréquences observées.....	0	1	11	18	8	7	2	0

$$M_B = 30,32$$

$$N = 47$$

Variance	= 1,37
Écart-type	= 1,17
Erreur standard de la moyenne	= 0,17

A3b. — Dans les eaux « guinéennes » chaudes et dessalées (Février, Mars 1961).

54 individus ont été examinés. Le lot comprenait principalement de jeunes immatures.

Nombre de branchiospines.....	27	28	29	30	31	32	33	34
Fréquences observées.....	0	1	2	19	17	11	2	2

$$M_B = 30,91$$

$$N = 54$$

Variance	= 1,34
Écart-type	= 1,16
Erreur standard de la moyenne	= 0,16

B. — ATLANTIQUE OCCIDENTAL (Golfe du Mexique et régions avoisinantes).

Lot de 90 individus examinés par F. J. MATHER III (1962).

Nombre de branchiospines.....	27	28	29	30	31	32	33	34
Fréquences observées.....	5	9	22	23	24	6	1	0

$$M_B = 29,82$$

$$N = 90$$

Variance	= 2,08
Écart-type	= 1,44
Erreur standard de la moyenne	= 0,15

A un premier examen, on aboutit aux constatations suivantes :

— les thons à nageoires jaunes capturés dans les eaux « guinéennes » ont tous une même moyenne branchiospinale.

— cette moyenne est nettement plus élevée que celle des autres populations atlantiques et plus particulièrement de celle des côtes américaines.

— les thons des régions tropicales est-atlantique des deux hémisphères ont entre elles des caractères semblables : même moyenne branchiospinale.

— deux lots de thons prélevés au même endroit (Angola) à des périodes différentes, l'un dans les eaux « guinéennes », l'autre dans les eaux tropicales, présentent entre eux des différences aussi grandes que pour des spécimens provenant de régions distinctes (golfe de Guinée et région tropicale nord et sud).

Devons-nous mettre ces différences sur le compte du hasard ?

Avant de nous faire une opinion, il convient de tester la valeur des résultats en tenant compte de l'erreur possible due à l'échantillonnage.

Comparaison des moyennes (test d'homogénéité).

9 tests ont été établis :

1. — THONS DU GOLFE DE GUINÉE (BAIE DE BIAFRA ET GUINÉE) ÉCHANTILLONS A1a et A1b.

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,15$$

Rapport entre la différence des moyennes ($M_B - M_{B2}$) et Sd :

$$t = \frac{M_{B1} - M_{B2}}{Sd} = \frac{30,83 - 30,79}{0,15} = 0,27$$

Le rapport obtenu est bien inférieur à 2 (sécurité 95 %).

La valeur de la différence des moyennes, nettement inférieure à 2 fois l'erreur standard Sd , n'est nullement significative. Il est permis de supposer que les deux échantillons étudiés proviennent de la même population, la différence constatée pouvant être attribuée aux fluctuations du hasard.

2. — GOLFE DE GUINÉE (ÉCHANTILLON A1a) ET SÉNÉGAL — RÉGION DU CAP-VERT (ÉCHANTILLON A2a).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,15$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 4,4$$

Différence hautement significative. Nous ne pouvons retenir l'hypothèse que les deux échantillons appartiennent à la même population.

3. — GOLFE DE GUINÉE (ÉCHANTILLON A1a) ET SÉNÉGAL (ÉCHANTILLON A2b).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,14$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 4,1$$

Différence hautement significative. L'appartenance à la même population est à rejeter.

4. — GOLFE DE GUINÉE (ÉCHANTILLON A1a) ET ANGOLA — EAUX TROPICALES (ÉCHANTILLON A3a).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,21$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 2,4$$

Il y a moins de 3 chances sur cent pour que la différence constatée soit le fait du hasard. Donc peu de chances pour que les deux échantillons proviennent d'une seule et même population.

5. — GOLFE DE GUINÉE (ÉCHANTILLON A1a) ET ANGOLA — EAUX GUINÉENNES (ÉCHANTILLON A3b).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,20$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 0,4$$

Valeur nettement inférieure à 2. On peut raisonnablement supposer une origine commune avec les autres échantillons du Golfe de Guinée.

6. — GOLFE DE GUINÉE (ÉCHANTILLON A1A) ET AMÉRIQUE (ÉCHANTILLON B).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,20$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 5$$

Différence hautement significative. L'appartenance des deux échantillons à la même population est à rejeter.

7. — AMÉRIQUE (ÉCHANTILLON B) ET SÉNÉGAL — CAP-VERT (ÉCHANTILLON A2A).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,17$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 2$$

Les chances pour que les deux échantillons proviennent de la même population sont donc très faibles.

8. — AMÉRIQUE (ÉCHANTILLON B) ET SÉNÉGAL (ÉCHANTILLON A2B).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,16$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 2,75$$

Différence hautement significative.

9. — ANGOLA — EAUX TROPICALES (ÉCHANTILLON A3A) ET ANGOLA — EAUX GUINÉENNES (ÉCHANTILLON A3B).

Erreur standard de la différence des moyennes :

$$Sd = 0,23$$

Rapport entre la différence des moyennes et Sd :

$$t = 2,56$$

Comme on pouvait le prévoir, à la suite des quatrième et cinquième tests, les deux échantillons diffèrent significativement quant au caractère considéré.

Comparaison des distributions de fréquence (cf. Fig. n° 18).

Cette distribution est fonction de l'échantillonnage. Elle se rapproche d'autant plus de la distribution réelle que le nombre des individus observés — et prélevés au hasard — est plus grand. Aussi avons-nous calculé, pour chaque lot, les fréquences relatives théoriques de façon à rendre les résultats comparables.

Echantillons		Nombre de branchiospines									
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Eaux Guinéennes	Baie Biafra (Éch. A _{1a})		0,3	2,6	11,1	25,3	31,3	20,8	7,1	1,4	
	Guinée (Éch. A _{1b})	0,1	0,5	4,1	12,6	24,3	28,1	20,0	8,0	2,0	0,3
	Angola (Éch. A _{3b})			1,7	9,4	25,0	33,1	22,2	7,2	1,2	
Eaux Tropicales (Afrique)	Sénégal-Cap Vert (A _{2a})			7,2	20,8	31,8	25,5	10,8	2,5		
	Sénégal (Éch. A _{2b})		1,3	6,5	19,5	30,0	26,0	12,8	3,2	0,5	
	Angola (Éch. A _{3a})			5,1	18,1	32,0	28,0	12,9	2,8	0,3	
Eaux Tropicales (Amérique)	Échantillon B	(0,9)	4,5	12,5	23,0	27,0	19,5	9,4	2,7	(0,5)	

Les divers échantillons du golfe de Guinée comparables entre eux, diffèrent des échantillons tropicaux par un décalage des classes modales : 30, 31, 32, au lieu de 29, 30, 31.

Si on prend comme point médian 30,5, on constate qu'il y a un glissement des fréquences élevées : vers la droite pour les thons guinéens, vers la gauche pour les thons tropicaux. Parmi ces derniers, on note une différence entre les échantillons de l'est-Atlantique (côte d'Afrique), et ouest-Atlantique : glissement plus accentué vers la gauche chez la forme ouest-atlantique (abaissant ainsi d'autant plus la moyenne).

Test de probabilité.

On peut considérer la moyenne arithmétique ou « espérance mathématique » d'un aléa numérique qui prend un nombre fini de valeurs t_1, t_2, \dots, t_n , comme la somme de ces valeurs pondérées par leurs probabilités :

$$E_x = \sum t_k p_k$$

La meilleure estimation de p est donnée par l'espérance mathématique des fréquences observées :

$$E_h = p$$

Soit l'aléa numérique : nombre de branchiospines.

On émet l'hypothèse selon laquelle tous les thons à nageoires jaunes de l'Atlantique forment une seule et même population (origine commune). Les différences constatées pour des échantillons provenant de différentes parties de l'océan seraient alors dues aux fluctuations du hasard.

Pour tester notre hypothèse, nous avons retenu trois échantillons provenant des parties orientale, occidentale et centrale de l'Atlantique :

- G (golfe de Guinée : échantillon A1a+A1b). $n_1 = 468$.
 — B (côte américaine). $n_2 = 90$.
 — T (Iles du Cap-Vert — mars, avril 1966). $n_3 = 251$.

TABLEAU A. — Test de probabilité

Nb. Branchiosp. x, y ... z.	Comparaison des échantillons G (A ₁ a+A ₁ b = golfe de Guinée, B (côte américaine) et T (Iles du Cap-Vert)										
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
G x ₁ y ₁ ... z ₁ ...	2	4	9	57	114	150	89	33	9	1	468 (n ₁)
B x ₂ , y ₂ ... z ₂ .	0	5	9	22	23	24	6	1	0	0	90 (n ₂)
T x ₃ , y ₃ ... z ₃ .	0	2	12	43	94	66	24	8	2	0	251 (n ₃)
Σx, Σy, ... Σz	2	11	30	122	231	240	119	42	11	1	809 (N)
p, q, ... r, ...	2/809	11/809	30/809	122/809	231/809	240/809	119/809	42/809	11/809	1/809	
pn ₁ , ... rn ₁ ...	1,156	6,358	17,340	70,516	133,518	138,72	68,782	24,276	6,358	0,578	
pn ₂ , ... rn ₂ ...	0,222	1,221	3,330	13,542	25,641	26,640	13,209	4,662	1,221	0,111	
pn ₃ , ... rn ₃ ...	0,620	3,410	9,300	37,820	71,610	74,400	36,890	13,020	3,410	0,310	
(x ₁ -pn ₁) ² , ...	0,62	0,87	4,01	2,59	2,85	0,92	5,94	3,13	1,09	0,31	22,33
pn ₁											
(x ₂ -pn ₂) ² , ...	0,22	11,69	9,61	5,28	0,27	0,26	3,93	2,87	1,22	0,11	35,46
pn ₂											
(x ₃ -pn ₃) ² , ...	0,62	0,58	0,78	0,71	7,00	0,93	4,51	1,94	0,58	0,31	17,96
pn ₃											
χ ²	1,46	13,14	14,40	8,58	10,12	2,11	14,38	7,94	2,89	0,73	75,75

Les résultats obtenus ont été ordonnés dans un tableau à deux entrées (tableau A).

Chaque échantillon de n₁-n₂-n₃ individus (n₁+n₂+n₃ = N), a été réparti en dix classes (correspondant à 26, 27, ... 35 branchiospines). Les effectifs dans les classes sont x₁-x₂-x₃, y₁-y₂-y₃, ... z₁-z₂-z₃. Les meilleures estimations pour les probabilités p, q, ... r, de chaque classe sont les moyennes des fréquences :

$$p = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{N}; q = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{N}; \dots r = \frac{z_1 + z_2 + z_3}{N}$$

Dans le cadre de l'hypothèse émise, les probabilités p, q ... r, doivent être également réparties dans chaque échantillon. C'est-à-dire que la différence entre les fréquences absolues observées x_i, y_i ... z_i, et les fréquences théoriques pn_i, qn_i, ... rn_i, ne doit pas dépasser un certain seuil. Plus exactement si nous formons :

$$\chi^2 = \sum \frac{(x_i - pn_i)^2}{pn_i} + \sum \frac{(y_i - qn_i)^2}{qn_i} + \dots + \sum \frac{(z_i - rn_i)^2}{rn_i}$$

la valeur trouvée ne doit pas dépasser la limite donnée par la table du χ² (avec un coefficient de sécurité adopté).

Le nombre de degrés de libertés est dans le cas présent :

$$v = (10-1) \cdot (3-1) = 18$$

Pour v = 18 degrés de libertés et un coefficient de sécurité de 99,9 % la valeur limite du χ² est égale à 42,3. Or, la valeur obtenue χ² = 75,75 correspond à une probabilité bien inférieure à 0,001.

Les différences constatées sont donc hautement significatives et ne peuvent résulter du seul hasard.

III. RELATIONS ENTRE LE NOMBRE DE BRANCHIOSPINES ET LA LONGUEUR RELATIVE DU MAXILLAIRE SUPÉRIEUR (rapport $L_{cpl} / Max.$)

Dans le chapitre I, nous avons vu que la longueur relative du maxillaire supérieur ne varie pas avec la taille du poisson. L'étude morphologique a d'autre part fait apparaître des différences entre certaines proportions, en particulier celles de la tête : la longueur céphalique moyenne des thons à nageoires jaunes du Golfe de Guinée est relativement plus petite que celle des thons de la côte américaine. A cette différence de longueur céphalique semble correspondre une valeur différente du rapport $L_{cpl} / Max.$: les échantillons du Golfe de Guinée (est-atlantique) ont un rapport $L_{cpl} / Max.$ moyen plus petit que les échantillons des autres régions de l'Atlantique. « Évolution » apparente (dans l'espace) comparable semble-t-il à celle du nombre moyen de branchiospines. Les deux caractères sont-ils associés ?

1°. — **Comparaison des moyennes** : nombre moyen de branchiospines et indices moyens $L_{cpl} / Max.$

Ayant retenu le caractère : nombre de branchiospines comme élément susceptible de nous donner des indications sur l'origine des thons pêchés, nous avons concentré nos efforts dans une des régions « charnières » dont nous avons parlé plus haut et où il est raisonnable de supposer le voisinage, sinon le mélange, de bancs de thons d'origines diverses : côte ouest-africaine s'étendant de la Presqu'île du Cap-Vert jusqu'au parallèle 7° N. Cette région est régulièrement fréquentée par des bateaux de pêche de plusieurs pays et en particulier par des pêcheurs français qui viennent tous les ans « faire la saison » (d'octobre-novembre à juin). Une partie des captures est débarquée à Dakar et traitée sur place en usine, ce qui permet un contrôle assez facile. A chaque apport, un (ou plusieurs) échantillons-témoins était prélevé, qui comprenait, autant que faire se pouvait, un minimum de cinquante individus. Les échantillons-témoins examinés sont, en réalité, des sous-échantillons de l'échantillonnage fait en mer par les bateaux. Ils représentent suivant les cas : une partie des captures de un ou plusieurs bateaux ayant pêché en plusieurs endroits, ou encore une partie des captures de un ou plusieurs bateaux en un seul endroit (intéressant donc une seule ou plusieurs concentrations de thons).

L'analyse des résultats obtenus pendant la période s'étendant de la fin 1964 au début de 1966, fait apparaître pour certains échantillons-témoins de brusques écarts de la moyenne branchiospinale : celle-ci se rapproche tantôt de la valeur obtenue pour le Golfe de Guinée, tantôt de celle de la côte américaine.

Reprenant les résultats où nous possédions des observations simultanées sur le nombre de branchiospines, la longueur de la tête et celle du maxillaire supérieur, nous les avons groupés en plusieurs lots définis par leur moyenne branchiospinale :

— 1 lot B' supposé appartenir à la population ouest-atlantique (la moyenne branchiospinale est très proche de celle établie pour les thons de la côte américaine) :

$$\begin{aligned} \text{Moyenne des branchiospines} &= 29,94 \\ \text{Indice moyen } L_{cpl} / Max &= 2,66 \end{aligned}$$

— 1 lot I réunissant les observations du mois de mai 1965 :

$$\begin{aligned} \text{Moyenne des branchiospines} &= 30,14 \\ \text{Indice moyen } L_{cpl} / Max &= 2,58 \end{aligned}$$

— 1 lot A2b', (sous-échantillon de l'échantillon A2b comprenant toutes les observations d'avril 1964 à juin 1965) :

Moyenne des branchiospines = 30,27

Indice moyen $Lcpl / Max$ = 2,55

— 1 lot J, réunissant les échantillons observés en Avril 1965 :

Moyenne des branchiospines = 30,38

Indice moyen $Lcpl / Max$ = 2,53

— 1 lot G, supposé comprendre une assez forte proportion de thons guinéens :

Moyenne des branchiospines = 30,50

Indice moyen $Lcpl / Max$ = 2,52

— L'échantillon-témoin Ala du Golfe de Guinée avait les caractéristiques suivantes :

Moyenne des branchiospines = 30,83

Indice moyen $Lcpl / Max$ = 2,46

Ces valeurs illustrent le fait qu'à une diminution de la moyenne branchiospinale correspond une augmentation parallèle de l'indice moyen $Lcpl / Max$. Une confirmation supplémentaire est fournie par la longueur relative de la tête : les valeurs du lot B sont dispersées autour de la courbe de régression de la population « américaine », les valeurs du lot G sont voisines de la courbe de la population « guinéenne ».

2°. — Coefficient de corrélation.

Soient x et y (x = nombre de branchiospines ; y = rapport $Lcpl / Max$.) les couples de variables de l'échantillon A2b'.

Nous nous proposons de savoir si la distribution du caractère $Lcpl / Max$ est la même que celle du nombre de branchiospines ou, en d'autres termes, si à une augmentation du nombre de branchiospines correspond nécessairement une diminution du caractère $Lcpl / Max$ (comme semble l'indiquer la comparaison des moyennes).

Le nombre de branchiospines varie de 27 à 34.

Le rapport $Lcpl / Max$, de 2,30 à 2,83.

Nous avons :

Nombre d'individus observés	: N = 270
Moyenne des x (nombre de branchiospines)	: M_x = 30,27
Moyenne des y (rapport $Lcpl / Max$)	: M_y = 2,55
Variance de x	: σ_x^2 = 1,54
Écart-type	: σ_x = 1,24
Variance de y	: σ_y^2 = 0,012
Écart-type	: σ_y = 0,11
Covariance	: p = -0,0015
Coefficient de corrélation	: r = -0,011

Les limites de l'intervalle de confiance de r pour un échantillon d'effectif 270 étant : $\pm 0,16$ (sécurité 99 %), le coefficient de corrélation trouvé n'est pas significativement différent de zéro. Les deux caractères ne sont pas liés.

Les deux résultats (coefficient de corrélation, comparaison des moyennes), en apparence contradictoires, se justifient dans l'hypothèse de l'existence de plusieurs groupements : ceux-ci se différencient les uns des autres par une longueur relative de la tête plus ou moins grande et, par conséquent, une valeur du rapport $Lcpl / Max$ plus ou moins élevée.

Ils sont également caractérisés par un nombre de branchiospines dont les limites de variation sont voisines mais dont la fonction de répartition est différente.

A un indice moyen L_{cpl} / Max plus petit (Golfe de Guinée par exemple), est associée une probabilité plus grande des valeurs élevées du caractère-nombre de branchiospines (donc une moyenne branchiospinale plus élevée). Mais à l'intérieur d'un même groupement, la distribution de ces valeurs est indépendante de la distribution des valeurs du rapport L_{cpl} / Max .

IV. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES POPULATIONS ATLANTIQUES

En première analyse nous avons été amenés à rejeter l'hypothèse d'une population unique et à supposer l'existence, dans l'océan Atlantique, de plusieurs groupements (populations ou sous-populations — « sub-populations ») liés sans doute aux masses d'eaux superficielles formées et entretenues par les courants permanents. Ces groupements ont, du fait de leur isolement relatif, une originalité se traduisant par des caractères morphologiques et écologiques semblables. D'autre part on doit admettre, que dans l'océan, les bancs de poissons ne restent pas immobiles mais se déplacent constamment à la recherche de la nourriture ou vers les lieux de ponte, autant que possible à l'intérieur de l'aire où les conditions qui leur sont favorables se trouvent réalisées. Lorsque plusieurs de ces aires se recouvrent ou se juxtaposent, il peut y avoir coexistence de plusieurs populations. On dira alors par exemple que le stock de *N. albacores* de cette région est composé d'individus provenant de une, deux, ou peut-être trois populations différentes. Il semble que tel soit le cas pour les thons de la région guinéo-sénégalaise.

1°. — DÉFINITION DES CONSTANTES PRINCIPALES D'UNE FONCTION DE DISTRIBUTION D'UN CARACTÈRE DONNÉ DANS L'HYPOTHÈSE D'UN STOCK « MIXTE ».

a. — Moyenne.

Soit E un stock ou partie d'un stock (échantillon, lot...) d'effectif N et composé de n_1 individus de la population A, n_2 individus de la population B, n_3 individus de la population C ($n_1 + n_2 + n_3 = N$).

E peut être considéré comme l'ensemble de trois sous-ensembles A, B et C d'effectifs n_1, n_2, n_3 .

Si $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$, sont les moyennes respectives des populations A, B et C, la moyenne M de E est la moyenne pondérée de x, y, et z avec les « poids » n_1, n_2 et n_3 :

$$M = \frac{n_1\bar{x} + n_2\bar{y} + n_3\bar{z}}{N}$$

ou, en posant $\frac{n_1}{N} = a, \frac{n_2}{N} = b$, et $\frac{n_3}{N} = c$:

$$M = a\bar{x} + b\bar{y} + c\bar{z}$$

b. — Variance — Écart-type.

La variance est la moyenne de la somme quadratique :

$$Q = \Sigma(x-M)^2 + \Sigma(y-M)^2 + \Sigma(z-M)^2$$

Celle-ci dépend d'une part de l'écart-type à l'intérieur des trois séries x, y, et z, d'autre part de l'écart-type entre ces séries :

$$Q = Q_1 + Q_2, \text{ avec :}$$

$$Q_1 = \Sigma(x-\bar{x})^2 + \Sigma(y-\bar{y})^2 + \Sigma(z-\bar{z})^2$$

$$\text{et } Q_2 = n_1(\bar{x}-M)^2 + n_2(\bar{y}-M)^2 + n_3(\bar{z}-M)^2$$

D'où la meilleure estimation de la variance σ^2 pour l'ensemble E :

$$\sigma^2 = \frac{Q_1 + Q_2}{N - 1}$$

c. — **Probabilités.**

Aux valeurs t_1, t_2, \dots, t_n prises par la variable, correspondent pour x, y, et z les distributions de probabilités p_1, p_2, \dots, p_n ; q_1, q_2, \dots, q_n et r_1, r_2, \dots, r_n .

Les probabilités pour l'ensemble E seront alors :

$$\frac{n_1 p_1 + n_2 q_1 + n_3 r_1}{N}, \quad \frac{n_1 p_2 + n_2 q_2 + n_3 r_2}{N}, \dots, \quad \frac{n_1 p_n + n_2 q_n + n_3 r_n}{N}$$

Les fréquences de E représentent donc la somme des parties proportionnelles des fréquences de chaque population.

Le problème qui se pose à nous est la détermination à partir d'une moyenne déterminée de l'ensemble E, des « poids » n_1, n_2, n_3 ou des proportions a, b, c, en supposant connus les paramètres de A, B, C. La combinaison que nous retiendrons sera celle qui, tout en satisfaisant à la condition 1 b (variance), permet le meilleur ajustement (le plus petit χ^2) de la distribution des fréquences observées pour E.

2. — ÉTUDE D'UN CAS PARTICULIER : STOCK DE LA RÉGION GUINÉO-SÉNÉGALAISE (CÔTE OCCIDENTALE D'AFRIQUE).

Dans le paragraphe « test d'homogénéité », nous avons vu que les échantillons du Golfe de Guinée ne différaient pas significativement et pouvaient être considérés comme appartenant à la même population, même « unité biologique » que nous désignerons par les initiales U. G. (unité guinéenne).

Nous supposons également que les thons du Golfe du Mexique sont suffisamment isolés par le système des courants atlantiques pour former une deuxième Unité distincte que nous désignerons par U. A. (unité américaine).

a. — **Caractérisation des deux populations : guinéenne (U. G.) et américaine (U. A.).**

Deux caractères ont été retenus : le nombre de branchiospines et le maxillaire supérieur (indice Lcpl / Max).

a1. — NOMBRE DE BRANCHIOSPINES : DISTRIBUTION THÉORIQUE ; MOYENNE, ÉCART-TYPE.

La courbe théorique représentant la meilleure approximation de la distribution réelle des fréquences est la courbe normale ayant pour paramètre la moyenne m et l'écart-type σ de la distribution.

Pour le calcul des fréquences théoriques, nous avons calculé les aires de la courbe

normale réduite : $Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$

(où l'abscisse réduite $x = \frac{x-m}{\sigma}$)

Les estimations des paramètres ont été faites à partir des échantillons A1a + A1b pour la population guinéenne (voir tableau I p. 183) et de l'échantillon B (golfe du Mexique) pour la population américaine (voir tableau K).

Le coefficient de sécurité adopté pour l'intervalle de sécurité de la moyenne et de la variance est de 95 %.

	U.G.	U.A.
Estimation conjointe de la moyenne et de la variance :		
— Moyenne branchiospinale : $M_B = m_o =$	30,80	29,82
— Variance : $\Sigma e^2 = \sigma o^2 =$	1,79	2,08
— Limites de la moyenne : :	$\left. \begin{array}{l} 30,68 \\ 30,92 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 29,52 \\ 30,12 \end{array} \right\}$
— Limites de la variance : :	$\left. \begin{array}{l} 1,56 \\ 2,02 \end{array} \right\} =$	$\left. \begin{array}{l} 1,60 \\ 2,92 \end{array} \right\}$
— Écart-type : $\Sigma e = \sigma o =$	1,34	1,44

a2. — INDICE LcPL / MAX.

L'intervalle de variation de l'indice Lcpl / Max. est assez étroit. Les limites inférieure et supérieure observées sont 2,30 et 2,85. Entre ces deux limites, nous avons considéré onze classes de valeurs $x = 0$ à $x = 10$, d'intervalle 0,05, et ayant pour points médians : $X_0 = 2,33, \dots X_{10} = 2,83$.

Afin de compenser les erreurs provenant du degré de précision des mesures, nous avons retenu comme fréquence de chaque classe la moyenne arithmétique des nombres trouvés pour la classe considérée et pour les deux classes qui l'encadrent.

A l'intérieur des limites (2,30 et 2,85), la courbe théorique qui représente la meilleure approximation de la distribution des fréquences ainsi établies semble être, à notre avis, celle de la distribution de Poisson. L'hypothèse d'une distribution de Poisson n'est pas contredite par le test du χ^2 (tableaux J et L pp. 105-107).

Pour la population guinéenne, les paramètres de l'unité U. G. ont été calculés à partir de l'échantillon A1a (tableau J p. 105).

Pour la caractérisation de la population américaine, nous retiendrons provisoirement l'unité U. AB', définie à partir de l'échantillon B' dont la moyenne branchiospinale se situe dans les limites de variation de la moyenne de la population américaine. (Tableau L, p. 107).

		U.G	U.A
Moyenne (= variance théorique)	$M_x =$	2,56	6,54
	$\bar{X} =$	2,46	2,66

b. — Analyse des résultats d'avril 65 à juin 65 : échantillon A2b'.

Caractéristiques de A2b' (tableaux O à S, p. 189-193).

- Nombre d'individus observés : $N = 270$
- Moyenne branchiospinale..... $M_B = m_o = 30,27$
- Variance..... $\Sigma e^2 = \sigma o^2 = 1,54$
- Moyenne de l'indice Lcpl / Max..... $\left. \begin{array}{l} = M_x = 4,45 \\ = \bar{X} = 2,55 \end{array} \right\}$

L'étude suivie du stock dans le temps, basée sur la moyenne branchiospinale, avait fait apparaître des valeurs intermédiaires entre celles des U.G. et des U.A. ; certains échantillons prélevés au hasard présentaient cependant des valeurs voisines des moyennes guinéenne ou américaine.

Dans la suite de notre raisonnement, nous supposons donc que les deux unités U.G. et U.A. sont représentées dans le stock étudié.

En premier lieu, nous nous proposerons de vérifier si le stock peut être constitué par le mélange d'individus provenant des deux seules unités U.G. et U.A. Remarquons que d'après le critère du χ^2 les distributions théoriques de A2b' peuvent être supposées

semblables à celles de U.G. et U.A. : normale pour le nombre de branchiospines, distribution de Poisson pour l'indice $Lcpl / Max$.

PREMIÈRE HYPOTHÈSE : Mélange de U.G. et de U.A.

Une telle hypothèse ne peut être retenue : un simple examen des distributions de fréquences (fig. 18 p. 51, et tableau P p. 111) indique que, quelles qu'en soient les proportions respectives, le mélange de ces deux unités ne pourrait permettre des fréquences aussi élevées de la classe $x = 30$ (nombre de branchiospines) et de la classe $x = 4$ ($Lcpl / Max$). Une indication supplémentaire est fournie par la variance du caractère-nombre de branchiospines ($\sigma^2 = 1,54$) qui est plus petite que la limite inférieure de U.A. et de U.G. (1,60 et 1,56).

On est amené à admettre la présence d'une troisième unité qui serait l'élément dominant et dont la moyenne $Lcpl / Max$ aurait une valeur égale ou voisine de 4 ($x = 4$). Or, parmi les échantillons atlantiques dont nous disposons, nous avons trouvé deux échantillons tropicaux — provenant l'un des Iles du Cap-Vert, l'autre de l'Angola — qui présentent entre eux les mêmes caractéristiques (même moyenne branchiospinale, même variance) et dont la moyenne $Lcpl / Max$ est justement égale à 4.

Nous avons désigné cette troisième unité par les initiales U.T. (unité tropicale). Ses caractéristiques sont les suivantes : (tableaux M et N pp. 187-188 fig. 18).

<i>Nombre de branchiospines</i>		<i>U.T.</i>
Moyenne.....	$M_B = m_0 =$	30,29
Limites de la moyenne.....	$=$	$\left\{ \begin{array}{l} 30,14 \\ 30,44 \end{array} \right.$
Variance.....	$\Sigma e^2 = \sigma_0^2 =$	1,41
Limites de la variance.....	$=$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,19 \\ 1,71 \end{array} \right.$
Écart-type.....	$\Sigma e = \sigma_0 =$	1,19
<i>Indice $Lcpl / Max$.</i>		
Moyenne.....	$\left\{ \begin{array}{l} M_x = 4 \\ X = 2,53 \end{array} \right.$	

DEUXIÈME HYPOTHÈSE : Mélange de U.T., U.A. et U.G.

Recherche des poids n_1 (U.T.), n_2 (U.A.), n_3 (U.G.) :

Caractère étudié : nombre de branchiospines.

Parmi les combinaisons possibles pour une moyenne $M_B = 30,27$ nous avons retenu celle qui nous donne approximativement la même variance observée, et qui permet le meilleur ajustement de la distribution des fréquences (tableau Q p. 191).

0,85 U.T. + 0,10 U.A. + 0,05 U.G. ($M_B = 30,28$; $\sigma^2 = 1,55$).

Ce qui nous donne les poids : $n_1 = 230$, $n_2 = 27$, $n_3 = 13$.

Caractère étudié : indice $Lcpl / Max$ (test de contrôle).

Avec l'unité U.A.B' retenue pour la population américaine, le critère du χ^2 indique que les poids trouvés d'après l'étude du premier caractère ne sont pas incompatibles avec la distribution des fréquences $Lcpl / Max$ observées (tableau P p. 111).

Après correction de U.A.B', en considérant un apport de 25 % de U.T. dans l'échantillon témoin B' (pourcentage déduit de la moyenne branchiospinale : 29,94 au lieu de 29,82), on obtient un meilleur ajustement des fréquences observées ($\chi^2 = 7,66$, alors que la borne du χ^2 avec un coefficient de sécurité de 95 % est de 15,51 pour $v = 8$ degrés de liberté).

Cependant, la combinaison U.T. + U.A. + U.G. qui permet le meilleur ajustement est :
 $0,80 \text{ U.T.} + 0,15 \text{ U.A.} + 0,05 \text{ U.G.}$
 $n_1 = 216 \quad n_2 = 41 \quad n_3 = 13 \quad (M_x = 4,44 ; \bar{X} = 2,55 \quad \chi^2 = 3,67)$

Les poids déduits de la dernière combinaison donneraient pour le caractère : nombre de branchiospines, des valeurs très proches de celles calculées d'après nos observations ($M_B = 30,25 ; \sigma^2 = 1,59$).

c. — **Analyse des résultats du mois de mai 65.**

Paramètres des fonctions de distribution (tableaux T et U pp. 115-116).

— Nombre de branchiospines :

Moyenne.....	$M_B = m_0 =$	30,14
Variance.....	$\Sigma e^2 = \sigma_0^2 =$	1,69
Nombre d'individus observés	$= N =$	136

— Indice Lcpl / Max :

Moyenne.....	$\left\{ \begin{array}{l} M_x = 4,98 \\ \bar{X} = 2,58 \end{array} \right.$
Nombre d'individus observés	$= N = 131$

Recherche des poids n_1 (U.T.), n_2 (U.A.), n_3 (U.G.) :

Une bonne approximation de la distribution des fréquences observées aussi bien pour le nombre de branchiospines que pour l'indice Lcpl / Max, est donnée par les deux combinaisons (tableaux T et U p. 115-116 et fig. 18).

$0,60 \text{ U.T.} + 0,35 \text{ U.A.} + 0,05 \text{ U.G.}$	$M_B = 30,15 ; \sigma^2 = 1,76 ; \chi^2 = 3,11$
$n_1 = 81 \quad n_2 = 48 \quad n_3 = 7$	$M_x = 5,12 ; \bar{X} = 2,585 ; \chi^2 = 3,89$
$0,65 \text{ U.T.} + 0,30 \text{ U.A.} + 0,05 \text{ U.G.}$	$M_B = 30,175 ; \sigma^2 = 1,72 ; \chi^2 = 3,29$
$n_1 = 88 \quad n_2 = 41 \quad n_3 = 7$	$M_x = 4,95 ; \bar{X} = 2,58 ; \chi^2 = 5,02$

d. — **Analyse des résultats de mois d'avril 65 :**

La faible variance ($\sigma_0^2 = 1,32$) associée à une moyenne branchiospinale $M_B = 30,38$ semble indiquer que les individus composant le stock durant cette période (tout au moins dans les limites de notre échantillonnage) appartiennent tous à la population tropicale U.T. Résultat en accord avec l'analyse de la moyenne et de la distribution des fréquences du deuxième caractère Lcpl / Max : $M_x = 3,96 ; \bar{X} = 2,53 ; \chi^2 = 2,42$ (tableaux V et W p. 117 et fig. 18).

Nous avons conduit notre raisonnement en supposant la présence dans le stock étudié des deux unités U.A. et U.G. ; hypothèse qui n'est pas contredite par l'observation. On remarque cependant, en ne considérant que le caractère : nombre de branchiospines, que les valeurs calculées pour l'ensemble des observations d'avril à juin 65 et pour celles des mois d'avril et de mai, entrent dans les limites de sécurité des paramètres de la population tropicale définie par l'unité U.T.

De l'étude qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes : la majorité des thons qui composent le stock de la région guinéo-sénégalaise appartient à la même population que les thons des Iles du Cap-Vert (population tropicale nord-atlantique U.T.). Les fluctuations de la moyenne branchiospinale et de l'indice moyen Lcpl / Max ont vraisemblablement pour cause des apports sporadiques d'éléments provenant des populations guinéenne et américaine (en proportions variables suivant les saisons).

Discussion.

Le stock global de thons à nageoires jaunes de l'Atlantique comprendrait quatre populations : deux tropicales dont les caractéristiques sont semblables (l'une dans l'hémisphère nord, l'autre dans l'hémisphère sud), une guinéenne et une américaine.

Des quatre unités retenues, seules les U.T. présentent une répartition à peu près symétrique de l'indice L_{cpl} / Max (cf. fig. 18) pouvant également être représentée par une répartition normale. La répartition des U.A. et U.G. est nettement dissymétrique ; à cette particularité est associé un accroissement de la variance du caractère : nombre de branchiospines. L'écart à la normale des deux dernières unités semble indiquer qu'elles ne sont pas « pures ». On peut l'interpréter ainsi : le recrutement de la population guinéenne et de la population américaine comprendrait non seulement les larves issues des pontes faites sur place (golfe de Guinée et Méditerranée américaine), mais également un certain pourcentage de larves provenant des deux populations tropicales (parages des Iles du Cap-Vert dans l'hémisphère nord ; eaux tropicales sud-atlantiques — région du courant sud-atlantique et sud-équatorial dans l'hémisphère sud) — cf. carte p. 4.

Une telle interprétation est en accord avec la nature des courants permanents de l'Atlantique. Elle justifie la grande homogénéité signalée dans notre étude morphologique. Elle expliquerait enfin les différences trouvées dans le nombre de branchiospines.

W. L. KLAWE et SHIMADA ont en effet montré que le nombre de branchiospines augmente jusqu'à la métamorphose pour se stabiliser ensuite. Il n'est pas déraisonnable de penser que le temps mis pour atteindre ce stade varie avec la température : à une eau plus froide correspondrait un temps plus long et, par conséquent, la formation d'un nombre plus élevé de branchiospines.

On n'a d'autre part jamais signalé à la surface de la mer des bancs de jeunes *N. albacores* dans les tout premiers stades de leur développement (hormis les spécimens capturés de nuit à la lumière).

Quelle est alors la couche marine subprofonde la plus susceptible de satisfaire aux exigences des larves et alevins ? Ce pourrait être le niveau supérieur de la thermocline aux endroits de grande convergence des courants superficiels. Sa stabilité relative empêcherait de plus une trop grande dispersion des œufs et des larves.

Nous savons que la thermocline dont le niveau supérieur est à 20-70 mètres dans l'est de l'Atlantique, plonge jusqu'à 150-200 mètres de l'océan. La couche du maximum de salinité qui occupe ce niveau a une température variant de 23° C à 26° C dans l'ouest-atlantique, et de 19° C à 22° C dans la partie orientale du même océan. Une telle différence pourrait être la cause des différences morphologiques observées.

CONCLUSIONS DE LA PREMIÈRE PARTIE

La première partie de cette étude est consacrée aux caractères morphologiques du thon à nageoires jaunes de l'Atlantique.

Avant d'aborder la biologie et l'écologie de cette espèce, il était indispensable de savoir s'il existait un ou plusieurs groupements individualisés (populations ou races) et, dans le dernier cas, d'en définir les limites d'habitat.

Pour ce faire, nous avons comparé les observations effectuées en diverses parties de l'océan :

ATLANTIQUE ORIENTAL. — Golfe de Guinée (baie de Biafra et côte du Gabon — Congo jusqu'au parallèle 5° S ; côte de la Guinée ex-française).

— Régions tropicales nord et sud : Sénégal Cap-Vert et Angola.

OUEST-ATLANTIQUE. — Méditerranée américaine (Golfe du Mexique et régions avoisinantes).

Dans le chapitre I, une analyse détaillée de la croissance relative des différentes parties du corps (douze caractères ont été retenus) donne un aperçu de leur mode de croissance et des valeurs respectives de chaque caractère. Elle permet de conclure à une grande homogénéité du point de vue morphologie externe. Des différences apparaissent cependant dans certaines proportions : c'est ainsi que nous avons pu mettre en évidence le fait que les thons du Golfe de Guinée ont un tronc caudal relativement plus long et une tête légèrement plus petite que ceux de l'ouest-atlantique.

L'examen des droites de régression fait apparaître, à partir de certaines tailles, des changements d'allométrie.

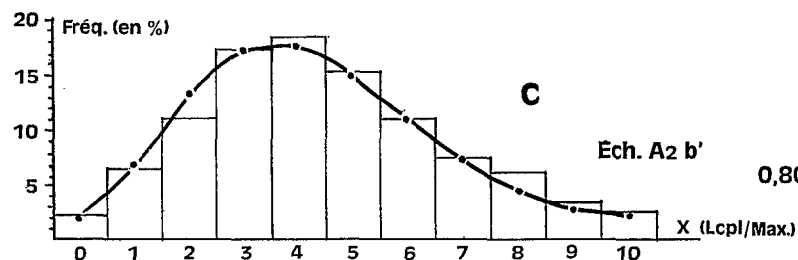
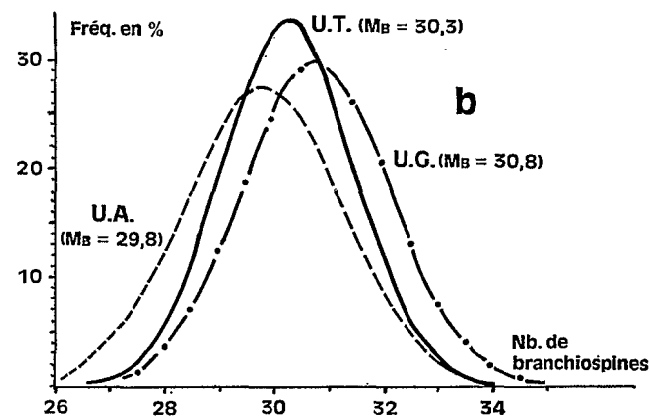
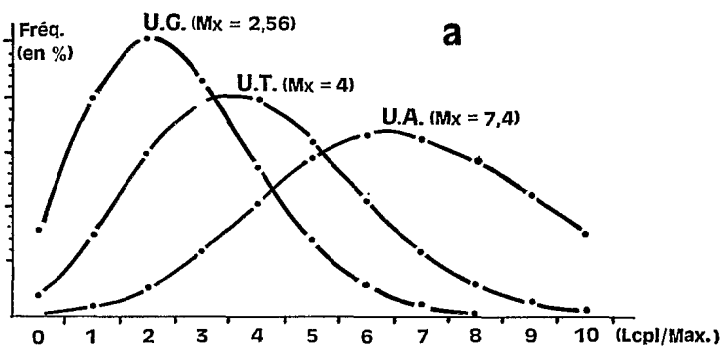
Dans le chapitre II, l'étude des deux caractères, nombre de branchiospines et longueur relative du maxillaire supérieur (indice L_{cpl} / Max), nous amène à rejeter l'hypothèse d'une population unique et à supposer l'existence dans l'Océan Atlantique, de quatre groupements (populations ou sous-populations) :

- une population guinéenne fréquentant les eaux du complexe guinéen (domaine du contre-courant équatorial) ;
- une population américaine (Méditerranée américaine et région avoisinante) ;
- deux populations tropicales (l'une dans l'hémisphère nord, l'autre dans l'hémisphère sud) qui présentent entre elles les mêmes caractères morphologiques et sont liées aux masses d'eaux tropicales : courants nord et sud — atlantiques.

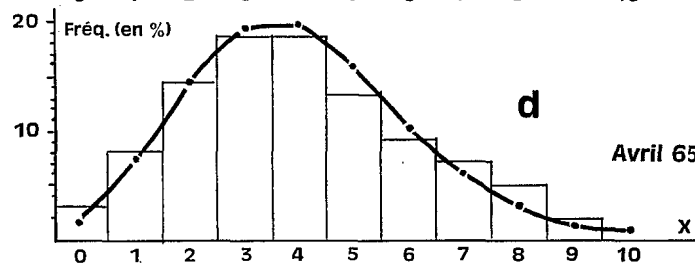
L'analyse de la variance et de la distribution des fréquences des deux caractères étudiés laisse supposer des échanges entre les populations : le recrutement des populations américaine et guinéenne comprendrait non seulement des larves issues des pontes faites sur place (Golfe de Guinée et Méditerranée américaine) mais également un certain nombre de larves provenant des populations tropicales.

Les stocks des régions limitrophes telles que l'Angola et les régions guinéo-sénégalaise sont composés principalement par des thons appartenant aux populations tropicales. Ils recevraient cependant un apport non négligeable d'individus provenant des deux autres populations.

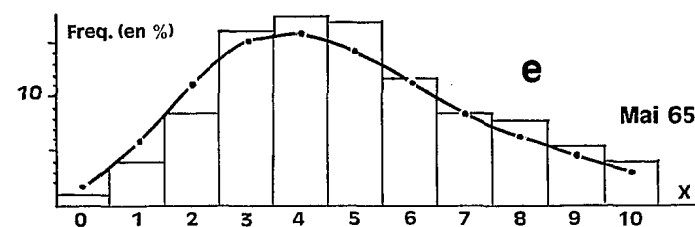
Fig. 18. — a — Courbes théoriques des distributions de fréquences du rapport : $Lcpl / Max.$
 U. T. = populations tropicales (nord et sud atlantiques).
 U. A. = population américaine.
 U. G. = population guinéenne.
 b — Courbes théoriques des distributions de fréquences du caractère : nombre de branchiospines.
 — de c à e — Étude d'un stock : région guinéo-sénégalaise. Ajustement de courbes théoriques aux fréquences observées (les proportions de U. T., U. A. et U. G. ont été déduites de la distribution du caractère : nombre de branchiospines.)



$$0,80 \text{ U.T.} + 0,15 \text{ U.A.} + 0,05 \text{ U.G.}$$



$$100 \% \text{ U.T.}$$



$$0,65 \text{ U.T.} + 0,30 \text{ U.A.} + 0,05 \text{ U.G.}$$

DEUXIÈME PARTIE

BIOLOGIE

Nous commencerons par l'examen du processus d'évolution des gonades. Cette évolution varie suivant l'âge du poisson. Aussi, avant d'étudier les cycles sexuels et les cycles de ponte au sein de la population, ferons-nous une courte digression pour établir les tailles correspondant à chaque groupe d'âge.

III. Évolution des gonades (Ovogénèse - Maturation)

A. — PROCESSUS D'ÉVOLUTION

Nous ne nous occuperons que des ovaires, l'examen des testicules beaucoup plus difficile pouvant conduire à des conclusions erronées.

Dans notre introduction, nous avons cité les travaux relatifs à ce sujet : ceux de E. POSTEL pour la région du Cap-Vert, de M. L. P. DA FRANCA pour l'Angola, et de J. DUCROZ pour le Golfe de Guinée. Nous basant sur l'étude histologique faite par ce dernier (avec qui nous avons travaillé en collaboration étroite), nous essaierons de donner une vue synoptique des transformations subies par la gonade et la cellule germinative.

CHEZ L'IMMATURE D'UNE TAILLE INFÉRIEURE À 50-55 CM.

« L'ovaire n'est tout d'abord qu'un tube grêle rempli de tissu mésenchymateux au sein duquel se trouvent des cellules germinatives disposées à la périphérie de l'organe près de son enveloppe ».

C'est le stade I S de SCHAEFER et ORANGE. Le sexe est indéterminable.

CHEZ LE JEUNE D'UNE TAILLE SUPÉRIEURE À 55 CM.

« De la couche interne de cette enveloppe naissent des cloisons fibroconjonctives longitudinales qui s'enfoncent dans le mésenchyme en direction du centre de l'ovaire, en refoulant les cellules germinatives. Après division, ces cellules donnent naissance à des oogonies qui se divisent également ».

Aspect extérieur de la gonade : Filament étiré contenant des oogonies primaires dont le diamètre ne dépasse pas 30 μ .

Cytologie : Le cytoplasme présente une grande affinité chromatique. Le noyau, très développé, possède un nucléole et un réseau chromatique formé de filaments monoliformes croisés. L'idiosome n'est pas apparent, il se confond avec la masse cytoplasmique.

C'est le **stade I**, caractérisant les immatures dont les gonades ont entamé le processus d'ovogénèse qui se poursuit de la façon suivante :

— « Les travées fibro-conjonctives émettent des nervures secondaires qui refoulent à leur tour la couche germinative. Il se forme ainsi des arborisations simples supportant des oocytes en ordre épithélioïde plissé ».

Aspect extérieur de la gonade : Petite masse renflée à son sommet, de quelques centimètres de longueur. Couleur orange-rosé à rosé-clair. Aspect uniforme ; les œufs ne sont pas apparents.

Cytologie : Les cellules les plus évoluées ont de 30 à 50 μ . Dans le noyau, toujours un nucléole et un réseau chromatique formé de filaments épaissis et contournés. Autour du noyau, présence d'un idiosome en un ou deux fragments. (Fig. n° 19).

État représentant le **stade II**, atteint par 50 % des individus ayant une taille de 60 cm.

Stade III.

« Le mésenchyme central commence à se rétracter. Il se sépare des plis. Quelques traînées conjonctives le rattachent aux creux des plis, seuls points où demeurent des groupes d'oogonies en voie de multiplication. La couche germinative est alors réduite à ces groupes. Le reste est constitué d'oocytes en évolution ».

Aspect extérieur de la gonade : accroissement en volume et en longueur (elle atteint le tiers ou la moitié de la cavité viscérale). Sa membrane est encore mince. Sa couleur d'un rose-orangé.

Cytologie : Le mode des diamètres des plus grands oocytes est compris entre 50 et 80 μ . Le cytoplasme est granuleux et basophile. La membrane cytoplasmique est mince. Le noyau est limité par une membrane apparente. Il contient plusieurs nucléoles ; le réseau chromatique est formé de plusieurs filaments ou de granulations.

L'idiosome augmente de volume et se morcelle en 3 ou 4 fragments (Fig. n° 20).

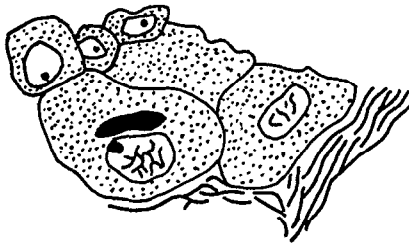
Seuls les individus d'une taille supérieure à 80 cm dépassent la première phase du stade suivant.

Stade IV.

« Par suite de l'activité des derniers flots germinatifs, de nouvelles rangées d'oocytes apparaissent. Le mésenchyme finit par disparaître, libérant les feuillets chargés d'œufs. La glande est ainsi pourvue d'une lumière centrale. En coupe, les arborisations se transforment en massifs de cellules, foliacés, creusés d'échancrures et de canaux profonds et étroits, autrefois occupés par le mésenchyme. Les flots germinatifs ont disparu. Il ne se forme plus d'oocytes ».

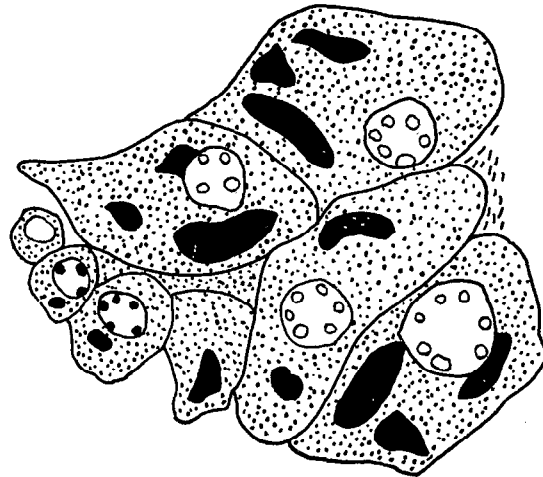
Aspect extérieur de la gonade : elle occupe plus de la moitié, en longueur, de la cavité viscérale. Les œufs sont apparents et donnent, à la coupe, un aspect granuleux. La couleur est jaune-orangé.

Cytologie : A côté d'oocytes ayant atteint un diamètre variant entre 80 et 100 μ , on note, outre les oocytes primaires provenant des derniers flots germinatifs, l'apparition



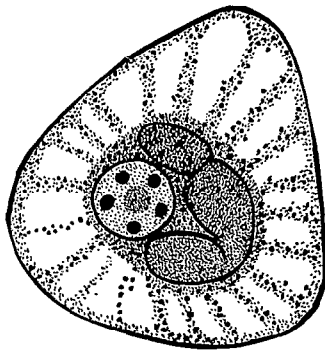
Stade II

Fig. 19. — Stade II.

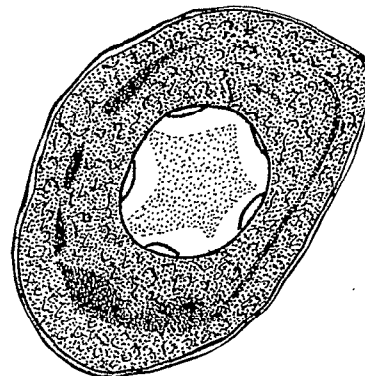


Stade III

Fig. 20. — Stade III.



1^{re} phase



2^e phase

Stade IV

(d'après J. DUCROZ, 1964)

Fig. 21. — Stade IV, 1^{re} phase, 2^e phase.

de cellules de grande dimension à cytoplasme clair (diamètre égal ou supérieur à 150 μ).

Des transformations importantes se produisent au sein de la cellule.

Dans un premier temps, le chondriome se rassemble en couronne autour du noyau envoyant de fins prolongements vers la périphérie, concentrant tous ses éléments autour du noyau et le long de ces tractus. La cellule prend ainsi l'aspect d'une toile d'araignée.

Puis, l'idiosome devient diffus, il y a perte de chromophylie du cytoplasme, lequel prend un aspect granuleux et est envahi par des goutelettes (huileuses d'après WHEELER, 1924) d'abord diffuses qui se différencient dans les plus gros oocytes.

Dans le noyau, les nucléoles se sont plaquées contre la membrane nucléaire, laquelle se déchire en plusieurs fragments. (Fig. n° 21).

Stade V.

« Par suite du développement des oocytes, le volume de la glande augmente. Elle finit par occuper une part importante de la cavité viscérale, refoulant les organes digestifs ».

Structure de la gonade : Ce stade est caractérisé par l'augmentation de volume des ovocytes dont les plus évolués ont un diamètre dépassant 300 μ .

Cytologie : La membrane cytoplasmique s'est épaissie par multiplication des couches.

La membrane nucléaire n'est plus apparente. Les grains du réseau chromatique se multiplient.

Les amas vitellins ont envahi le cytoplasme.

Un simple examen extérieur de la gonade rend difficile la différenciation de ce stade de la fin du précédent.

Stade V-VI. ou pré-ponte.

Il s'agit certainement de la classe VI de POSTEL (Nous préférons réserver la dénomination de stade VI pour la ponte).

Celui-ci n'est en effet, que le développement ultime du stade précédent. L'œuf a atteint son plein développement, mais ne peut encore être évacué car l'épithélium folliculaire ne s'est pas rompu.

Aspect extérieur de la gonade : Très distendue, le membrane s'est amincie. En pressant suffisamment fort, on fait sortir des amas d'œufs.

Cytologie : La seule différence avec le stade précédent est l'apparition de grosses vacuoles claires (certainement lipidiques) autour du noyau.

Stade VI. Ponte.

Les éléments de l'épithélium folliculaire se dissocient, libérant ainsi les œufs.

Nous n'avons jamais pu l'observer chez des thons capturés à la surface, ce qui laisse supposer que la ponte s'effectue dans des couches plus profondes.

« L'ovaire s'affaisse, se rétracte. Il ne contient plus que des ovules résiduels n'ayant pas atteint la maturité, et des œufs mûrs, atrétiques, dont l'assise folliculaire donnerait naissance aux oocytes du cycle suivant (selon WHEELER) ».

B. — RAPPORT GONADOSOMATIQUE

Une telle échelle, basée sur les différents états de l'œuf et de la glande au cours de leur maturation, doit être — pour être utilisable dans la pratique — doublée d'un critère plus facile à déterminer. C'est ce qui a été fait pour bien d'autres poissons, et pour le

thon lui-même, en utilisant le rapport gonadosomatique : rapport entre le poids des gonades et le poids du corps. (RGS : poids des gonades / poids du corps). Cependant, cette méthode présente l'inconvénient de ne pas être toujours réalisable dans les conditions difficiles où le technicien peut être appelé à travailler. Elle exige, en effet, l'emploi de deux balances : l'une pour le poids du corps, l'autre, de précision et par conséquent délicate, pour les gonades. Or, les observations sont faites bien souvent à bord des bateaux de pêche dont l'équipage est — cela se comprend — fort peu soucieux de l'état des testicules ou des ovaires des poissons qu'ils ramènent à bord. La cadence de pêche est parfois telle, qu'elle demande une évacuation rapide vers les cales, chambres à congélation ou viviers congélateurs. La pesée des pièces encombrantes est alors peu commode et gêne la manœuvre. Aussi avons-nous cherché à lui substituer une méthode plus rapide qui fasse appel non plus à des mesures de poids mais à des longueurs et des volumes. On a vite fait de mesurer un poisson et de prélever ses organes.

Notre nouveau rapport gonadosomatique rgs est défini par la relation entre le volume des gonades et la longueur du corps :

$$\text{rgs} = \frac{\text{Volume des gonades (en cc)}}{\text{Cube de la longueur du corps (en cm)}} \times 10^4$$

Dans un premier temps, une étude histologique nous avait permis de définir les valeurs des volumes correspondant à chaque stade.

Il nous a toutefois paru intéressant de pouvoir comparer nos données avec celles des auteurs qui mentionnent le rapport gonadosomatique R.G.S. Aussi avons-nous établi la relation entre les deux rapports (rgs et RGS).

Régression rgs / RGS en fonction du degré de maturité de la gonade.

Trois phases peuvent être distinguées (cf. fig. 22) :

— Une première phase correspondant au début de l'ovogénèse. Les valeurs du rapport gonadosomatique sont inférieures à :

$$\text{rgs} = 0,38 ; \text{RGS} = 0,2$$

La droite de régression de Y en X (Y = rgs ; X = RGS) a pour équation :

Y = 1,9 X + 0,0034.	Nombre d'individus observés : n = 70 Moyennes : $\left. \begin{array}{l} M_x = 0,094 \\ M_y = 0,182 \end{array} \right\}$ Variance : $\sigma_x^2 = 0,00259$ Covariance : $\dots p = 0,00493$ Indice de régression : $bY / X = \frac{p}{\sigma_x^2} = 1,9$
---------------------	---

Nous avons situé le début du stade II au moment où apparaissent, dans la gonade, des ovocytes dont le diamètre est supérieur à 30 μ . Les valeurs moyennes calculées du rgs et du RGS sont :

$$\text{rgs} = 0,165 ; \text{RGS} = 0,085$$

— A la deuxième phase, qui correspond à la fin de l'ovogénèse et à l'activité du cytoplasme (élaboration des protéines), les valeurs du rapport gonadosomatique sont comprises entre 0,38 et 1,67 pour le rgs et entre 0,2 et 1,0 pour le RGS.

La droite de régression de Y en X a pour équation :

$$Y = 1,6 X + 0,07$$

$$\left| \begin{array}{l} n = 41 \\ M_x = 0,44 \\ \sigma_x^2 = 0,0486 \\ p = 0,0787 \end{array} \right.$$

$$M_y = 0,77$$

C'est à la fin de cette phase que se situe le début du grand accroissement des ovocytes, avec l'apparition de gouttelettes lipidiques (?) : valeurs moyennes de rgs et RGS = 1,03 et 0,6.

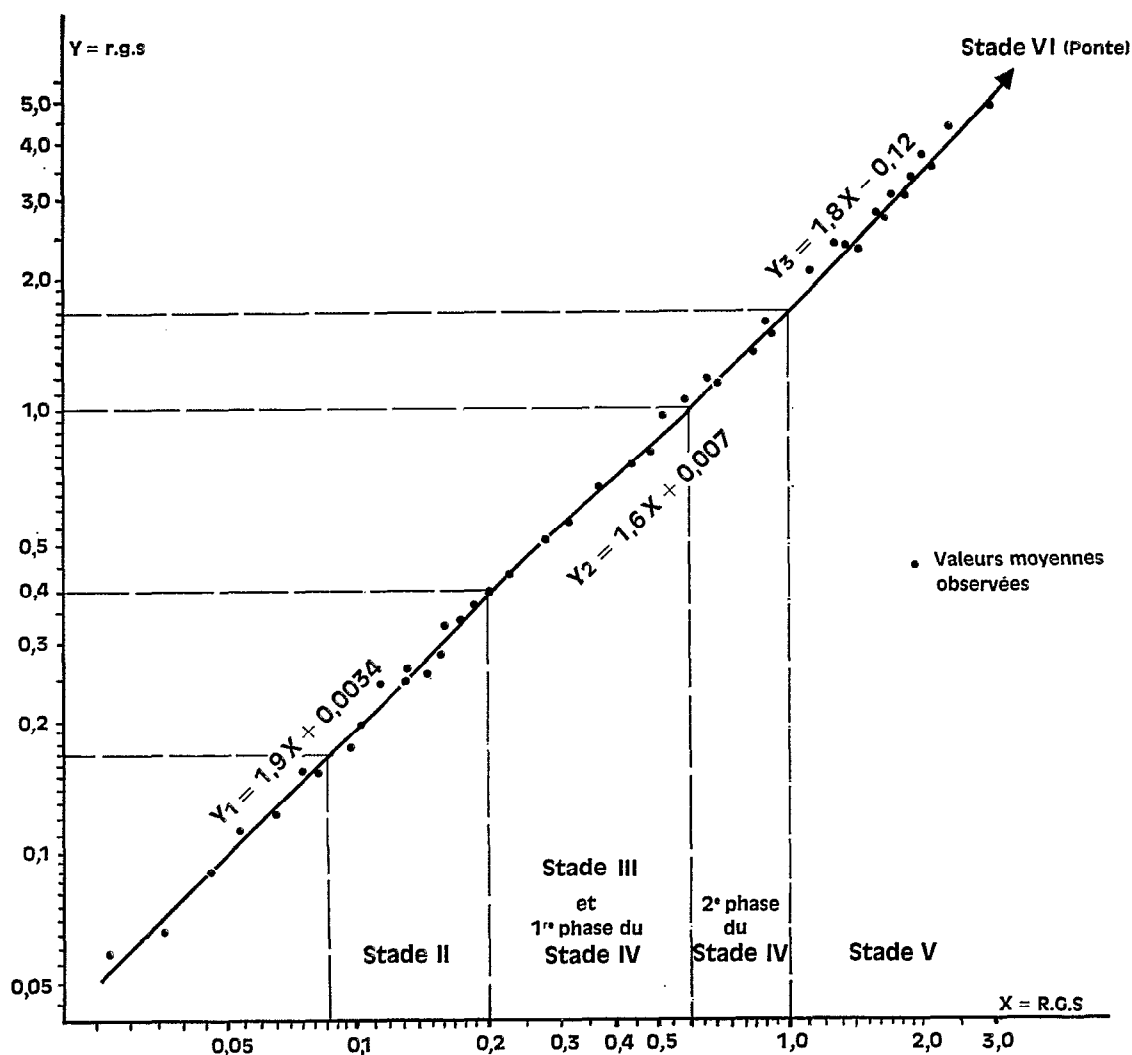


Fig. 22. — Évolution du rapport gonado-somatique. Relation entre R. G. S. poids et rgs volume.

$$\text{en ordonnées, rgs} = \frac{\text{volume des gonades (en cc)}}{\text{cube de la longueur du corps (en cm)}} \times 10^4$$

$$\text{en abscisses, RGS} = \frac{\text{poids des gonades}}{\text{poids du corps}} \times 10^2$$

— Le grand accroissement des ovocytes et l'accumulation des réserves (formation du vitellus) constituent la dernière phase qui aboutit à la ponte. Lorsque le rapport gonadosomatique a atteint une valeur de 4,4 (rgs) ou 2,5 (RGS), des œufs peuvent être expulsés par simple pression de l'abdomen du poisson.

Équation de la droite de régression :

$$Y_s = 1,8 X - 0,12. \quad \left| \begin{array}{l} n = 26 \\ M_x = 1,62 \\ \sigma_x^2 = 0,2155 \\ p = 0,3895 \end{array} \right. \quad My = 2,80$$

En résumé, on peut schématiser l'évolution des gonades de *N. albacores* de la façon suivante :

— *Petit accroissement des ovocytes :*

1 Stade II : début de l'ovogénèse :

$$\begin{array}{l} 0,165 \leq \text{rgs} < 0,38 \\ 0,085 \leq \text{RGS} < 0,20 \end{array}$$

2 Stade III et première phase du stade IV : Élaboration des protéines, fin de l'ovogénèse.

$$\begin{array}{l} 0,38 \leq \text{rgs} < 1,03 \\ 0,20 \leq \text{RGS} < 0,60 \end{array}$$

— *Grand accroissement :*

1 Stade IV (2^e phase) :

$$\begin{array}{l} 1,03 \leq \text{rgs} < 1,67 \\ 0,6 \leq \text{RGS} < 1,0 \end{array}$$

2 Stade V : accumulation des réserves (vitellus).

$$\begin{array}{l} 1,67 \leq \text{rgs} < 4,4 \\ 1,0 \leq \text{RGS} < 2,5 \end{array}$$

3 A partir de 4,4 (rgs) et 2,5 (RGS) : stades V-VI (pré-ponte) et VI (ponte).

En possession de cette échelle de maturité, nous sommes prêts à suivre l'évolution sexuelle de notre thon au cours de sa vie. Mais il nous faut auparavant déterminer son âge.

IV. Age, croissance

La détermination de l'âge par la « lecture » des écailles ou des vertèbres est malaisée chez les Thonidés.

On est ainsi amené à utiliser la méthode de PETERSEN en notant les variations des classes modales au cours de l'année.

Comme l'indiquait si justement POSTEL (1955 b), « le principe est excellent lorsque la période de ponte est courte et la population homogène... On conçoit que l'étirement de la période de ponte modifie la simplicité de la répartition... ».

C'est ce que nous observons chez *N. albacores*. Mais, si les pontes sont échelonnées dans l'année, on note un maximum en juillet-août-septembre dans l'hémisphère nord, et en février-mars-avril dans l'hémisphère sud. On peut penser que les modes qui apparaissent dans un diagramme longueurs-fréquences correspondent à ces maximums, et que les différences entre ces modes représentent bien des différences d'âge de un an.

1. — APERÇU DE LA STRUCTURE DES POPULATIONS DANS LA PARTIE ORIENTALE DU GOLFE DE GUINÉE (BAIE DE BIAFRA — GABON — CONGO).

Les 688 thons qui ont servi à établir les diagrammes ont tous été pêchés par nous au cours de diverses campagnes de prospection.

Février-mars-avril est la seule saison où toutes les classes de ponte sont représentées et où les conditions sont comparables d'une année à l'autre.

Des différences sensibles dans les groupes de tailles apparaissent en septembre-octobre et novembre. Ces différences peuvent être attribuées à la sélectivité des moyens de capture employés. Deux modes de pêche ont été utilisés : appât vivant et canne en octobre 57, lignes de traîne en 59.

Compte tenu de cette restriction, on constate que les deux catégories dominantes au cours de l'année sont : celle dont la taille est comprise entre 50 et 80 cm, et celle dont la longueur du corps est supérieure à un mètre. Les poissons de 80 cm à 100 cm, par contre, ne se rencontrent qu'en nombre limité.

Évolution des prises au cours de l'année.

Au mois de janvier, les prises sont composées principalement de thons de petite taille, immatures. Les reproducteurs ont sans doute entrepris leur migration de reproduction. On ne trouve plus que des individus à un stade de maturité avancé.

En février-mars-avril, les classes les mieux représentées sont celles dont la longueur

est comprise entre 50 et 65 cm, le mode étant compris entre 55 et 60 cm. Trois autres groupes peuvent être distingués :

- le premier a un mode entre 80 et 85 cm ;
- le deuxième a un mode entre 110 et 120 cm (limites : 110 et 125 cm) ;
- le mode du troisième est à 135-140 cm.

En août, les immatures sont représentés par la classe modale de 60-65 cm. Nous retrouvons également la première classe de reproducteurs (80-95 cm).

Dès le mois de septembre et jusqu'en décembre deux groupes importants — en plus des immatures — : l'un bimodal de 95 à 120 cm, l'autre plurimodal de 120 à 180 cm.

2°. — DÉTERMINATION DE L'ÂGE-CROISSANCE.

Nous ne possédions pas de données suffisantes pour suivre l'évolution des groupes d'âge dans le temps. Cependant, dans un diagramme où toutes les classes d'âge sont représentées, on peut considérer comme probable le fait que le taux moyen de croissance annuel est fourni par les écarts entre les modes des différents groupes.

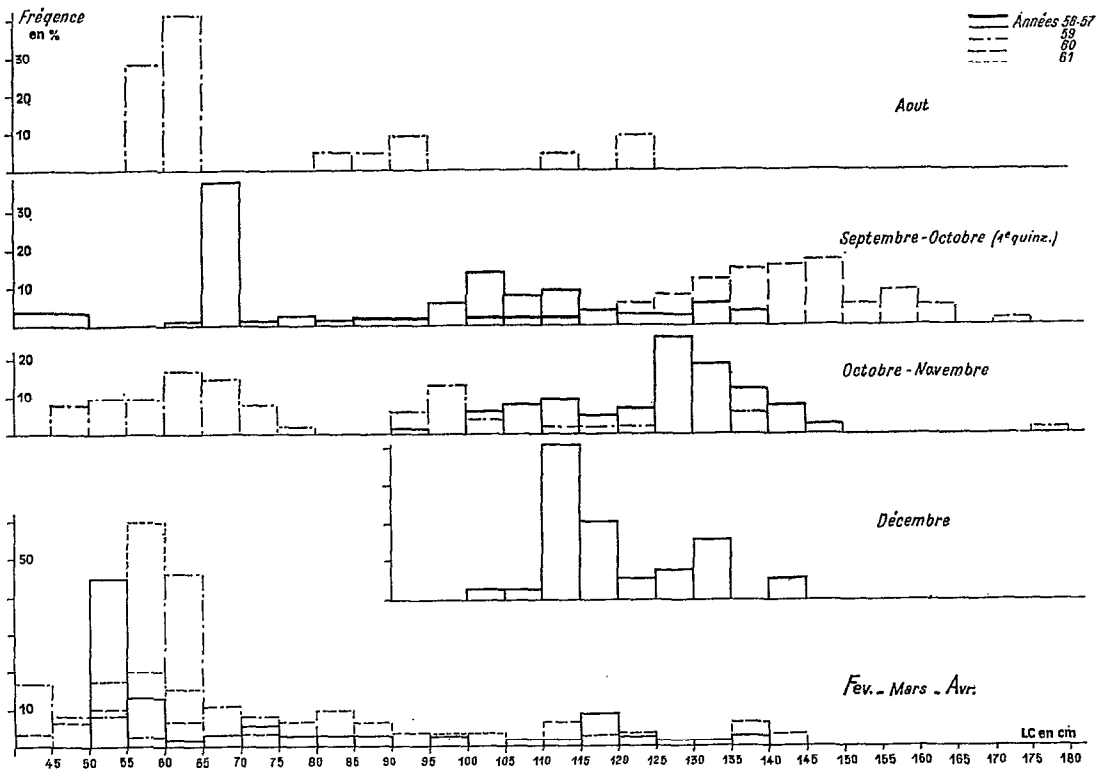


Fig. 23. — Diagrammes de répartition des Tailles suivant la saison. - Golfe de Guinée (Baie de Biafra ; côtes du Gabon et du Congo).

en abscisses = longueur du corps en cm.
en ordonnées = fréquence exprimée en %

Prenons comme exemple la période allant de février à avril (Fig. 23), période du maximum de pontes dans le Golfe de Guinée. Les classes modales observées sont donc supposées représenter les tailles à la fin d'un cycle annuel de croissance.

Le plus jeune groupe a un mode compris entre 50 et 65 cm (de 50 à 55 en 1957, de 55 à 60 cm en 1960 et 1961, 60 à 65 cm en 1959). Nous retiendrons 55-60 cm comme taille atteinte à la fin du premier cycle de croissance.

Si nous nous basons sur le schéma de l'année 1960 qui est le plus complet, nous obtenons :

2^e mode entre 80 et 85 cm, soit une croissance de 25 cm durant le deuxième cycle de croissance ;

3^e mode entre 110 et 115 cm, soit une croissance de 30 cm durant le troisième cycle de croissance ;

4^e mode entre 135 et 140 cm, soit une croissance de 25 cm durant le quatrième cycle.

3°. — COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS OBTENUS DANS LA RÉGION GUINÉO-SÉNÉGALAISE (POPULATION TROPICALE NORD)

Nous avons retenu le diagramme du mois de mai 65 (Fig. 23 bis) qui présente l'avantage d'être basé sur un nombre suffisant d'observations (nombre d'individus observés : 384) et où la totalité des classes de 45 à 180 cm est représentée.

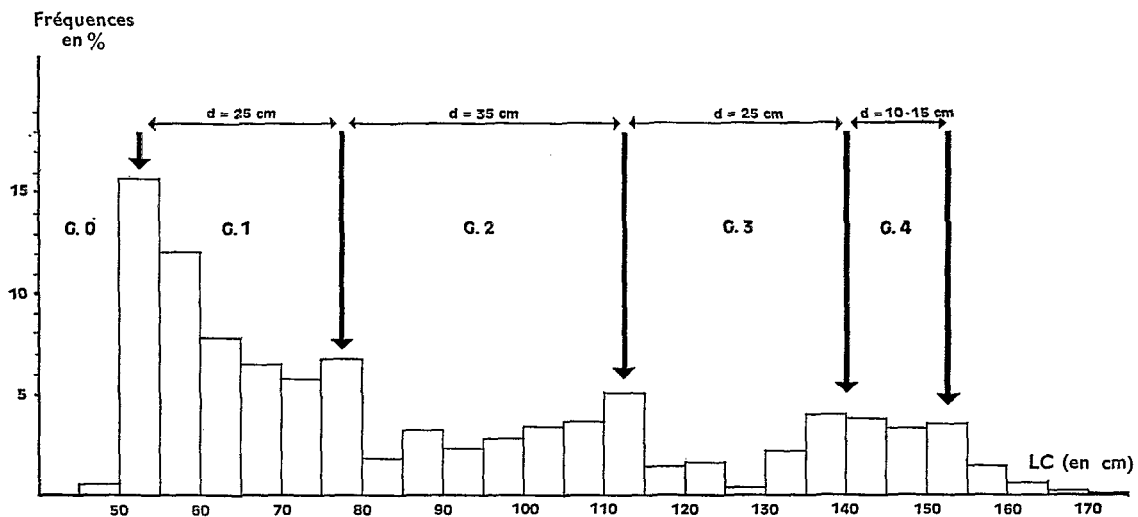


Fig. 23 bis. — Diagramme de répartition des Tailles. (Stock de la région guinéo-sénégalaise. Avril-Mai-Juin 65).
en abscisses = longueur du corps en cm.
en ordonnées = fréquence exprimée en %.

Le maximum de ponte étant situé en juillet-août-septembre, la plus jeune classe modale est supposée ne pas avoir encore tout à fait terminé le premier cycle de croissance.

Cinq modes principaux apparaissent, ayant pour valeurs successives :

- 50-55 cm ;
- 75-80 cm, soit une croissance de 25 cm durant le deuxième cycle.
- 110-115 cm, soit une croissance de 35 cm durant le troisième cycle.
- 135-145 cm (moyenne : 140), soit une croissance de 25 à 30 cm durant le quatrième cycle.
- 150-155 cm, soit une croissance de 10 à 15 cm durant le cinquième cycle.

La population tropicale semble avoir la même croissance que la population guinéenne.

En résumé, les tailles des différents groupes d'âge peuvent être évaluées comme il suit :

De 0 à 1 an	G0	taille inférieure à 55-60 cm.
— 1 à 2 ans	G1	— 55-60 cm < LC < 110-120 cm.
— 2 à 3 —	G2	— 80-85 cm < Lc < 110-120 cm.
— 3 à 4 —	G3	— 110-120 cm < LC < 135-145 cm.
— 4 à 5 —	G4	— 135-145 cm < LC < 150-155 cm.

Pour être confirmés, ces résultats demandent à être complétés par une étude évolutive des classes modales au cours de l'année. Ils présentent cependant une grande similitude avec ceux de YABUTA et YUKINAWA (1959) et HENNEMUTH (1961) concernant les thons de la région tropicale et équatoriale du Pacifique oriental.

V. Cycles sexuels, pontes

A quel âge se situe la première activité des glandes sexuelles, à quelle taille les *N. albacores* sont-ils adultes et capables de se reproduire ?

Deux séries d'observations ont été faites, concernant d'une part la population du Golfe de Guinée, d'autre part celles de la région du Cap-Vert.

Pour la première série, le stade sexuel avait été évalué d'après l'aspect de la gonade en fonction de l'échelle donnée par l'examen histologique.

Dans la deuxième série, ces évaluations ont été précisées par le rapport gonadosomatique.

A. — POPULATION DU GOLFE DE GUINÉE

1° — PREMIÈRE MATURITÉ ET PREMIÈRE PONTE.

Dans le tableau B (p. 65), les jeunes ont été groupés par classes d'intervalle de 5 cm. Pour chaque classe ont été calculés les pourcentages de stades II et III, c'est-à-dire de gonades qui présentent un début d'activité sexuelle.

On constate qu'à partir de la classe 80-85 cm (constituée en majorité par des thons ayant 2 ans révolus), on ne trouve plus un seul immature. On peut considérer qu'à partir de cette taille, tous les thons de la population ont atteint leur maturité.

Ce n'est donc qu'à deux ans révolus, et à une taille supérieure à 85 cm que le *N. albacores* guinéen sera en état de procréer. Afin de déterminer à quelle époque il était susceptible d'effectuer sa première ponte, nous avons cherché à suivre l'évolution des gonades chez les individus dont la taille est comprise entre 80 cm et un mètre. Malheureusement, la première classe de ponte est très mal représentée dans les couches de surface. A partir des stades III et IV elle entreprend déjà sa migration de reproduction sans doute vers des couches plus profondes. Aussi, sommes-nous conduits à l'interprétation suivante :

Nous avons deux groupes : l'un au stade III qui disparaît dès la fin novembre et qui est supposé pondre dans le courant de la saison chaude en février-mars-avril.

L'autre au stade III-IV en mars qui disparaît en avril et qui doit probablement pondre pendant la saison froide : en juillet-août-septembre.

Les valeurs de mai-août concernent des individus de plus de 90 cm de longueur qui viennent certainement de pondre (gonades rétractées et commençant un deuxième cycle, cf. tableau B-2).

Nous aurions ainsi deux époques de ponte pour les premiers géniteurs : une de printemps (juillet-août-septembre), et une d'été (février-mars-avril).

Fig. 25 — État sexuel des femelles des groupes 2, 3, 4... suivant la saison (Golfe de Guinée).

en abscisses = stades sexuels.

en ordonnées = fréquence exprimée en %.

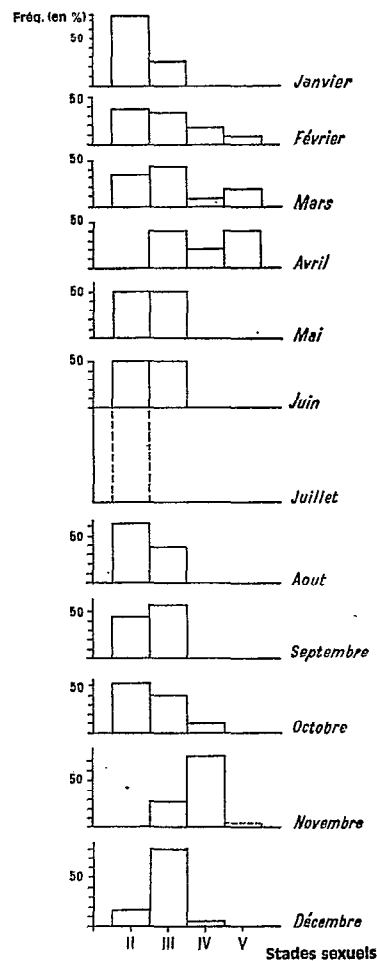


Fig. 24 — Pourcentage des femelles au stade II chez les jeunes du groupes I.

en abscisses = longueur du corps en cm.

en ordonnées = fréquence exprimée en %.



Comme l'indique la fig. n° 24, l'évolution du taux d'apparition de glandes présentant un début d'activité sexuelle, n'est pas régulière. On a un pourcentage anormalement élevé de jeunes au stade II (et au stade III, d'après le rapport gonadosomatique — voir plus loin) entre les tailles de 60 à 75 cm. Nous nous étions à l'origine, demandé pourquoi

TABLEAU B

1°. — Jeunes-Première maturité

Classes Int. 5 cm	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	Nb
St. I	100 %	89 %	66 %	58 %	57 %	25 %	0 %	145
II	0	11 %	34 %	42 %	43 %	75 %	60 %	45
III	0	0	0	0	0	0	40 %	2
Nb	40	55	50	24	14	4	5	192

2°. — Première ponte (G. 2)

3°. — Deuxième ... pontes (G. 3, 4)

Mois	II	III	IV
Sept...	100 %	0	0
Oct....	62 %	38 %	0
Nov...	0 %	100 %	0
Déc....	—	—	—
Janv...	100 %	0	0
Fév....	78 %	22	0
Mars....	29 %	57	14
Avril..	—	—	—
Mai....	50 %	50	0
Juin...	100 %	0	0
Juil...	100 %	0	0
Août...	75 %	25	0
Nb....	37	20	1

Mois	II	III	IV	V	Nb. indiv.
Sept...	44 %	56 %	0	0	18
Oct....	51 %	40 %	9 %	0	43
Nov...	0	27 %	73 %	1 %	15
Déc....	16 %	80 %	4 %	0	25
Janv...	75 %	25 %	0	0	4
Fév....	38 %	35 %	18 %	9 %	34
Mars....	33 %	42 %	8 %	17 %	12
Avril..	0	40 %	20 %	40 %	5
Mai....	50 %	50 %	0	0	6
Juin...	75 %	25 %	0	0	4
Juil...	100 %	0	0	0	2
Août...	63 %	37 %	0	0	8
Total... (indiv.)	65	77	25	7	174

cette précocité et pourquoi les gonades ne poursuivent pas régulièrement leur évolution vers la maturité ? Tout se passe en effet comme si le processus qui déclenche la maturation touchait trop tôt certains individus précoces. Cette particularité, nous l'avons retrouvée chez les thons de la région du Cap-Vert. En réalité, d'après ce que nous a appris l'étude histologique, l'évolution de la gonade subit un arrêt à la phase d'ovogénèse. Nous avons là le phénomène de la puberté (ce que certains changements d'allométrie signalés dans la première partie de notre étude nous indiquaient déjà). Les jeunes du groupe 1, dans leur deuxième année d'existence, sont donc des thons pubères.

2° — DEUXIÈME, TROISIÈME... PONTES.

En novembre, les gros thons pesant plus de 30 kg et dont la taille est supérieure à 120 cm, sont déjà à un stade de maturité avancé. Alors qu'ils formaient une bonne part des captures durant le mois de septembre et le début d'octobre, ils disparaissent en grande partie dès la deuxième quinzaine d'octobre. Pour ces classes âgées, la migration de reproduction débute donc en octobre et la ponte, ou tout au moins une première série d'émission d'œufs, doit se faire à la fin de l'année.

Durant le mois de février-mars-avril, on trouve, d'une part des individus de 15 à 30 kg (groupe 3 surtout) au stade V (donc proches de la ponte), d'autre part des thons de différentes classes (surtout des gros) dont les gonades ont évacué soit une partie soit la totalité de leurs œufs et se sont rétractées (stade VII-II ou IV).

En mai et juin, les seuls individus capturés présentaient des glandes au repos ou au début d'un nouveau cycle sexuel.

Ceci, dans la partie orientale du Golfe de Guinée. Dans sa partie occidentale, au large des côtes de la Guinée par exemple, des thons de plus de 115 cm (groupes 3, 4...etc) appartenant à la population « guinéenne » sont pêchés en avril-mai-juin, qui présentent des gonades à un stade de maturité avancée (V et V-VI).

On peut, pour l'instant résumer l'activité sexuelle des *N. albacores* du Golfe de Guinée de la façon suivante :

Groupe 2 — 2 périodes de ponte : juillet-août-septembre et février-mars-avril.

Groupes 3, 4 etc... — Première émission en octobre-novembre-décembre, dernière émission en avril-mai-juin.

Le maximum de pontes se situerait en février-mars-avril.

B. — POPULATIONS DE LA RÉGION DU CAP-VERT

E. POSTEL (1955 b), dans une étude de l'évolution du rapport gonadosomatique de l'ensemble de la population, obtenait deux maxima : l'un en juillet, l'autre en décembre ; ce qui laissait supposer deux périodes de ponte, l'une pendant l'été boréal, l'autre plus tardive en automne-hiver.

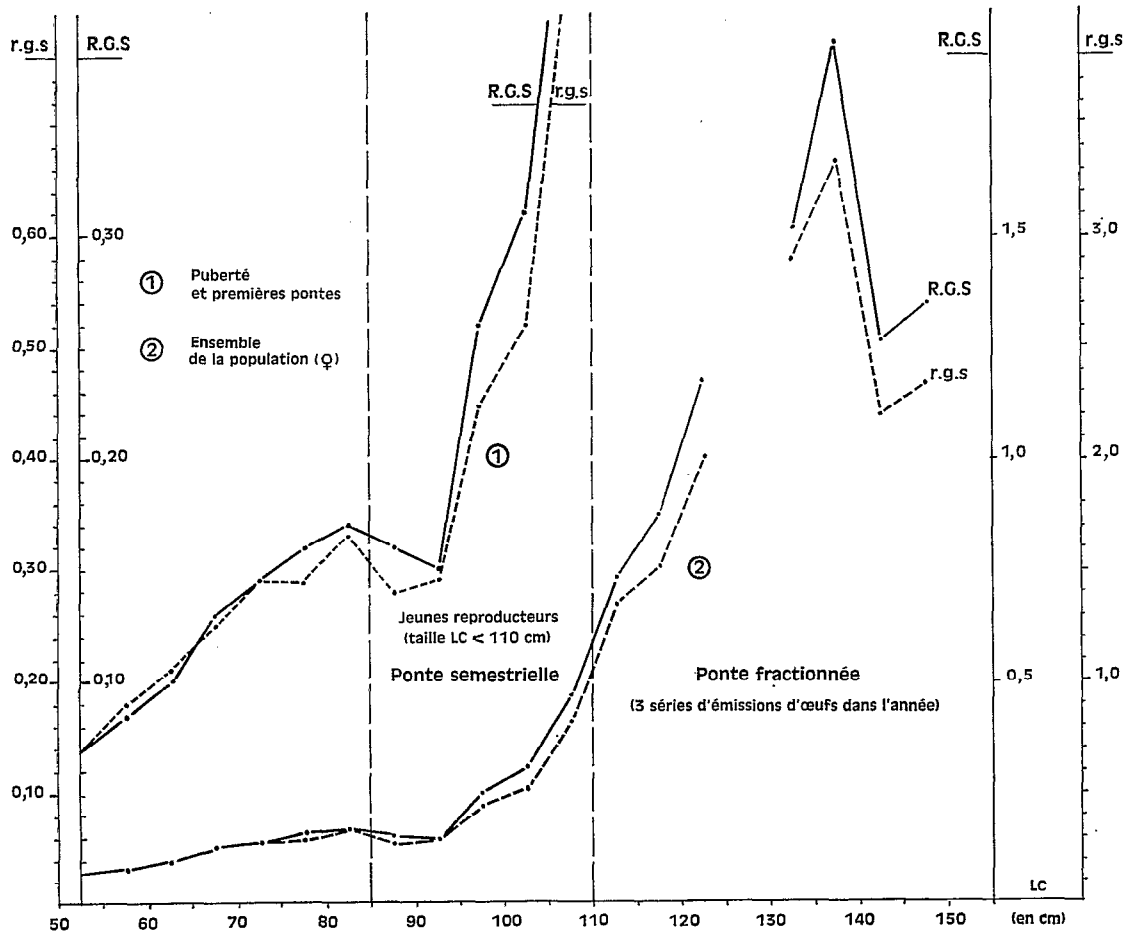


Fig. 26 — État sexuel des femelles suivant la Taille (thons de la région guinéo-sénégalaise. Avril-Mai-Juin 65).

en abscisses = longueur du corps en cm.

en ordonnées = valeur moyenne du rapport gonadosomatique (en trait plein = RGS-poids ; en pointillé = rgs-volume).

L'échelle à la droite de la figure se rapporte à la courbe (2).

L'échelle à la gauche de la figure se rapporte à la courbe (1).

Nous-même, au cours des observations de routine sur les thons pêchés durant les campagnes saisonnières, avons remarqué qu'en octobre-novembre-décembre et en avril-mai-juin, les thons d'une taille supérieure à 100-115 cm étaient à un stade de maturité avancée, proche de la ponte.

Pour plus de précision, une série de mesures a été faite aux mois d'avril-mai et début juin, période où l'étalement des classes est plus vaste. Le rapport gonadosomatique a été calculé et le stade sexuel noté pour tous les individus répartis en classes de tailles d'intervalle 5 cm.

De la Fig. 26 et du tableau C (p. 67-68), on peut tirer les enseignements suivants :

- le rapport gonadosomatique augmente avec la taille ;
- durant la période considérée (avril-mai-juin), seules les classes âgées, ayant atteint ou dépassé 3 ans (G. 3, G. 4 etc...), ont des gonades dans un état de maturité suffisamment avancé pour la ponte. On constate d'ailleurs que le moment de la ponte est d'autant plus précoce que la taille est plus élevée.

TABLEAU C
État sexuel des femelles suivant la taille
(Thons de la région guinéo-sénégalaise) Avril-juin 65

Tailles (en cm)	Stades en %						Rapport gonado- somatique moyen		Nb. d'indiv. observés
	I	II	III	IV	V	VI	rgs	RGS	
50-55	64	36	0	0	0	0	0,14	0,072	11
55-60	45	55	0	0	0	0	0,18	0,085	11
60-65	40	53	7	0	0	0	0,21	0,10	15
65-70	40	30	30	0	0	0	0,25	0,13	10
70-75	33	34	33	0	0	0	0,29	0,14	9
75-80	13	49	38	0	0	0	0,29	0,16	8
80-85	17	17	66	0	0	0	0,33	0,17	6
85-90	30	40	30	0	0	0	0,28	0,16	10
90-95	25	50	25	0	0	0	0,29	0,15	4
95-100	20	20	50	10	0	0	0,45	0,26	6
100-105	0	25	75	0	0	0	0,52	0,31	4
105-110	0	0	17	83	0	0	0,82	0,47	6
110-115	0	0	33	34	33	0	1,34	0,73	6
115-120	0	0	20	60	20	0	1,51	0,87	5
120-125	0	0	34	0	66	0	2,05	1,17	3
125-130	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130-135	0	0	0	34	66	0	2,89	1,51	3
135-140	0	0	0	0	87	13	3,32	1,93	8
140-145	0	0	0	43	57	0	2,19	1,26	7
145-150	0	0	0	33	67	0	2,33	1,34	6
Total									138

— La même anomalie constatée chez la population « guinéenne » se retrouve pour les individus des classes 60-65 à 70-75 cm : phénomène de la puberté.

— A partir de la classe 80-85 cm, on note une nette discontinuité dans l'évolution du rapport gonadosomatique moyen. La classe de 85-90 cm présente même un rapport légèrement plus faible que celui de la précédente. Ceci tient au fait que près de la moitié des individus observés dans cette classe ont des gonades vides, rétractées, l'autre moitié étant au début d'un deuxième cycle d'évolution. Pour eux donc, la ponte (*première ponte*) a été réalisée récemment. Un faible pourcentage de femelles de 80 à 85 cm présente d'ailleurs les mêmes signes.

— de 95 cm à 110-115 cm, le degré d'évolution de la gonade est d'autant plus élevé que la taille est plus grande. Cela veut dire que l'activité de l'ovaire a repris plus tôt, ou encore que l'évacuation des œufs s'est faite plus tôt. Si l'on situe vers avril la dernière ponte, il est permis de supposer que les jeunes reproducteurs du groupe G.2 (entre 2 et 3 ans) ont pondu pendant la période printanière de février à avril. On voit que la maturation de leurs gonades a repris de nouveau et qu'une deuxième émission d'œufs aura lieu vraisemblablement en été, en juillet-août-septembre et peut-être octobre pour les plus jeunes (maximum du rapport gonadosomatique d'E. POSTEL).

REMARQUE :

Avant de pousser plus avant notre analyse il est nécessaire de mettre l'accent sur une particularité de structure interne des gonades à partir d'un certain âge, (fin de la troisième année), qui correspond à une taille de 100-115 cm. Cette particularité apparaît d'ailleurs très bien dans l'étude de M.L.P. DA FRANCA (1959) sur les thons de l'Angola.

Chez les jeunes reproducteurs (jusqu'à une taille de 110-115 cm) les fréquences de diamètres des ovocytes se répartissent suivant une distribution bimodale : nous avons en général deux groupes d'ovocytes ; un groupe poursuivant son évolution vers la maturité, c'est-à-dire dépassant le stade IV, et un autre groupe, le plus important, ne dépassant pas le stade IV. Cela signifie que seule une partie des œufs sera capable de poursuivre son évolution, les autres subiront le phénomène de l'atrésie et serviront de matériel de base pour une prochaine évolution sexuelle et une prochaine ponte. Après une série d'émission unique, les ovaires se vident complètement et reviennent aux stades de départ I et II.

A partir d'un certain âge, vers la fin de la troisième année, le processus évolue. La répartition des œufs de différents diamètres se fait suivant une courbe tri- ou plurimodale. Lorsque le groupe d'ovocytes le plus évolué atteint le stade de la ponte, la gonade renferme un second groupe d'ovocytes qui ont déjà atteint la deuxième phase du stade IV et appelés à poursuivre leur évolution vers la maturité. Pour les femelles âgées (de 3 ans à 5 ans), la ponte comprendra plusieurs séries d'émissions d'œufs.

Compte-tenu de cette remarque et des observations rapportées plus haut, on peut admettre que la ponte des reproducteurs âgés se fait en trois temps : première émission à la fin du printemps et au début de l'été (avril-mai-juin), deuxième émission en été (juillet-août-septembre), troisième émission à la fin de l'été et en automne (octobre-novembre-décembre).

On constate que la maturation des gonades obéit à l'influx saisonnier.

En résumé, si la ponte est très étalée dans le temps pour l'ensemble de la population, on a, comme pour les thons « guinéens », (mais avec un décalage de 6 mois), un maximum en été, période où l'on observe le plus grand nombre d'émissions d'œufs puisque toutes les classes de ponte sont représentées. Cet étalement explique pourquoi, en toutes saisons, on retrouve les mêmes modes et les mêmes moyennes de tailles chez les immatures.

C. — AUTRES RÉGIONS DE L'ATLANTIQUE

a. — Région tropicale de l'hémisphère Sud— Côte d'Afrique (Angola).

Bien que fragmentaire, l'étude de M. L. P. DA FRANCA (1959) donne des renseignements intéressants sur les populations des côtes de l'Angola.

On note une augmentation de l'indice gonadosomatique de mai à août.

Les classes âgées (dont la taille est supérieure à 115 cm) sont responsables de la valeur élevée du rapport gonadosomatique en juillet et août. Mais, comme le fait remarquer l'auteur, les ovaires observés ne présentent pas de signe de maturité ou de ponte. Les valeurs maximales du rapport gonadosomatique sont nettement inférieures à celles observées au Sénégal durant la même période.

Contrairement à ce que pensait M. L. P. DA FRANCA, nous retrouvons là non pas le cycle des populations du Sénégal, mais celui des thons « guinéens ». La maturité des gros thons sera atteinte, et la ponte effectuée, durant les mois d'octobre-novembre-décembre, comme dans le Golfe de Guinée.

La disparition de ces classes, à un stade assez éloigné de la maturité, indique qu'elles entreprennent assez tôt leur migration de reproduction.

b. — Ouest-Atlantique. Hémisphère nord : Méditerranée américaine.

Sur la côte américaine, nous disposons des observations d'auteurs américains concernant les thons du Golfe de Mexico et de la mer des Caraïbes.

Witold L. KLAWE et B. M. SHIMADA (1959) dans un lot de larves de thonidés capturées en juin 1954-55 par le navire de recherches M / V Oregon, pensent pouvoir rapporter à *N. albacores* (Bonnaterre) certains exemplaires (dans le texte : « *Thunnus argenteus* »).

BULLIS, HARVEY Jr. et F. J. MATHER (1956) signalent la capture de thons à nageoires jaunes sexuellement mûrs dans le Golfe de Campêche et le Nord du Golfe de Mexico, ainsi que des captures de formes juvéniles durant l'été et les premiers mois de l'automne.

Ainsi, les observations d'origines diverses concordent. Pour les populations de l'hémisphère nord, la saison de ponte comprend un maximum durant l'été boréal (maximum d'émission d'œufs) avec deux périodes secondaires : printemps (février-mars-avril), et automne (octobre-novembre-décembre). Pour les populations de l'hémisphère sud (race « guinéenne » et race américaine), la saison de ponte est décalée de 6 mois : maximum pendant l'été austral.

Ceci explique pourquoi dans une zone « charnière » telle que la région guinéo-sénégalaise, on trouve dans le stock, pendant les périodes d'avril-mai-juin et d'octobre-novembre-décembre, des thons âgés de plus de trois ans au stade de ponte et appartenant aux deux populations : guinéenne et tropicale nord.

On comprend aussi pourquoi les gros thons de plus de 3 ans n'apparaissent sur les côtes de l'Angola que durant la période allant de mai à septembre (migration de nutrition au moment de l'up-welling côtier) et disparaissent ensuite pour ne revenir que 8 mois plus tard (après la saison de ponte).

VI. Sex-ratio

Dans une étude dynamique des populations il est nécessaire de connaître le sex-ratio. C'est en effet du nombre des femelles que dépend celui des futures recrues.

En ce qui concerne les *N. albacores* de l'Atlantique, les renseignements dont nous disposons proviennent de deux sources :

— Nos propres observations dans la région du Cap-Vert (Sénégal-Guinée ; Iles du Cap-Vert), en grande partie pendant le premier semestre de l'année : de décembre à juin. Elles ont porté sur 982 individus des deux sexes.

— Les données d'E. POSTEL (1955 b), concernant les thons de la même région, mais d'après des observations faites en presque totalité durant le deuxième semestre de l'année (nombre d'individus dont le sexe a été noté : 252).

Pour l'ensemble de la population, sans considération de tailles ou de classes (et en admettant que notre échantillonnage est représentatif de la population), on obtient les proportions suivantes :

- 1^{er} semestre : 430 mâles pour 552 femelles, soit 44 % de mâles et 56 % de femelles.
- 2^e semestre : 141 mâles pour 111 femelles, soit 55 % de mâles et 45 % de femelles.

La proportion respective des deux sexes est donc inversée : en hiver-printemps-début de l'été, les femelles l'emportent sur les mâles (excédent : 12 %), alors qu'en été et en automne on capture plus de mâles que de femelles (excédent : 10 %).

Mais ceci ne nous donne aucun renseignement sur les fluctuations probables au cours de l'année et à l'intérieur de chaque groupe d'âge.

Aussi avons-nous repris nos résultats en les ordonnant tout d'abord par classes de longueur d'intervalle de 5 cm (55-60, 60-65, ...etc...), puis par groupes d'âge : G1 (thons de 1 à 2 ans : tailles de 55 à 80 cm) ; G2 (thons de 2 à 3 ans : 80 à 115 cm... etc...(voir tableaux D à G).

Ces tableaux nous donnent une idée des erreurs d'appréciation que l'on peut commettre lorsqu'on ne retient qu'une valeur globale dans un temps déterminé, sans faire état de la structure de l'échantillon.

Nous en avons tiré quelques exemples à titre indicatif :

1^o. — Erreur provenant de l'échantillonnage en un même lieu :

C'est le cas du mois d'avril 1965 (tableau C).

Si nous ne tenons pas compte des classes, le nombre total des mâles est supérieur à celui des femelles, dans la proportion de 37 pour 25, donc un sex-ratio à l'avantage des mâles.

Mais en faisant une étude détaillée de l'échantillon, on se rend compte que dans tous les groupes (de G1 à G4), le pourcentage des femelles est supérieur à celui des mâles.

Seuls les individus âgés d'une taille supérieure à 150 cm ne comprennent que des mâles.

L'erreur vient du fait que nous avons observé plus de thons appartenant à des classes âgées que de jeunes. Le résultat aurait été inversé si nous avions retenu plus de jeunes.

2°. — Erreur provenant de l'absence d'une classe dans un lieu déterminé.

Prenons l'exemple du groupe 1 de décembre-janvier (Sénégal-Guinée. Tableau F).

Le pourcentage des femelles de l'ensemble des individus du G. 1 s'élève à 54 %. En détaillant un peu plus, on remarque que dans la plus jeune classe (de 55 à 65 cm), les femelles font pratiquement défaut. Cela veut dire que, dans leur migration vers l'est au cours de leur première apparition dans les couches de surface, les mâles de la première classe ont atteint plus tôt la côte d'Afrique. On remarque, toujours dans cette classe, que les femelles sont mieux représentées aux Iles du Cap-Vert, c'est-à-dire un peu plus à l'ouest.

3°. — Erreur provenant de la complémentarité des échantillons issus de deux lieux différents.

Toujours dans le groupe 1, aux Iles du Cap-Vert, l'échantillon indique 46 % de femelles pour 54 % de mâles, c'est-à-dire le complément des valeurs trouvées dans l'échantillon de la côte d'Afrique (54 % de femelles pour 46 % de mâles). En réalité, si nous ne considérons que la classe la mieux représentée (celle de 65 à 75 cm), la proportion des femelles est supérieure (environ 3 femelles pour 2 mâles). Les deux échantillons observés appartiennent à la même population. Au cours de leur migration et au moment de la formation ou du regroupement des bancs où une part de hasard intervient (chasse des prédateurs, pêche), les proportions respectives de chaque sexe dans chaque groupement ont été bouleversées.

Ceci étant établi, nous avons calculé, pour chaque groupe d'âge et par mois, les pourcentages de femelles. Tout au moins pour les observations du premier semestre où nous possédions tous les éléments. Pour le deuxième semestre, si nous avons bien la répartition par classe, nous en ignorons les variations mensuelles. Aussi avons-nous situé le pourcentage moyen au point médian, de la période concernée, c'est-à-dire en août-septembre (milieu de l'été, maximum de ponte).

D'après la Fig. 27, il apparaît que les fluctuations varient suivant la catégorie d'individus : immatures, jeunes reproducteurs (G. 2), et reproducteurs âgés (G. 3, G. 4). Les femelles d'une taille supérieure à 150 cm ne sont présentes dans le stock qu'à la fin de l'année et au début de l'année suivante (décembre-janvier).

Les courbes représentatives de chaque groupe se font suivant une sinusoïde pour les immatures et une sinusoïde double pour les reproducteurs.

Prenons le cas de chacun :

— *G. 1* (immatures, thons pubères). Maximum observé en avril-mai-juin, minimum en août-septembre. Le pourcentage maximal des jeunes femelles précède donc de peu la période où l'on note le maximum de pontes ; le pourcentage minimal se situe dans cette période.

— *G. 2 — G. 3 — G. 4*. On retrouve les mêmes particularités qui ont été mises en évidence par l'étude de l'évolution sexuelle et des cycles de ponte.

Le sex-ratio des groupes *G. 2* et celui de *G. 3*, *G. 4* évoluent différemment.

Pour les jeunes reproducteurs (*G. 2*), le pourcentage des femelles présente deux minima correspondant aux deux périodes de ponte : le premier au printemps (2^e quinzaine de février-mars-avril), le deuxième en été (période médiane : août-septembre).

Avant d'aborder le cas des femelles âgées des groupes G. 3 et G. 4, signalons que la valeur donnée pour août-septembre ne doit être retenue que sous toute réserve, en raison du nombre restreint d'individus observés (9 femelles et 11 mâles en 6 mois), et qu'elle est plus vraisemblablement proche de celle obtenue pour le groupe G. 2. Le pourcentage

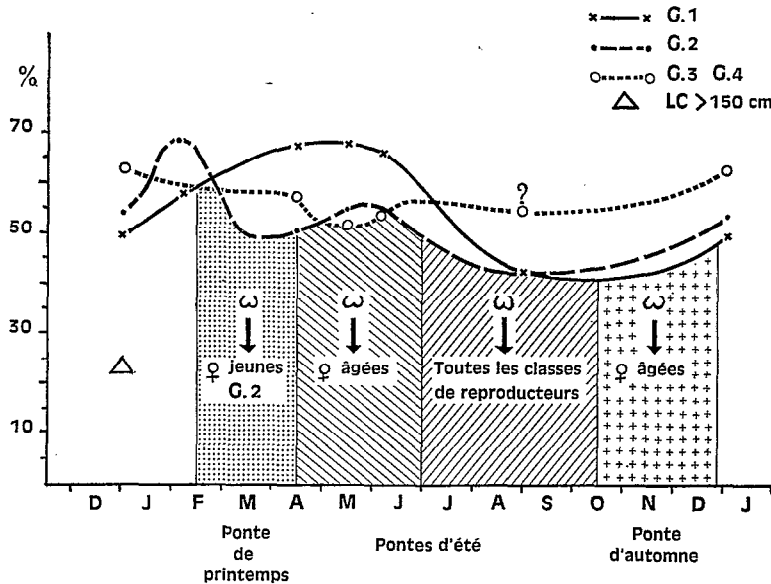


Fig. 27 — Fluctuations saisonnières — par groupes d'âge — du pourcentage des femelles (Région du Cap-Vert — Guinée)

des femelles accuse alors deux minima : l'un en mai, c'est-à-dire un mois et demi à deux mois après celui des jeunes reproducteurs, l'autre en août-septembre. On constate de plus un palier en février-mars-avril correspondant à la période où seules quelques classes âgées commencent leur saison de ponte.

L'étude du sex-ratio fait apparaître, chez *N. albacores*, un certain particularisme lié à la fois au sexe et à l'âge.

A quoi peut-on attribuer les variations observées, pourquoi les proportions respectives des deux sexes changent-elles au cours de l'année ?

En premier lieu, il paraît établi que ces fluctuations suivent le rythme des cycles de ponte.

Mais le nombre de mâles ou de femelles capturés traduit-il bien les proportions réelles du stock ? Ou doit-on plutôt penser que, selon l'état sexuel, le comportement vis-à-vis des engins de pêche est différent suivant le sexe ? Il serait intéressant pour cela de comparer le sex-ratio établi à partir d'individus pris à la senne tournante (engin en principe non sélectif) et celui déterminé d'après les thons pêchés à la ligne (engin sélectif).

D'après les résultats dont nous disposons, il semble que les variations soient imputables aux deux causes envisagées.

Prenons le cas des deux maxima des groupes G. 1 (mai) et G. 2 (début février) où le nombre des femelles l'emporte dans la proportion de 70 pour 30. Il est difficile d'admettre pour réelle une telle disproportion, qui proviendrait soit d'une voracité et d'une vigueur plus grandes des femelles dans la période précédant la ponte, soit de ce que nous avons appelé « l'effet de masse ». Ce terme demande à être précisé : lorsqu'un « clipper thonier » aborde une matée dense, compacte, il ne lui faut guère de temps pour « chauffer » le banc, et quelques poignées de sardines suffisent pour le maintenir à la même place.

Dans un bouillonnement d'écume, les thons se ruent sur les cannes et la pêche peut se prolonger durant vingt minutes, une demi-heure, une heure parfois... au même endroit, selon l'importance du banc. Si par contre (et c'est le cas durant le maximum de ponte), il n'a affaire qu'à de faibles concentrations éparses, il lui sera également possible de « lever » le banc comme précédemment, mais il ne pourra pas le « fixer ». Le pêcheur dira alors que le thon « boude l'appât » ; on assiste à une véritable course-poursuite et le bilan de la pêche est décevant, le total des captures ne correspondant pas à la quantité de poissons effectivement présents dans la zone prospectée. Pourquoi cette différence de comportement ? Il y a sans doute en partie, dans le deuxième cas, inhibition partielle du réflexe de prédation, mais il y a aussi et surtout suppression de l'entraînement collectif. Plus le banc sera dense, plus grande sera l'ardeur à la curée.

Supposons donc qu'à l'époque des concentrations précédant la ponte, la composition des mattes soit telle que les femelles se rassemblent en groupes compacts alors que les mâles se maintiennent en ordre dispersé, les uns à la périphérie, les autres au milieu des femelles. Dans ces conditions, il est possible que, au moment de la pêche, tout au moins dans les premiers instants, (l'emplacement des proies — appât — étant très localisé) la ruée des femelles tienne les mâles à distance, les empêchant de profiter pleinement du festin. Lorsque les rangs se seront clairsemés, l'effet de masse ne jouant plus, l'ardeur se dissipera et les thons abandonneront progressivement les lieux pour se regrouper plus loin. Avantage pour les femelles au début (si on peut parler d'avantage lorsqu'il s'agit de se faire prendre), chances égales ensuite, en définitive le résultat des captures accusera une prédominance de femelles.

Ceci n'est, bien entendu, qu'une hypothèse qui demande à être vérifiée.

Deuxième cause : l'absence d'un certain nombre de femelles sur les lieux de pêche, au moment de la ponte. Comme nous le verrons dans la troisième partie de notre étude, les frayères sont durant l'été, plus éloignées de la côte d'Afrique qu'au printemps. Or, c'est en été que le pourcentage de femelles est le plus faible.

Comparaison avec les résultats obtenus dans l'Océan Pacifique.

1. — Limite de taille selon le sexe.

D'après les données de DUNG et ROYCE (1953), reprises par POSTEL, sur le thon à nageoires jaunes du Pacifique, les femelles ne dépasseraient pas la taille de 160 cm. Résultat conforme à nos observations dans l'Atlantique où nous avons noté un maximum de 155 cm pour les femelles (région du Cap-Vert) et de 178 cm pour les mâles (Golfe de Guinée — Côte du Gabon).

2. — Variation du pourcentage des femelles.

Toujours d'après les données de DUNG et ROYCE (1953), le rapport du nombre des femelles à celui des mâles, sans tenir compte des classes d'âge, est d'environ $3/5$ chez *N. macropterus*. Ces résultats, qui concernent l'ensemble des thons capturés au cours de l'année, sont confirmés par d'autres auteurs, notamment OTSU (1954), d'après les observations faites aux Iles Hawaï.

LEGAND (1960), analysant le rapport des fréquences des sexes d'après ses propres données pour la Nouvelle Calédonie et celles d'OTSU pour les Iles Hawaï, remarque une tendance à un cycle annuel. Aucune mention des groupes ou classes d'âge n'est faite mais d'après l'allure des courbes produites par l'auteur, on peut supposer que, en ce qui concerne la Nouvelle Calédonie, il s'agit principalement de jeunes (immatures ou pubères) alors qu'aux îles Hawaï on a affaire, en presque totalité, à des reproducteurs (longues lignes).

Si les fluctuations du pourcentage de femelles chez les jeunes sont les mêmes dans les deux océans, on ne peut qu'être frappé par la différence considérable qui apparaît, chez les reproducteurs, entre les thons du Pacifique et ceux de l'Atlantique. Le minimum observé est de 20 %, le maximum de 40 %, ce dernier correspondant par conséquent au minimum observé dans l'Atlantique. Les conclusions de NAKAMURA (1949) pour les thons des Philippines et de SHIMADA (1951) pour les thons du Pacifique ouest-équatorial viennent confirmer cette différence.

Quelle peut en être la raison ? Invoquer pour cela un taux de mortalité naturelle des jeunes femelles plus élevé que chez les mâles n'est guère soutenable. Si le taux de mortalité est supérieur, ce ne peut qu'être accidentel (effet des prédateurs et de la pêche) et la raison doit en être cherchée dans une différence de comportement des deux sexes.

Deux hypothèses sont permises :

a. — La différence constatée entre les deux océans serait à mettre sur le compte des techniques de pêche atteignant des individus qui ne présentent pas le même état physiologique. Dans l'Atlantique, les observations dont nous disposons proviennent en totalité de la pêche de surface (appât vivant), intéressant donc des individus en migration de nutrition ou en rassemblements précédant la ponte.

Les données du Pacifique sont basées sur des captures faites aux « longues-lignes », c'est-à-dire sur les lieux de concentrations de ponte. Peut-être devons-nous y voir l'effet d'une inhibition de la recherche de la nourriture plus poussée, au moment de la ponte, chez les femelles que chez les mâles ?

b. — Dans les deux océans, le sex-ratio initial est le même, mais l'effort de pêche est relativement plus élevé dans le Pacifique que dans l'Atlantique.

Supposons, en effet, que la proportion des mâles par rapport aux femelles soit, chez les immatures, de 2/3 (2 mâles pour 3 femelles). Admettons, d'autre part, qu'à partir de la puberté et dans la période précédant les premières pontes, il y ait une légère différence de comportement entre les deux sexes (comme nous l'avons envisagé plus haut). Les femelles, plus « vulnérables » que les mâles, se feraient prendre plus facilement : dans la proportion de 3 pour 2 par exemple.

En partant d'un stock de mille poissons (mille immatures), nous avons, selon l'intensité de l'effort de pêche (ajoutée à celle des prédateurs), les résultats suivants :

— *Effort de pêche permettant la capture du quart du stock initial* (soit 250 thons).

Si le comportement des deux sexes était le même, le restant du stock comprendrait : 450 femelles et 300 mâles, c'est-à-dire que l'on retrouverait les proportions du départ (3 femelles pour 2 mâles).

Dans le cas de notre dernière hypothèse (différence de comportement), sur 250 poissons capturés, il y aurait 173 femelles et 77 mâles. Dans le restant du stock, après la pêche, nous n'aurions plus que 427 femelles (soit 57 %) pour 323 mâles (soit 43 %) au lieu de 60 % et 40 % initialement.

— *Effort de pêche permettant la capture de la moitié du stock initial* (500 thons).

Dans ce cas, au lieu de 300 femelles et 200 mâles, le restant du stock ne comporterait plus que 254 femelles pour 246 mâles, soit un sex-ratio à peu près égal à 1/1 (50 % de mâles pour 50 % de femelles).

— *Effort de pêche permettant la capture des 3/4 du stock initial* (750 thons).

Les proportions dans le restant du stock seraient alors : 81 femelles pour 169 mâles (Sex-ratio inversé à l'avantage des mâles : $M/F \neq 2/1$).

Nous ne disposons d'aucun renseignement concernant le sex-ratio des thons à nageoires jaunes pêchés aux longues-lignes dans l'Atlantique. Lui seul serait pourtant en mesure de nous permettre d'opter pour l'une ou pour l'autre hypothèse.

Si la seconde hypothèse s'avérait exacte, cela signifierait qu'une augmentation abusive de l'effort de pêche risquerait d'avoir des conséquences catastrophiques pour le thon à nageoires jaunes du Pacifique, et qu'il serait grand temps de s'en inquiéter.

TABLEAU D

Sex-ratio

Région du Cap-Vert. (d'après les résultats d'E. POSTEL, 1955 b).

Point médian de la saison : août-septembre

Age	Sexe	Fréquence		%
G. 1	M	76	57	57
	F			43
G. 2	M	56	43	57
	F			43
G. 3, G. 4	M	9	11	45
	F			55
Total	M	141	111	
	F			
% moy.		55	45	

Taille: Minimum observé :

M : 46,5 cm

F : 50 cm

Maximum observé :

M : 146 cm

F : 146,5

$T = 252$

Sex-ratio $M/F = 55/45$

Sex-ratio pour l'ensemble de la population sans considération d'âge
Période allant de décembre à juin (d'après M. ROSSIGNOL)

Mois	Sexe	Fréquence	
Déc. Jan.	M	225	275
	F		
Févr. (1 ^{re} semaine)	M	45	78
	F		
Avril	M	37	25
	F		
Mai	M	68	91
	F		
Juin	M	55	83
	F		
Total		430	552
		44 %	56 %

Taille: Minimum observé :

M : 51 cm

F : 50 cm

Maximum observé :

M : 166 cm

F : 155 cm

$T = 982$

Sex-ratio $M/F = 44/56$

TABLEAU E

Sex-ratio

Côte d'Afrique : Sénégal-Guinée — Année 1965

Age	Sexe	Avril			Mai			Juin			% moyen
		Fréquence		%	Fréquence		%	Fréquence		%	
G. 1	M	4		33	16		32	25		35	34
	F		8	67		33	68		45	65	66
G. 2	M	2		50	34		45	30		45	45
	F		2	50		42	55		38	55	55
G. 3, G. 4 (< 150 cm)	M	11		42	15		48	—		—	46
	F		15	58		16	52			—	54
G. 5, G. 6 (> 150 cm)	M	20		100	3		100	—		—	100
	F		0	0		0	0		—	—	0
Nb. Indiv. observés		37	25		68	91		55	83		
		T = 62			T = 159			T = 138			

Tailles maximales observées : Mâles : 166 cm, Femelles : 149 cm.

TABLEAU F

Sex-ratio

Fin décembre-janvier

Sénégal-Guinée				Iles du Cap-Vert			
Age	Sexe	Fréquence		%	Fréquence		% moyen
G. 1	M	28		46	29		54
	F		33	54		25	46
G. 2	M	108		46	9		50
	F		126	54		9	50
G. 3, G. 4	M	47		37	—		—
	F		81	63		—	—
G. 5, G. 6	M	4		80			80
	F		1	20		—	20
Nb. indiv. observés		187	241		38	34	
		T = 428			T = 72		

Tailles maximales observées : Femelles : 155 cm, Mâles 163 cm.

TABLEAU F (suite)
Répartition par classe d'âge (intervalle 5 cm)

1^o) Côte d'Afrique.

Classe	Fréquence		Classe	Fréquence		Classe	Fréquence	
	M	F		M	F		M	F
50-55			90-95	23	21	130-135	9	13
55-60	1	0	95-100	20	15	135-140	12	20
60-65	9	1	100-105	4	19	140-145	8	26
65-70	10	18	105-110	9	11	145-150	4	5
70-75	8	14	110-115	7	10	150-155	0	0
75-80	10	10	115-120	10	11	155-160	3	1
80-85	10	15	120-125	3	5	160-165	1	0
85-90	25	25	125-130	1	1			

2^o) Iles du Cap-Vert.

Classe	Fréquence	
	M	F
55-60	0	1
60-65	5	3
65-70	11	12
70-75	13	9
75-80	3	2

Classe	Fréquence	
	M	F
80-85	3	3
85-90	0	2
90-95	2	1
95-100	1	1

3°) *Classe 65-75 cm.* Répartition des sexes pour l'ensemble de la population (côte d'Afrique + Iles du Cap-Vert).

Sexe	Fréquence		Total	% moyen
	Sénégal-Guinée	Iles du Cap-Vert		
M	18	24	42	44
F	32	21	53	56

TABLEAU G

Sex-ratio

Sénégal-Guinée — *Mois de février*

Age	Sexe	Fréquence		%
G. 1	M	29		41
	F		41	59
G. 2	M	16		31
	F		35	69
G. 3, G. 4 (< 150 cm)	M	0		0
	F		2	100
Nb. indiv. observés		45	78	
		T = 123		

Répartition par classe d'âge (intervalle 5 cm)

Classe	Sexe	Fréquence	
60-65	M	3	
	F		2
65-70	M	13	
	F		21
70-75	M	13	
	F		18
75-80	M	4	
	F		16
80-85	M	5	
	F		6
85-90	M	1	
	F		3

Classe	Sexe	Fréquence	
90-95	M	4	
	F		4
95-100	M	1	
	F		3
100-105	M	1	
	F		2
105-110	M	0	
	F		1
110-115	M	—	
	F	—	
115-120	M	0	
	F		1
120-125	M	0	
	F		1

VII. Nutrition

L'examen du bol alimentaire des poissons permet de mieux comprendre leurs réactions devant les exigences du milieu. A condition, bien entendu, d'avoir une idée assez précise des particularités de ce milieu.

1°. — EXAMEN QUANTITATIF DES CONTENUS STOMACAUX.

Cinq cents estomacs ont été prélevés au cours de quatre années de campagne. Nous en avons retenu deux cent trente quatre pour l'évaluation quantitative du bol alimentaire.

L'indice de réplétion a été établi en fonction, non pas du volume des matières ingérées, mais du degré d'encombrement de l'estomac. Ainsi, le facteur I représente la poche stomacale entièrement remplie, mais non « bourrée ». Lorsque le muscle est distendu et présente une suralimentation évidente, nous avons utilisé, pour la facilité des calculs, le facteur moyen 2, bien qu'il puisse lui être supérieur ou inférieur. Un estomac incomplètement rempli est doté du facteur 0,5 ; 0,25... selon le degré de réplétion. Une telle évaluation, qui dépend de la justesse d'appréciation de l'observateur, n'a certes pas la précision d'une mesure physique. Mais la mesure exacte du volume ou du poids des aliments au moment de l'observation a-t-elle un sens et donne-t-elle une précision plus grande, étant donné que ce volume ou ce poids dépend étroitement du degré de digestion ? La même quantité de matière ingérée à des heures différentes présentera un volume différent. Nous retombons alors dans la même imprécision, à moins d'une ingestion ayant précédé de peu la capture du poisson. Aussi avons-nous jugé bon d'établir une échelle de digestion donnant l'heure approximative où l'aliment a été absorbé. Cette échelle, valable seulement pour les poissons avalés, comprend 4 stades :

- *stade 0* : les organismes sont intacts.
- *stade 1* : les écailles sont parties, la peau a subi l'action des sucs digestifs. Environ une heure après l'ingestion.
- *stade 2* : les éléments, réduits en morceaux, sont difficilement identifiables.
- *stade 3* : il ne reste plus qu'une bouillie qui est progressivement évacuée dans l'intestin.

Le tableau suivant résume les résultats de nos investigations. Il traduit nos deux soucis majeurs et répond assez parfaitement aux questions que nous nous sommes posées :

- la voracité des thons est-elle toujours aussi grande ? Se nourrissent-ils de la même façon à toutes les époques ou leur alimentation est-elle conditionnée par leur état sexuel ?

Mois	Indice moyen saison	Indice moyen mens.	Matin				9 h 00				12 h 00				16 h 00				Soir			
			Indice de réplétion	Degré de digestion en %				Indice de réplétion	Degré de digestion en %				Indice de réplétion	Degré de digestion en %				Indice de réplétion	Degré de digestion en %			
				0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3
Janvier...		0,75	0,54	83			17						2	100								
Février....		0,28	0,01 nb. d'ind. : 1		100			0,30 nb. d'ind. : 14	21,4	28,6	21,4							0,30 nb. d'ind. : 1			100	
Mars.....	0,41	0,58	0,71 nb. d'ind. : 8	37,5	12,5	50		0,64 nb. d'ind. : 11	36,4	63,6			0,41 nb. d'ind. : 5		20	40	40	0,53 nb. d'ind. : 19	42,1		21,1	10,5
Avril.....		0,26				40		0,32 nb. d'ind. : 11	9,0		45,5		0,20 nb. d'ind. : 4			75		0,43 nb. d'ind. : 15				13,3
				+60 % vides					+45 % vides					+25 % vides					+86,7 % vides			
Mai.....		0,63						0,25 nb. d'ind. : 2					0,67 nb. d'ind. : 3	33,3		66,7		0,83 nb. d'ind. : 3				
Juin.....	0,80	0,50	0,63 nb. d'ind. : 2	100									0,25 nb. d'ind. : 1	100								
Juillet....		(2)											2 nb. d'ind. : 1	100								
Août.....		0,81						0,81 nb. d'ind. : 24	58,4	20,8		8,3										
									+12,5 % vides													
Septembre.									25	22,7	11,4	4,5										
									+36,4 % vides													
Octobre...	0,53	0,53						0,55 nb. d'ind. : 44	50	50			0,50 nb. d'ind. : 2				100	0,47 nb. d'ind. : 16			43,7	50
																			+6,3 % vides			
Novembre.		0,50	0,40 nb. d'ind. : 10	40		20	10	0,75 nb. d'ind. : 12										0,30 nb. d'ind. : 10	70			10
				+30 % vides															+20 % vides			
Décembre..		(2)																2 nb. d'ind. : 1	100			

Nombre total d'individus observés : 234

— au cours de la journée, l'alimentation se fait-elle de préférence à certaines heures déterminées ?

a. — VARIATIONS AVEC LES SAISONS.

Un premier examen de l'indice de réplétion moyen saisonnier nous indique que la nutrition est toujours très active, sauf pendant les trois mois de la grande saison chaude : février, mars et avril. Or, cette période coïncide exactement avec le maximum de ponte de la majorité des individus constituant la population « guinéenne ». Doit-on attribuer cette faible valeur à un refus de nourriture, ou est-ce la conséquence de la pauvreté des eaux à l'époque considérée ? Une simple comparaison des indices moyens des deux saisons froides — janvier (petite saison froide) ; mai-juin — juillet-août (grande saison froide) — et des deux saisons chaudes de septembre à décembre (petite saison chaude) ; de février à mai (grande saison chaude) — incite à opter pour la deuxième hypothèse. L'indice plus élevé de janvier et de mai à août est dû en grande partie à une plus grande richesse des eaux froides ou plutôt des zones « frontales » bordant ces eaux : accumulation de formes planctoniques et concentrations de poissons qui s'en nourrissent. Le thon trouve alors dans les eaux superficielles une surabondance de nourriture, d'où suralimentation. Nous manquons de données quantitatives pour le mois de septembre, mois de transition où s'établit le passage du régime « benguélien » au régime « guinéen », mais nos observations qualitatives font supposer que le bol alimentaire est comparable en abondance à celui de mai.

En première analyse, l'activité alimentaire du *Neothunnus* dépendrait donc étroitement de la quantité et de la concentration d'organismes qu'il peut trouver. Cependant, si la différence entre les valeurs de l'indice moyen de réplétion des deux saisons chaudes, est significative, elle ne peut être justifiée par un écart semblable dans la richesse du milieu en matière vivante. Les bancs d'anchois plus nombreux durant la grande saison chaude devraient même inverser les valeurs. Le comportement des thons est d'ailleurs différent : alors qu'ils paraissent affamés durant la période allant de septembre à décembre, leur voracité diminue considérablement dans le premier trimestre de l'année : février, mars, avril. On peut même parler parfois de refus de nourriture ; le thon « boude l'appât ». Il semble qu'au moment de la ponte, la fonction sexuelle inhibe, tout au moins en partie, la fonction nutritive. Ceci explique l'indice relativement élevé du mois de mars (0,53 — voir tableau) où nous avons observé une proportion assez grande d'individus ayant déjà pondu.

Le plus remarquable est que le comportement des jeunes immatures est très voisin de celui des adultes. Mais, contrairement à ce que l'on peut observer chez ces derniers, si leur appétit est moins grand, ils n'en ont pas pour autant perdu leur réflexe de capture. La vue d'un objet « filant » entre deux eaux suffit à l'aiguiser. *C'est la raison de la supériorité de la pêche à la traîne sur la pêche à l'appât vivant durant cette saison*, tout au moins pour les jeunes individus.

b. — VARIATIONS AU COURS DE LA JOURNÉE.

Pour chaque individu, le degré de digestion et l'heure de capture ont été notés. Les résultats ainsi obtenus ont été répartis en quatre groupes correspondant aux différents moments de la journée. (Voir tableau p. 81).

- Matin : avant 9 heures.
- Jour : de 9 heures à 12 heures, et de midi à 16 heures.
- Soir : après 16 heures.

Les fréquences relatives des estomacs vides ou à des degrés de digestion différents de l'échelle ont été calculés pour chaque groupe.

Il ne semble pas que l'on puisse parler d'heures préférentielles. L'activité de nutrition se fait sentir à tout moment de la journée aussi bien très tôt dans la matinée (à six heures du matin les estomacs présentent des aliments à un stade avancé de digestion) ou tard dans la soirée (stade 0 à 19 heures). De plus, l'état de réplétion de l'estomac ne paraît pas influencer outre mesure l'ardeur de ces poissons : les individus qui ont « le ventre plein » se jetant sur l'appât avec autant de voracité que les autres.

2°. — EXAMEN QUALITATIF DES CONTENUS STOMACAUX.

Nos observations sont parfaitement en accord avec les résultats d'autres auteurs sur les thons du Pacifique et de l'Atlantique, à savoir que le *Neothunnus* ne fait pas de choix dans sa nourriture. Toute protéine est bonne à prendre, depuis le plus petit crustacé planctonique jusqu'aux poissons ou céphalopodes pélagiques dont la taille est limitée par la capacité d'absorption.

A. Poissons

Ils constituent, avec les céphalopodes, l'apport alimentaire le plus important.

a. — POISSONS PÉLAGIQUES OU LARVES ET FORMES JUVÉNILES DE POISSONS BENTHIQUES :

Fam. ENGRAULIDAE :

— *Anchoviella guineensis* Rossignol et Blache, 1961 (anchois).

C'est l'anchois du Golfe de Guinée qui a longtemps été confondu avec l'espèce américaine *Engraulis hepsetus* (Linné, 1758). Très abondant dans les eaux chaudes « guinéennes » qu'il accompagne dans ses déplacements jusque dans le sud de l'Angola, c'est la nourriture de base du thon à nageoires jaunes sur les côtes du Congo-Gabon. Il reste cantonné au large, au-dessus de fonds supérieurs à 200 m.

En octobre-novembre, deux classes ont été observées : l'une comprenant des adultes de 9 à 12 cm, l'autre composée d'immatures de 3 à 5 cm.

Fam. THUNNIDAE :

— *Euthynnus alleteratus* (Raf.) ou thonine.

Ce sont surtout des larves ou des formes juvéniles. Cependant les formes adultes peuvent servir occasionnellement de proies. Le record de longueur enregistrée faisait 44 cm, dans un estomac de thon dont la taille était de 120 cm.

Des formes juvéniles de 2 à 3 cm ont été prélevées en avril 1959 et des larves en mai 1960, dans l'ouest de Nyanga, 3° lat. S., au-dessus de fonds de 1000 m.

— *Auxis thazard* (Lacépède, 1802).

Nous rapportons à cette espèce un poisson de 20 cm, en assez mauvais état, trouvé dans un estomac d'albacore capturé le 1^{er} juin 1959 au large de Mayumba. Le nombre total de branchiospines est de 47 : 12 sur la partie supérieure et 35 sur la partie inférieure de l'arc. Les deux nageoires dorsales sont bien séparées.

Fam. CLUPEIDAE :

— *Sardinella aurita* Cuv. Val. 1847.

Nourriture occasionnelle mais abondante consituée par de jeunes immatures de 4 à 8 cm (mode à 7 cm en décembre 57) transportés par les courants sur les lieux de

chasse du thon : au large de Pointe-Noire et de Mayumba par exemple, en décembre 1957 et en juin 1959, au-dessus de fonds de 1000 à 2000 m.

Fam. TRICHIURIDAE :

— *Trichiurus lepturus* Linné, 1758. (Nom courant : « sabre »).

Les larves et formes juvéniles jusqu'à 25 cm constituent, avec les anchois, l'aliment le plus constant et le plus abondant du thon à nageoires jaunes du Golfe de Guinée. A tous les mois de l'année, ils entrent dans une part — plus ou moins grande — du bol alimentaire.

Fam. EXOCOETIDAE :

— *Fodiator acutus* (Cuv. Val., 1846) — « poisson volant ».

Nourriture occasionnelle.

Fam. CORYPHAENIDAE :

— *Coryphaena hippurus* Linné 1758. « Coryphène ou poisson perroquet, ou caméléon ».

Seules les formes larvaires et juvéniles peuvent servir de proies. (Observation : mars 1961, côtes de l'Angola). Tailles observées : 9-10 cm.

Fam. SUDIDAE :

— *Lestidium sphyraenoides* (Risso, 1826).

Comme l'espèce précédente, nourriture courante et parfois abondante en saison chaude (mars-avril) au large de l'Angola. Taille maximale observée : 20 cm.

Fam. CARANGIDAE :

— *Trachurus trecae* Cadenat, 1949 ou « chinchard ».

Ce sont surtout des post-larves et formes juvéniles (ex. W. de Mayumba, août 1959. Taille 4-5 cm). Les adultes entrent dans l'alimentation du thon, lorsque le plateau continental est étroit comme dans le sud de l'Angola (Baie des Tigres, mars 1961). Plus grande taille observée : 29 cm.

— *Vomer setapinnis* (Mitch. 1815).

Les adultes sont des poissons côtiers. Seules les post-larves sont trouvées dans les estomacs de thons.

— *Caranx rhonchus*. Geoffroy — St. Hilaire, 1809. « Carangues ».

Nourriture occasionnelle sous forme de post-larves. (Saison chaude : octobre-novembre).

Fam. STROMATEIDAE :

— *Psenes cyanophrys* Val. 1833.

Petite espèce pélagique. Nous n'en avons trouvé qu'un seul exemplaire de 5 cm en Baie de Biafra (Mars 1960 lat. 0°54'N. Long. 5°29'E.).

De nombreuses espèces du domaine benthique, côtier ou bathyal, constituent un apport régulier non négligeable dans l'alimentation du thon à nageoires jaunes (sous forme de post-larves et de jeunes principalement). En saison froide, (de juin à août), elles forment même, avec les céphalopodes, l'essentiel de sa nourriture. Citons :

Fam. TETRAODONTIDAE :

- *Sphaeroides spengleri* (Bloch, 1782).

Jeunes de 2 à 3 cm. Communs dans les estomacs de thons en Baie de Biafra et au Cap Lopez (octobre-novembre).

- *Lagocephalus laevigatus* (Linné, 1766).

Post-larves et formes juvéniles. Nourriture occasionnelle.

Fam. DIODONTIDAE :

- *Diodon hystrix* Linné, 1758 et *Chilomycterurus reticulatus* Gunther, 1770. Poissons « hérissons ».

Nourriture occasionnelle en saison chaude. Formes juvéniles uniquement (en Baie de Biafra principalement).

Fam. SYNGNATHIDAE :

- *Doryichthys macropterus* Poll, 1953. Syngnathe pélagique.

Trois exemplaires adultes en assez bon état, prélevés dans l'estomac d'un thon pêché le 20 mai 1957 dans l'ouest de Mayumba (fonds : 1000 m).

- *Hippocampus* sp.

Un exemplaire jeune observé (Iles de Sao Thomé et du Prince-Mars 1960).

Fam. HOLOCENTRIDAE :

- *Holocentrum rubrum* (stade : *Rhynchichtys*).

Ces curieuses formes post-larvaires et juvéniles, trouvées dans les estomacs de thons capturés dans les parages des îles Anno Bon et Sao Tomé, ont longtemps été une énigme pour nous. Présentant un rostre cartilagineux (diminuant avec l'âge) qui donne à la bouche une position infère rappelant l'allure des Macrouridae, la structure du squelette crânien et des écailles permettant cependant de les classer sans équivoque dans le groupe des Beryciformes.

Les caractères morphologiques et anatomiques les rattachent à l'espèce sud-africaine : *H. rubrum* (ligne latérale à 2/33 à 36/5 écailles ; 11 à 12 coeca pyloriques ; hauteur du corps comprise 3 fois dans la longueur standard. Écailles cténoïdes. Couleur : rouge).

Date et positions des observations :

le 3 mars 1960 à 17h15. lat. 0° 53' N. long. 6° 14' E.

le 10 mai 1961 à 17h15 à Anno Bon.

le 27 novembre 1959 à 18 heures. lat. 2° 18' S. long. 6° 42' E.

Taille des exemplaires : 28 à 35 mm.

Fam. SERRANIDAE :

- *Serranus cabrilla* (Linné, 1758). « Serran ».

- *Anthias anthias* (Linné, 1758).

Formes juvéniles de 20 à 30 mm (ouest de Nyanga, fonds de 1600 à 1700 m août 1959).

- *Cephalopis taeniops* (?). 1 exemplaire en assez mauvais état.

Fam. PRIACANTHIDAE :

- *Priacanthus arenatus* (Cuv. 1829).

Formes juvéniles assez communes dans les eaux « guinéennes » (tailles observées : 40-45 mm ouest de Nyanga, fonds de 1200 m janvier 1959).

Fam. CHILODIPTERIDAE :

— *Hypoclydonia bella* Good and Bean, 1895.

Espèce du domaine bathyal. 2 exemplaires dans un estomac de thon capturé le 22 Novembre 1959 au-dessus de fonds supérieurs à 1000 m.

Fam. APOGONIDAE :

— *Synagrops microlepis* Norman, 1935.

Nourriture occasionnelle en saison chaude (octobre-novembre).

Fam. MULLIDAE :

— *Upeneus prayensis* Val. 1829. « rouget-barbet ».

Formes post-larvaires et juvéniles. Nourriture occasionnelle.

Fam. URANOSCOPIDAE :

— *Uranoscopus sp.*

Quelques post-larves observées dans l'ouest de Nyanga (fonds : 1600 m), du Cap-Lopez en août 1959, et de Banda (fonds de 2000 m) en novembre 1959.

Fam. ACANTHURIDAE :

— *Acanthurus monroviae* Steindachner, 1876. « Poisson chirurgien ».

Formes juvéniles de 20 à 35 mm. Nourriture occasionnelle dans la Baie de Biafra (Anno Bon, Ile Sao Tomé, Ile du Prince, juin 1959).

Fam. BALISTIDEA :

— *Balistes forcipatus* (Gmelin, 1789). « Poisson-arbalète ».

1 post-larve (juin 1957. Ouest de Pointe-Noire, fonds : 1000-2000 m).

Fam. TRIGLIDAE :

— *Lepidotrigla sp.* ou « grondins ».

Fam. SCORPAENIDAE : « rascasses ».

Les exemplaires de ces deux familles assez abondants en saison fraîche dans l'ouest de Nyanga et du Cap-Lopez, sont indéterminables spécifiquement en raison de leur petite taille et de leur état de conservation. (Post-larves).

Fam. CEPHALACANTHIDAE :

— *Cephalacanthus volitans* (Linné, 1758).

Espèce trouvée fréquemment dans les estomacs de thons, surtout pendant la saison chaude, sous forme de post-larves et de jeunes.

Fam. LOPHIIDAE :

— *Chirolophus Kempfi* Norman, 1935. « Baudroie ».

Une forme juvénile de 4,7 cm, trouvée dans l'estomac d'un thon capturé dans l'ouest du Cap Lombo (Angola) le 20 octobre 1959.

Fam. CHLOROPHTHALMIDAE :

— *Saurida parri* Norman, 1935. Formes juvéniles prélevées le 27 novembre 1959 par 2°18' S de lat. S et 6°42' de long. E.

Fam. BLENNIIDAE :

— *Ophioblennius webbii*.

Espèce de talus continental, vivant à des fonds supérieurs à 150 m. Une forme juvénile trouvée dans l'estomac d'un thon capturé le 5 juin 1959 à 6h 15 dans les parages de l'île Anno Bon (lat. 1° 28' S. long. 6° 12' E).

b. — POISSONS BATHYPÉLAGIQUES.

Fam. TRACHICHTYIDAE :

— *Gephyroberyx darwini* (Johnson, 1866).

Un spécimen jeune de 30 mm en bon état, avalé peu avant la capture du thon (Mayumba, fonds : 1000 m le 6 février 1959).

Fam. BRAMIDAE :

— *Taractes (Taratichthys) longipinnis* Lowe, 1843

et. — *Taractes (Taractes) rubescens* (Jordan et Evermann, 1887)

— *Trachyberyx barretoï* Roule, 1929.

MEAD G. W. et MAUL G. E. (1958), après étude approfondie de spécimens provenant du Golfe du Mexique et de Madère, ont fait une très bonne révision du genre *Taractes*. Ils ont surtout dissipé l'équivoque qui subsistait sur le *Trachyberyx barretoï* de Roule qui est en réalité, une forme juvénile de *Taractes asper* Lowe. Nos propres observations sur de nombreuses formes juvéniles trouvées couramment dans les estomacs de *N. albacores*, ont permis de compléter avantageusement leur étude. Il existerait 3 espèces atlantiques :

— Une espèce tempérée de l'hémisphère nord connue à ce jour uniquement dans la région de Madère : *Taractes (taractes) asper* Lowe.

— Une espèce tempérée de l'hémisphère sud connue en Afrique du Sud : *Taractes (Taratichthys) longipinnis* Lowe, se différenciant de la première par l'absence de fortes épines au préoperculaire et la hauteur du corps comprise moins de 2,2 fois dans la longueur du corps.

Autres caractères : ligne latérale à 49 écailles ; écailles présentant une épine médiane à la base d'une encoche (bord frontal) ; pas d'écailles élargies sur le pédoncule caudal ; épines dirigées vers l'avant (rétroversées) à partir de la fin de la dorsale ; profil antérieur de la tête convexe ; nombre de rayons de l'anale : 2. 25. 1.

— une espèce tropicale que l'on trouve sur les deux rives de l'Atlantique (côte américaine : golfe du Mexique ; côte africaine : golfe de Guinée) :

Taractes (Taractes) rubescens (Jordan et Evermann, 1887) caractérisée par l'élargissement de 3 ou 4 écailles médianes du pédoncule caudal, écailles dont l'épine centrale est « notablement, et de façon abrupte, plus grande que celles qui les précèdent ou qui sont au-dessus ou au-dessous d'elles sur le pédoncule caudal ». Autres caractéristiques : profil supérieur de la tête plutôt concave ; anale à 21 rayons, son origine à la verticale du 15^e rayon de la dorsale ; couleur du corps : rose-saumon.

Des formes juvéniles de ces deux dernières espèces apparaissent et se remplacent

avec les saisons suivant le jeu des masses d'eau tout au long de la côte s'étendant du Cap-Lopez au sud de l'Angola : sur le front des eaux « benguéliennes » relativement froides (vers le Cap-Lopez en juin, dans le sud de l'Angola en Octobre), on trouve l'espèce *Taractes longipinnis* Lowe. Les eaux chaudes « guinéennes » par contre amènent l'espèce *Taractes rubescens* Tord. et Ev. C'est ainsi qu'une même région telle que Mayumba (Gabon) verra successivement des formes de *Taractes rubescens* en février et des formes de *Taractes longipinnis* en juin. Cette alternance est retrouvée dans les estomacs de thons.

Tailles observées : — 61 mm (longueur standard) et 76 mm (longueur totale). Mayumba, fonds de 1000 m le 6/2/59 (*T. rubescens*).

— 24, 26 et 39 mm (lg. st.). Mayumba, le 20 juin 1957 (*T. longipinnis*).

— 64 mm. Cap Lombo, fonds : 1700 m le 20/10/59. (*T. longipinnis*).

— *Brama* sp.

Cette espèce, très voisine de *Brama raii* (Bloch, 1791) en diffère cependant par le nombre moins élevé des écailles de la ligne latérale. Propre aux eaux chaudes « guinéennes », ses formes juvéniles (30 à 100 mm) constituent une nourriture fréquente de *N. albacores* durant les mois de septembre à mai.

— *Pterycombus falcatus* Bernard, 1927.

Quelques spécimens de 2 à 3 cm trouvés dans des estomacs de thons le 5 juin 1959 près de l'île Anno Bon par des fonds supérieurs à 300 m (lat. 1° 28' S. long. 6° 12' E).

Fam. CHIASMODONTIDAE :

— *Chiasmodon niger* Johnson, 1863.

Un exemplaire de 40 mm (Ouest de Pointe-Noire, fonds > 1000 m février 1957).

Fam. GONOSTOMIDAE :

— *Vinciguerria lucetia* (Garman, 1899).

Espèce vivant certainement en bancs compacts. En saison fraîche, certains estomacs de thons en sont parfois gavés. Positions et dates des captures : lat. 2° 20' S, long. 8° 50' E, en juillet 1960. Sud-Ouest de Pointe-Noire, fonds de 1000 m, en octobre 59. Tailles observées : 60-70 mm.

— *Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1789).

Quelques spécimens de cette espèce (formes juvéniles de 30 à 40 mm) ont été trouvés dans des estomacs de thons capturés en novembre 1959 au Sud de Lagos, dans le Golfe de Benin (lat. 4° 10' N, long. 4° 00' E). En raison de l'heure tardive de leur capture — 18 h, il est permis de supposer que ces formes ont suivi la remontée nocturne du plancton, et ont été avalées dans les couches superficielles de l'océan, près de la surface.

Fam. STERNOPTYCHIDAE :

— *Argyrolepecus sladeni* Regan, 1908.

Deux exemplaires de 40 mm en parfait état dans l'estomac d'un thon capturé à quelques milles de l'île Sao-Tomé le 7 juin 1959 (10 h 30). Leur bonne conservation indique qu'ils avaient fait un séjour assez bref dans la poche stomacale ; l'heure avancée de la matinée au moment de la capture interdit toute hypothèse basée sur une remontée de ces poissons suivant un rythme nycthéral. On doit admettre que le thon venait de couches océaniques assez profondes (au moins 100 m d'après nos observations).

A ces formes bathypélagiques peuvent être ajoutées deux larves de Ceratioïdes :

- *Haplophryne mollis* Brauer, 1902.
Golfe de Guinée (Anno Bon, juin 1959).

B. — Céphalopodes*

Ils constituent l'apport en protéines, sinon le plus abondant, du moins le plus constant. Nous mentionnerons seulement les espèces les plus courantes.

a. — DECAPODA.

Fam. CRANCHIIDAE :

- *Cranchia* sp.
Position : Mayumba, fonds de 1000 m. Date : le 6 février 1959, entre 9 h 30 et 10 h.
- *Liocranchia reinhardii* (Steenst.).
Position : Mayumba, fonds de 1000 m. Date le 6 février 1959. entre 9 h 30 et 10 h 00.

Fam. ENOPLOTEUTHIDAE :

- *Abralia veranyi* (Rüpp).
Position : Mayumba, fonds de 1000 m. Date : le 6 février 1959 entre 9 h 30 et 10 h 00.
- Fam. OMMATOSTREPHIDAE :
 - *Illex illecebrosus coindetii* (Verany).
Position : Mayumba, fonds : 1000 m. Date : 6/2/59 entre 9 h 30 et 10 h 00.
Nyanga, fonds : 1000 m. Date : 10/12/58 à 19 h 00.
Cap-Lombo, fonds de 1700 m, le 20/10/59 à 10 h 00.

- *Todaropsis eblanae* (Ball).
Position : Mayumba, fonds de 1000 m, le 6/2/59 entre 9 h 30 et 10 h 00.
Nyanga, fonds de 1000 m, le 10/12/58 à 19 h 00.

- *Ommastrephes pteropus* (Streenst.).
Position : Ile São Thomé, fonds > 1000 m ; le 7/6/59/ à 10 h 30.

Fam. ONYCHOTEUTHIDAE :

- *Onychoteuthis banksii* (Leach).
Position : Mayumba, fonds de 1000 m, le 6/2/59 entre 9h30 et 10 h 00.
Pointe-Noire : fonds de 1000 m, le 11/10/59 entre 9 h et 10 h.

Fam. HISTIOTEUTHIDAE :

- *Histioteuthis bonelliana* (Ferussac).
Position : Cap-Lombo, fonds de 1700 m, le 20/10/59 à 10 h 00.

* La détermination des espèces de céphalopodes a été faite par notre collègue J. BLACHE, océanographe biologiste de l'ORSTOM.

b. — OCTOPODA.

Fam. OCTOPODIDAE :

— *Octopus (Macrotritopus) sp.*

Position : Nyanga, fonds de 1300 m, le 11/12/58 à 13 h.

Nyanga, fonds de 2000-3000 m, le 11/12/58 à 15 h 30.

Nyanga, fonds de 1200 m, le 2/1/59 à 7 h 30.

Mayumba, fonds de 1000 m, le 6/2/59, entre 9 h 30 et 10 h 00.

— *Eledone caparti* Adam.

Position : Ile São Thomé, fonds < 1000 m, le 7/6/59 à 10 h 30.

Fam. BOLITAENIDAE :

— *Japetella diaphana* Hoyle.

Position : Nyanga, fonds de 1200 m le 2/1/59 à 7h 30.

Mayumba, fonds de 1000 m, le 6/2/59 entre 9 h 30 et 10 h.

Fam. ARGONAUTIDAE :

— *Argonaula argo* Linné.

Position : Mayumba, fonds de 1000 m, le 6/2/59 entre 9 h 30 et 10 h.

C. — Crustacés

On peut les considérer comme aliment d'appoint. Bien qu'ils constituent parfois la totalité du bol alimentaire, ils ne suffiraient pas seuls, à satisfaire les besoins en matières azotées des thons. Un gros apport est fourni par les stades larvaires planctoniques.

a. — STOMATOPODES :

Larves de squilles (*Squilla*, *Lysiosquilla*...) aliment constant, en plus ou moins grande quantité surtout chez les jeunes dont les estomacs en sont souvent « bourrés ». Leur présence en toute saison et leur abondance font de ce groupe un des éléments dominants du zooplancton de la région.

b. — BRACHYURES :

Mégalopes de *Calappidae*, *Portunidae*, *Dromiidae*, *Thelxiopidae* (*Paromola cuvieri* Risso, 1816). Un jeune crabe nageur *Callinectes gladiator* Benedict, 1893, de 27 mm, espèce pourtant littorale, a été trouvé dans un estomac d'albacore en juin 1957, dans l'ouest de Mayumba, au-dessus de fonds supérieurs à 1000 m. Il avait sans doute été emporté au large par les courants.

Aliment également constant et parfois abondant surtout chez les jeunes thons.

c. — ANOMOURES :

Glaucothoés de pagures. Présents en toutes saisons dans les estomacs de thons, surtout chez les jeunes.

d. — MACROURES :

Sous-forme de larves ou de stades puerulus principalement. Aliment moins constant que les formes précédentes. Les principales sont :

— *Enoplometopus* sp.

Belle crevette rouge au stade puerulus, à fortes pinces lui donnant un aspect de « langoustine » et dont l'habitat est assez profond (d'après nos propres observations). Elle n'a jamais été prélevée en grande quantité et toujours dans l'estomac de gros thons (en février et en juin 1959 au large de Mayumba. fonds : 1500 m ; en avril, au large de Nyanga, fonds de 1050 m.

— *Heterocarpus ensifer* A. M. Edwards 1881.

Position : lat. 0° 54' N ; long. 5° 29' E, le 3/3/60 à 7 h 30. Quelques exemplaires.

— *Scyllarides herklotsi* (Herklots, 1851).

Un stade puerulus prélevé le 6/2/59 au large de Mayumba (fonds de 1000 m) et des phyllosomes que nous rapportons également à cette espèce. Aliment occasionnel en saison chaude.

— *Parapandalus narval* (Fabricius, 1787).

Un exemplaire adulte provenant de l'estomac d'un thon capturé dans l'ouest de Nyanga en septembre 1957.

— *Sergestes robustus* Smith, 1882 et *Sergestes grandis* Sund, 1920.

Deux exemplaires avalés certainement à un niveau assez profond (au moins à 100 mètres de profondeur). Date : le 1/6/59 à 11 h 30, au large de Mayumba (lat. 3° 55' S, long. 10° 05' E).

e. — AMPHIPODES :

Aliment constant, parfois en assez grande quantité, dans les estomacs de thons matures principalement.

Les espèces, de grande taille, appartiennent aux familles suivantes :

Phronimidae, *Brachyscoelidae*, *Phrosinidae* et *Platyscoelidae*. Quelques *Oxycephalidae*.

f. — EUPHAUSIACÉS :

Nourriture occasionnelle. Les quelques formes trouvées appartiennent à des espèces profondes qui avaient sans doute accompli leur migration nocturne vers la surface. De plus les captures ont été faites dans le sud de l'Angola (de Lobito à la Baie des Tigres) en bordure des eaux « benguéliennes ».

Espèces déterminées : *Euphausia pectinata* et *Euphausia gibboides* Ortmann, 1893.

On ne saurait mieux illustrer l'eccléctisme du thon à nageoires jaunes dans son choix des aliments, qu'en énumérant succinctement le contenu stomacal d'un individu pêché en février 1957 dans l'ouest de Pointe-Noire : en plus des nombreuses larves de poissons et de crustacés, l'estomac contenait quelques salpes et une purée compacte d'un brun-rouge foncé, composée d'organismes micro-planctoniques : — zooplancton : copépodes, cladocères, appendiculaires.

— phytoplancton : — grande abondance de Diatomées (*Stephanopyxis palmeriana* principalement ; *Euodia cuneiformis* ; *Rhizosolenia stollterfothii* et *Nitzschia seriata*).

— des Péridiniens (*Ceratium tripos* et *Noctiluca* sp.).

Ainsi, tout organisme vivant doué de mouvement, qui présente une certaine densité de par son propre état ou du fait qu'il compose avec d'autres organismes équivalents une agglomération compacte, peut servir de proie.

3°. — DIFFÉRENCE D'ALIMENTATION SELON LA TAILLE DES THONS

L'examen comparatif des contenus stomacaux des thons immatures (groupes 0 et 1) et des adultes (groupes 2, 3, 4...) donne des renseignements intéressants concernant leur habitat. Alors que les estomacs des premiers contiennent en presque totalité et exclusivement des organismes pélagiques ou planctoniques vivant dans les couches superficielles de l'océan (eaux « guinéennes ») tels qu'anchois, larves de squilles, mégalo-
lopes de crabes et glaucothoés de pagures, le bol alimentaire des seconds comprend en outre — en proportion parfois non négligeable — des formes plus profondes — poissons bathypélagiques, céphalopodes, amphipodes et sergestidés profonds. Une étude parallèle du plancton nous a permis de situer ces formes à un niveau compris entre 30 et 200 m ; c'est-à-dire dans la masse océanique comprise dans ou sous la thermocline. Ces observations témoignent d'un mode de vie différent avec l'âge : le lieu d'élection des jeunes est sans conteste la tranche d'eau chaude superficielle. Les gros thons, par contre, ne montent à la surface que lorsqu'ils sont attirés par des bancs de poissons ou des concentrations macroplanctoniques.

Il nous a été possible de contrôler ce fait lors d'une sortie effectuée dans l'ouest de Pointe-Noire en décembre 1957 : des inscriptions rappelant celles de thonidés étant apparues sur la bande de l'échosondeur à 50 m au-dessous de la surface, nous avons stoppé le navire et appâté avec des sardinelles sorties des viviers. Aucun banc de thons n'était à ce moment là visible dans les parages. Après un quart d'heure à vingt minutes d'efforts, le thon, *Neothunnus albacores*, finit par « lever ». La matée était entièrement composée d'individus de grande taille (plus d'un mètre de long).

VIII. Parasitisme

Ce chapitre n'est pas consacré à l'étude détaillée des parasites de *Neothunnus albacores*. Il sera fait uniquement mention d'une observation faite par nous (ROSSIGNOL et REPELIN, 1961) et qui peut éventuellement être exploitée : la présence d'un parasite trématode, *Tristoma sp.*, sur la muqueuse des sacs nasaux.

Ce parasite est spécifique de *Neothunnus albacora* Lowe. Dans la partie orientale de l'Atlantique sud allant du Golfe de Guinée à l'Angola, nous n'avons détecté sa présence chez aucun autre Thonidé, alors que nous l'avons trouvé, à raison d'une paire par narine, chez tous les thons à nageoires jaunes capturés (chez les jeunes comme chez les adultes). Pour les prélever, il suffit de mettre la muqueuse nasale à nu, en pratiquant deux incisions perpendiculaires à la fente de la narine postérieure.

L'animal semble parasité dès son plus jeune âge. Il serait intéressant de vérifier sa présence ou son absence sur les thons pêchés dans l'Hémisphère nord de l'Atlantique et dans le Pacifique. Son absence éventuelle dans une région serait un indicateur racial intéressant.

Description du parasite :

Les grands exemplaires mesurent 13 à 14 mm de longueur sur 12 à 13 mm de large. Les proportions des petits exemplaires sont respectivement de 6,5 mm et 6 mm. Ils ont la forme d'un disque aplati, presque aussi large que long. Deux petites échancrures limitent en avant un lobe arrondi sans prolongements latéraux. La face dorsale présente vers sa périphérie des corps chitineux espacés. Sur la face ventrale on distingue : deux ventouses aplaties au fond des échancrures antérieures. Une grande ventouse postérieure ou acetabulum faisant un peu moins de la moitié du corps lorsqu'elle est étalée et à peu près le 1/3 du corps lorsqu'elle est contractée. Elle présente 7 rayons partant d'un heptagone central régulier : type fermé de Guiart.

Cette espèce rappelle beaucoup, par sa forme et son anatomie, le *Caspala martinieri* Bosc. 1811, parasite de *Mola mola*. Nous n'avons cependant pas cru devoir la rattacher au genre *Capsala* Bosc., à cause de l'absence de véritable encoche postérieure. Il existe seulement un renforcement du bord postérieur, renforcement arrondi qui n'atteint pas la ventouse postérieure et non une véritable encoche.

La couleur de l'animal observée sur le vivant est : blanc-nacré.

CONCLUSIONS DE LA DEUXIÈME PARTIE

Au cours de six chapitres consacrés à la biologie du Thon à nageoires jaunes de l'Atlantique, nous avons tenté de définir les fonctions essentielles de cette espèce.

Après un examen du processus d'évolution des gonades basé sur la cytologie et l'aspect de l'ovaire, et après avoir défini les tailles des individus aux différents âges, les sujets suivants ont été abordés : cycles sexuels et cycles de ponte de l'ensemble des populations de l'océan Atlantique ; évolution du sex-ratio au cours de l'année et suivant l'âge ; nutrition, parasitisme.

Les principaux résultats peuvent être résumés ainsi :

— **Évolution des gonades** (ovaires).

Elle a été étudiée à l'aide d'une échelle de maturité basée soit sur le volume des gonades (rgs), soit sur leur poids (RGS), et qui tient compte des modifications externes et internes de la glande.

$$\text{rgs} = \frac{\text{Volume des ovaires en cc}}{\text{Cube de la longueur du corps (en cm)}} \times 10^4$$

$$\text{RGS} = \frac{\text{Poids des ovaires}}{\text{Poids du corps}} \times 100$$

Stade I : Immatures (taille des individus inférieure à 55 cm).

— *Petit accroissement des ovocytes. Ovogénèse.*

1) Stade II :

$$\begin{aligned} 0,165 &\leq \text{rgs} < 0,38 \\ 0,085 &\leq \text{RGS} < 0,20 \end{aligned}$$

2) Stade III et première phase du stade IV : fin de l'ovogénèse, élaboration des protéines.

$$\begin{aligned} 0,38 &\leq \text{rgs} < 1,03 \\ 0,20 &\leq \text{RGS} < 0,60 \end{aligned}$$

Seuls les individus d'une taille supérieure à 80-85 cm dépassent ce stade.

— *Grand accroissement :*

1) Stade IV :

$$\begin{aligned} 1,03 &\leq \text{rgs} < 1,67 \\ 0,6 &\leq \text{RGS} < 1,0 \end{aligned}$$

2) Stade V :

$$\begin{aligned} 1,67 &\leq \text{rgs} < 4,4 \\ 1,0 &\leq \text{RGS} < 2,5 \end{aligned}$$

— *Évacuation des œufs-Ponte :*

Stade VI :

$$\begin{aligned} \text{rgs} &> 4,4 \\ \text{RGS} &> 2,5 \end{aligned}$$

— **Age-Croissance.**

La détermination de l'âge et des tailles aux différents âges a été déduite par la méthode statistique, d'après une étude de la structure des populations de thons dans la partie orientale du Golfe de Guinée d'une part, et dans la région du Cap-Vert-Guinée (Atlantique tropico-oriental nord) d'autre part.

La croissance est régulière et rapide jusqu'à un âge avancé :

1 an	: 55 à 60 cm	} Groupe 1 (G. 1)
2 ans	: 80 à 85 cm	
3 ans	: 110 à 120 cm	
4 ans	: 135 à 140 cm	
5 ans	: 150 à 155 cm	

— Cycles sexuels-Pontes.

Deux séries d'observations concernant les populations du Golfe de Guinée et celles de la région du Cap-Vert-Guinée (Atlantique tropico-oriental nord), ainsi qu'une comparaison avec les résultats obtenus par d'autres auteurs dans diverses régions du même océan, nous ont permis d'établir le schéma des cycles de ponte dans l'ensemble de l'Atlantique.

Dans l'hémisphère nord, la saison de ponte (qui intéresse uniquement les populations américaine et tropicale nord) s'étend de février à décembre, avec un maximum pendant l'été boréal (de mai à septembre-octobre).

Les femelles des différents groupes d'âge ne pondent pas aux mêmes périodes et le processus de la ponte évolue avec l'âge :

— chez les jeunes reproducteurs — thons de deux à trois ans révolus — il n'y a qu'une seule série d'émission d'œufs tous les six mois (ponte semestrielle) : la première au printemps, en février-mars-avril, la deuxième en été (juillet-août-septembre).

— chez les reproducteurs ayant plus de trois ans, la ponte est fractionnée, on observe trois séries d'émissions d'œufs dans l'année et un repos sexuel de 5 à 6 mois entre chaque cycle : première émission d'œufs en avril-mai-juin, deuxième émission en juillet-août-septembre ; troisième émission en octobre-novembre-décembre.

Dans l'hémisphère sud* (population tropicale sud et population guinéenne), on retrouve les mêmes cycles, mais avec un décalage de six mois. Le maximum est enregistré en février-mars-avril, période pendant laquelle toutes les classes de reproducteurs sont représentées.

— Sex-ratio.

L'étude détaillée du sex-ratio fait apparaître, chez *Thunnus* (*Neothunnus*) *albacores* un particularisme lié à la fois au sexe et à l'âge.

Les fluctuations saisonnières du pourcentage de femelles de chaque groupe d'âge suivent le rythme des cycles de ponte, tels que nous les avons définis précédemment.

Les causes de ces fluctuations semblent provenir en partie d'un comportement différent suivant le sexe vis-à-vis des engins de pêche.

Une comparaison avec les données de l'Océan Pacifique nous fait envisager l'hypothèse selon laquelle l'effort de pêche est relativement plus élevé dans le Pacifique que dans l'Atlantique.

— Nutrition.

Un examen quantitatif et qualitatif des contenus stomacaux a fourni les indications suivantes :

L'abondance des aliments ingérés est fonction, d'une part de la quantité d'organismes pélagiques ou planctoniques des eaux, d'autre part de l'état sexuel.

* N. B. Bien que le Golfe de Guinée soit situé géographiquement, en grande partie, dans l'hémisphère nord, son régime océanique est sud-atlantique.

Au moment de la ponte, la fonction sexuelle inhibe en partie la fonction nutritive.

Dans la journée, il ne semble pas y avoir d'heures préférentielles pendant lesquelles l'activité nutritionnelle est plus intense.

Le thon à nageoires jaunes ne sélectionne pas sa nourriture : tout organisme vivant doué de mouvement — qui présente une certaine densité — peut lui servir de proie.

La différence de composition entre les aliments des jeunes immatures ou pubères et des reproducteurs témoignent d'un mode de vie différent avec l'âge : le lieu d'élection des jeunes est la tranche d'eau superficielle (couche de couverture au-dessus de la thermocline) ; les gros thons ne fréquentent ces eaux chaudes que lorsqu'ils sont attirés par des bancs de poissons ou des concentrations macroplanctoniques.

— Parasitisme.

La présence constante de trématodes (*Tristoma sp.*), parasites des sacs nasaux et spécifiques de *Thunnus (N.) albacores*, permet de différencier dans le jeune âge, le thon à nageoires jaunes de *Thunnus (Parathunnus) obesus* souvent confondus lorsque la détermination est superficielle.

Conclusion générale

Bien que de nombreux travaux nous aient rendu le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique plus familier, bien des points restaient obscurs non seulement sur ses particularités biologiques mais aussi sur ses caractères anatomiques et morphologiques. On comprend mieux la perplexité des biologistes pour expliquer le mode de vie de ce poisson, lorsqu'on sait qu'une fonction pourtant essentielle n'avait pu être élucidée : sa reproduction. Quand, où, comment pond-il ?

L'objet de notre étude était de tenter de répondre aux questions restées jusque là, partiellement ou totalement, sans réponse et qui constituent ce que l'on a pu appeler « l'énigme du thon à nageoires jaunes ».

Et, tout d'abord, de combien de groupements individualisés disposons-nous ? Il nous était apparu, dès le début de nos recherches, qu'une réponse à cette question représentait la clef de l'énigme.

L'erreur de bon nombre de scientifiques est d'avoir confondu unité géographique et unité écologique. Lorsque, en un lieu déterminé, les conditions sont changeantes, des masses d'eau se succédant dans le temps, on ne peut parler d'unité écologique. C'est ce qui nous a amené à porter plus spécialement nos efforts en deux régions de l'océan Atlantique tropico-oriental que G. R. BERRIT a appelées : « zones d'oscillation du front des eaux chaudes » : la région du Cap-Vert-Guinée dans l'hémisphère nord, et la côte du Congo-Angola dans l'hémisphère sud.

La première partie de cet ouvrage est consacrée à l'étude morphologique du *Thunnus albacores*.

Elle nous amène à rejeter l'hypothèse d'une population unique et à considérer comme vraisemblable l'existence de quatre groupements atlantiques individualisés : une population guinéenne (Golfe de Guinée), une population américaine (ouest-atlantique : Méditerranée américaine et régions avoisinantes) et deux populations tropicales, nord et sud-atlantique.

La population américaine a pour caractéristiques une tête relativement plus grande et un tronc caudal légèrement plus petit que la guinéenne. De plus, elle présente par rapport à cette dernière, un nombre moyen de branchiospines moins élevé. Les populations tropicales ont des caractères intermédiaires. Nous avons montré également comment la moyenne branchiospinale obtenue à partir d'une série d'échantillons prélevés dans un endroit donné est représentative des proportions respectives de chaque population mélangées à cet endroit.

En recherchant la cause des variations du nombre de branchiospines, nous avons été amené à penser que les thons à nageoires jaunes pondent dans la partie supérieure de la thermocline, ou couche à maximum de salinité. Cette hypothèse semble confirmée par les observations courantes de pêche aux longues lignes.

La croissance de *N. albacores* est rapide et à peu près régulière de un à quatre ans : croissance de près d'un mètre en 3 ans. Les mâles atteignent une taille plus élevée que les femelles et sans doute un plus grand âge (car nous n'avons pas observé de différence liée au sexe dans la croissance).

Après une analyse du processus d'évolution des gonades et à l'aide d'une échelle de maturité basée sur les variations de volume et de poids des ovaires (rapport gonadosomatique), le cycle sexuel des populations guinéennes et tropicales nord-atlantiques a été suivi. Une comparaison avec les résultats d'autres auteurs en différents points de l'Atlantique nous a permis d'établir les cycles de ponte pour l'ensemble des populations de cet océan. La ponte, qui se fait en une seule série d'émission d'œufs tous les six mois (printemps et été) chez les reproducteurs de moins de trois ans, devient fractionnée chez les reproducteurs âgés. Dans l'hémisphère nord, le maximum de pontes est observé durant l'été boréal (de mai à octobre), alors qu'il a lieu pendant l'été austral de novembre à avril dans l'hémisphère sud (race guinéenne + population tropicale de l'hémisphère sud).

Ces cycles sont confirmés par l'étude du sex-ratio.

Le thon à nageoires jaunes ne sélectionne pas sa nourriture. Au moment de la ponte, la fonction sexuelle inhibe la fonction nutritive, tout au moins en partie.

Les contenus stomacaux sont représentatifs des organismes planctoniques ou pélagiques des eaux fréquentées par l'espèce. Par leur analyse il nous a été possible d'affirmer que le mode de vie de *N. albacores* est différent suivant l'âge : étant né dans la couche du maximum de salinité (thermocline) et ayant passé les premiers stades de son développement dans les eaux de la thermocline, il gagne à la fin de sa première année la couche de couverture (eaux chaudes) qu'il fréquente jusqu'à la première ponte (dans le courant de la troisième année). A partir de ce moment, son lieu d'élection sera la partie supérieure des eaux de la thermocline ; il ne montera à la surface que pour chasser, au cours de ses migrations de nutrition, des bancs de poissons ou des concentrations macro-planctoniques, particulièrement dans les zones frontales des up-wellings.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBUQUERQUE (R. M.). — 1954 — Peixes do Portugal e Ilhas adjacentes. *Port. Acta Biologica*, 5.
- AMERICAN FISHERIES SOCIETY. — 1960 — A list of common and scientific names of fishes from the United States and Canada. *Spec. Pub. Americ. Fish. Society*, (2).
- BANE JR. (G. W.). — 1961 — The distribution and abundance of tunas and tuna bait fishes in the Gulf of Guinea. A thesis for the degree of Master of Science. Faculty of the graduate School of Cornell University.
- BAUCHOT (M. L.), BLANC (M.). — 1961 — Catalogue des types de *Scombroidei* (Poissons téléostéens Perciformes) des collections du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 2^e série, 33, (4).
- BEEBE (W.), TEE VAN (J.). — 1936 — Systematic notes on Bermudian and West-Indian tunas of the genera *Parathunnus* and *Neothunnus* — *Zoologica*, XXI.
- BELLON (L.), BELLON (E.). — 1949 — Algunos datos sobre los « Thunnidae » de Canarias. *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 19.
- BELLON (L.). — 1954 — Rapport préliminaire sur le *Neothunnus albacora* (Lowe) avec des indications sur le *N. macropterus* (Temm. et Schl.). *Inst. esp. Ocean. Pub. spéc.*
- BERG (C.). — Classification of the fishes, both recent and fossil. *Trav. Inst. Acad. Sc. URSS.*, V. 2.
- BERTIN (L.), ARAMBOURG, (C.). — 1958 — Systématique des poissons. Traité de Zoologie XIII (3), publié sous la direction de P. P. Grassé, Masson, Paris.
- BLACHE (J.). — 1962 — Liste des poissons signalés dans l'Atlantique Tropico-oriental du Sud du Cap des Palmes (4^e lat. N.) à Mossamedès (15^e lat. S.). Province Guineo-Equatoriale. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 2, ORSTOM, Paris.
- BUEN (F. DE). — 1930 — Ictiologia espanola. Scombriformes y Thunniformes. *Bol. Ocean. y pesca.*, 162.
- BUEN (F. DE), FRADE (F.). — 1932 — Poissons scombriformes. Clef dichotomique pour une classification rapide (d'après les caractères de coloration et traits apparents de la morphologie externe). *Rapp. et P. V. Com. Intern. Expl. Scient. Mer Médit.*, VII.
- BULLIS (H. R.), MATHER III (F. J.). — 1956 — Tunas of the genus *Thunnus* of the Northern Caribbean. *Amer. Mus. Novitates*, New-York, 1765.
- BUNAG (D. M.). — 1956 — Spawning habits of some Philippine tuna based on diameter measurements of the ovarian ova. *Philippine Journ. of fisheries*, vol. 4, n° 2.
- BUREAU OF COMMERCIAL FISHERIES. WASHINGTON D. C. — 1965 — Cruise 5 of M. V. « Geronimo » Cruise report, U. S. Depart. of the Interior, Biological laboratory, Washington D. C.
- CADENAT (J.). — 1947 — Noms vernaculaires des principales formes d'animaux marins des côtes de l'Afrique Occidentale Française. *Cat. IFAN*, 2, Dakar, Sénégal.
- CADENAT (J.). — 1950 — Poissons de mer du Sénégal. *Init. Afr.*, IFAN, Dakar, Sénégal.
- CAMPEN (W. G. VAN), HOVEN, (E. E.). — 1956 — Tunas and tuna fisheries of the World. U. S. Fish and wild. Serv., *Fish. Bull.*, n° 111.
- C.I.P.E.M. (Conseil International pour l'Exploration de la Mer). — 1932 — Conférence d'experts pour l'examen des méthodes scientifiques et techniques à appliquer à l'étude des poissons de la famille des Thonidés. *Rapp. et P. V.*, vol. LXXXIV.
- COLLETTE (B.). — 1961 — A preliminary review of the tunas of the genus *Thunnus*, Paper n° VI-I, Pacific Tuna Biology Conference, Honolulu.
- CORREIA DA COSTA (F.), FRADE (F.). — 1958 — Investigações sobre os peixes de superfície e a pesca nas Ilhas de São Thomé e do Príncipe. *CIAO*, 6^e session, vol. IV.
- CORWIN (G.). — 1930 — A bibliography of the tunas. *Calif. Div. Fish. and Game, Fish. Bull.*, 22.
- CUVIER (G.). — 1829 — Le règne animal — 2^e édition, II, Paris.
- CUVIER (G.), VALENCIENNES (A.). — 1831 — Histoire naturelle des Poissons. Paris.
- DE SYLVA (D. P.). — 1955 — The osteology and phylogenetic relationships of the blackfin tuna, *Thunnus atlanticus* (Lesson). *Bull. Mar. Scien. Gulf. Caribb.*, 5, (1).
- DUNG (D. I. Y.), ROYCE (W. F.). — 1953 — Morphometric measurements of Pacific Scombrids. *US. Fish and Wild. Serv. Sepe. Scien., Rep., Fish.*, 95.

- DUCROZ (J.). — 1964 — Contribution à l'étude histologique du cycle sexuel ovarien de *Neothunnus albacora*. *Cah. ORSTOM*, sér. Océanogr., vol. II, 3. ORSTOM, Paris.
- EHRENBAUM (E.). — 1924 — Scombriformes. Rep. Danish Ocean. Exped. 1908-1910 to the Medit. and adjacent seas, n° 8, 2 (Biology), A, 11.
- FERNANDEZ YEPEZ (A.), SANTAELLA (E. T.). — 1956 — Presencia de atunes en Venezuela. *Publ. ocas. Bol. Soc. venezol. Act. submar.*, I, (1).
- FONSECA (J. B. G.). — 1963 — Contendo estomacal e evolucao sexual dos atuns e especies afins. *Boletim de Estudos de Pesca*, vol. 3, n° 9/10, Sudene, Brasil.
- FOWLER (H. W.). — 1936 — The marine fishes of West Africa. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* LXX, 2.
- FOWLER (H. W.). — 1951 — The Brazilian and Patagonian fishes of the Wilkes expedition (1838-1842). *Bol. Inst. Paul. Ocean.*, II, 1.
- FRADE (F.). — 1929 — Sur quelques thons peu connus de l'Atlantique. *Bull. Soc. Port. Sc. Nat.*, X, 20.
- FRADE (F.). — 1931 — Données biométriques sur 3 espèces de thons de l'Atlantique orientale (*Thunnus thynnus* L.) (*Parathunnus obesus* L. W.) (*Neothunnus albacora* L. W.). Rapp. et P. V. *Cons. Intern. Expl. Mer*, LXX.
- FRADE (F.), BUEN, (F. DE). — 1932 — Poissons scombriformes. Clef de classification principalement d'après la morphologie interne. *Rapport et P. V. Comm. Intern. Expl. Scient. Mer Médit.*, VII.
- FRADE (F.), BUEN, (F. DE). — 1934 — Clef dichotomique pour une classification rapide des thonidés. *Comm. Intern. Expl. Scient. Médit.*, vol. VII.
- FRADE (F.). — 1955 — Thunnidae et Cybiidae de S. Tomé et Principe. *Annales Biol.*, vol. XII, Copenhagen.
- FRADE (F.), POSTEL (E.). — 1955 — Contribution à l'étude de la reproduction des Scombridae et Thonnidae de l'Atlantique Tropical. *Rapp. et P. V. Cons. Intern. Expl. Mer*, CXXXVIII.
- FRASER-BRUNNER (A.). — 1950 — The fishes of the family Scombridae. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, Ser. 12, III, 26.
- FURNESTIN (J.), FAURE (M. L.), COUPE, (R.), MAURIN, (Cl.). — 1950 — Note sur quelques caractères biométriques de plusieurs espèces de Thonidés des côtes marocaines. *Cons. Intern. Expl. Mer*. Communication dactylographiée.
- GODSIL (H. C.), BYERS (R. D.). — 1944 — A systematic study of the Pacific Tunas. *Calif. Div. Fish. and Game, Fish. Bull.*, Sacramento, (77).
- GODSIL (H. C.). — 1948 — A preliminary population study of the Yellowfin tuna and the albacore. *Calif. Div. Fish. and Game, Fish. Bull.*, 70.
- GODSIL (H. C.), GREENHOOD (E. C.). — 1951 — A comparison of the population of Yellowfin Tuna *Neothunnus macropterus*, from the eastern and central Pacific. *Calif. Div. Fish. and Game, Fish. Bull.*, 82.
- GÜNTHER (A.). — 1860 — Catalogue of the acanthopterygian fishes in the collection of the British Museum. VII, London.
- HARDING (J. P.). — 1949 — The use of the probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *Journ. Mar. Biol. Assoc.*, 28, (1).
- HOURSTON (A. S.). — 1958 — Population studies on juvenile herrings in Barkley Sound, British Columbia. *Contrib. from the Scripps Instit. of Ocean*, n° 1027. La Jolla. Calif.
- IKEBE (K.). — 1939-40 — Four papers on the morphometry and age of tropical Tunas. *Nanyo Suisan Joho*, III, 10. IV, 1-IV, 2-IV, 5. Traduction anglaise de G. Van Campen dans : *US Fish & Wild. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish.*, 22 (1950).
- IKEBE (K.). — 1941 — A survey of tuna fishing grounds in the Marshall and Caroline Islands. *Nanyo Suisan Joho*, V, 1. Traduction anglaise de G. Van Campen dans : *US Fish and Wild. Serv., Spec. Scient. Rep. Fish.* 22 (1950).
- IKEBE (K.). — 1942 — Report of tuna investigations by the Wakayama Prefecture research vessel « Kiyo Maru » in the Timor, Arafura and Banda sea. *Nanyo Suisan Joho*, VIII, I. Traduction anglaise de G. Van Campen dans : *US Fish and Wild. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish.*, 45 (1951).
- IRVINE (F. R.). — 1947 — The fishes and fisheries of the Gold Coast. The Crown Agents for the Colonies. London.
- JORDAN (D. S.), EVERMANN, (B. W.). — 1896 — The fishes of North and Middle America. *Bull. US. Nat. Mus.*, 47.
- KIMURA (K.). — 1932 — Growth curves of blue-fin tuna and Yellowfin tuna based on the catches near Schigedera on the West coast of the Province of Izu. *Nippon Suisangakkai Shi*, I, 1. Traduction anglaise de G. Van Campen dans *US. Fish and Wild Serv. Spec. Scient. Rep. Fish.*, 22 (1950).
- KISHINOUE (K.). — 1915 — A study of the mackerels, Cybiids and Tunas. *Suisan Gakkai Ho*, I, 1. Traduction anglaise de G. Van Campen dans : *US. Fish and Wild. Serv. Spec. Scient. Rep., Fish.*, 24 (1950).
- KISHINOUE (K.). — 1917 — A new order of the Teleostomi. *Suisan gakkai Ho*, II, 2. Traduction anglaise de G. Van Campen dans : *US. Fish. and Wild. Serv. Spec. Scient. Rep., Fish.*, 50 (1951).
- KISHINOUE (K.). — 1923 — Contributions to the comparative study of the so-called Scombroïd fishes. *Journ. Coll. Agric. Tokyo*, VIII, 3.
- LACÉPÈDE (B. G. E.). — 1802 — Histoire Naturelle des Poissons. III, Paris.
- LAMOTTE (M.). — 1948 — Introduction à la biologie quantitative. Masson, Paris.
- LAMOTTE (M.). — 1957 — Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Masson, Paris.

- LE DANOIS (E.). — 1954 — Résumé de nos connaissances actuelles sur l'albacore ou Yellowfin tuna (*Thunnus albacores* Bonnaterre). *Bull. IFAN*, XVI, 1.
- LEE (E. K. D.). — 1957 — Report to the Government of Brazil on Tuna Fisheries Development (North eastern coast of Brazil). *FAO Report*, n° 739, II (6), Roma.
- LE GALL (J.). — 1938 — La biométrie dans ses applications à l'industrie des pêches maritimes. *Rev. Trav. OSTOM*.
- LE GALL (J.). — 1951 — Ichtyométrie des Thonidés. *Journ. Cons. Intern. Expl. Mer.*
- LEGAND (M.), DESROSIERES (R.). — 1960 — Premières données sur le thon à nageoires jaunes de Nouvelle Calédonie. ORSTOM; IFO, Rapp. Scient. n° 11, Nouméa.
- LEGAND (M.). — 1961 — Aspect des recherches océanographiques dans le Pacifique Sud. Quelques résultats biologiques. *Cahiers du Pacifique*, n° 3, Nouméa.
- LEGENDRE (R.). — 1940 — La faune pélagique de l'Atlantique au large du Golfe de Gascogne, recueillie dans les estomacs des Germans. *Ann. Inst. Océano.*, Paris.
- LOWE (R. T.). — 1839 — A supplement to a synopsis of the fishes of Madeira. *Proc. Zool. Soc. London*, 7.
- LOWE (R. T.). — 1850 — An account of fishes discovered or observed in Madeira since the year 1842. *Proc. Zool. Soc. London*, XVIII.
- LOZANO (F.). — 1948 — Relación de una campaña de pesca en pareja en la costa del Sahara español, y noticia sobre los otros tipos de pesca allí practicados. *Bol. Inst. Esp. Ocean*, 9.
- LOZANO (L.). — 1934 — Las pesquerías del Sahara español. Dir. Gen. Marruecos y Colon., Madrid.
- MARCHAL (E.). — 1959 — Observations sur quelques *Neothunnus albacora* (Lowe) capturés au large des côtes de Guinée. *Bull. IFAN*, Série A, XXI, n° 4.
- MARCHAL (E.). — 1959 — Analyse de quelques contenus stomacaux de *Neothunnus albacora* (Lowe). *Bull. IFAN*, série A, XXI, n° 3.
- MARR (J. C.), SCHAEFFER, (M. B.). — 1949 — Definitions of body dimensions used in describing tunas. *US. Fish and Wild Serv. Fish Bull.*, 47.
- MATHER (F. J.), DAY (C. G.). — 1954 — Observations of pelagic fishes of tropical Atlantic. *Copeia*, 3.
- MATHER III, (F. J.). — 1962 — Tunas (gen. *Thunnus*) of the Western North Atlantic. Part 3. Distribution and behavior of *Thunnus* species. World Scientific Meeting of the biology of tunas and related species, La Jolla, Calif. Experience paper n° 8.
- MATHER III (F. J.). — Tunas (gen. *Thunnus*) of the Western North Atlantic. Part 2. Description, comparison and identification of species of *Thunnus* based on external characters. World Scientific Meeting on the biology of tunas and related species, La Jolla, Calif. Experience paper n° 7.
- MAUL (G. E.). — 1949 — Lista sistematica dos peixes assinalados nos mares do Madeira. in : Nerinha Sarmento, Os Peixes da Madeira. Funchal.
- MEEK (S. E.), HILDEBRAND (S. H.). — 1923 — The marine fishes of Panama. *Field Mus. Nat. Hist. Zool.* XV, 1.
- MOLTENO (C. J.). — 1948 — The South African Tunas. A preliminary study of economic potentialities. *South Afric. Fish Ind. Res. Institute*.
- MOORE (H. L.). — 1951 — Estimation of age and growth of Yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) in hawaian waters by size frequencies. *US. Fish and Wild Serv. Fish. Bull.*, 65.
- MORICE (J.). — 1952 — La pêche des thons, des bonites et des thazards dans les eaux des Iles Canaries. *La pêche maritime*, 888.
- MORICE (J.). — 1953 — Essai systématique sur les familles des *Cybiidae*, *Thunnidae* et *Katsuwonidae*, poissons scombroïdes. *Rev. Trav. ISTPMM*, XVIII, 1.
- MORICE (J.). — 1953 — Un caractère systématique pouvant servir à séparer les espèces de *Thunnidae* atlantiques. *Rev. Trav. ISTPMM*, XVIII, 1.
- NAGAI (M.), NAKAGOME (A.). — 1958 — Tuna resources of the Equatorial Atlantic. *Comm. Fish. Rev.*, 20, (2).
- NAKAMURA (H.). — 1949 — The tunas and their fisheries. *Takashi Sobo*. Traduction anglaise de G. Van Campen dans : *US. Fish and Wild Serv. Spec. Scient. Rep., Fish.*, 82 (1952).
- NAVARRO (F. de P.), avec la collaboration de LOZANO (F.), NAVAZ (J. M.), OTERO (E.), SAINZ PARDO (J.). — 1943. — La pesca de arrastre en los fondos del Cabo Blanco y del Banco Arguin (Africa Sahariana). *Trab. Inst. Esp. Ocean.*, 18.
- NICHOLS (J. T.), LA MONTE (F.). — 1941 — Yellowfin, Allison's and related tunas. *Ichtyol. Cont. Intern. Game and Fish Assoc.*, I, 3.
- NORONHA (A. C.), SARMENTO (A. A.). — 1948 — Vertebrados da Madeira, 2 : Vol. Peixes, Funchal.
- OTSU (T.). — 1954 — Analysis on the hawaian longline fishery, 1948-52. *US. Fish and Wild Serv., Comm. Fish. Rev.*, XVI, 9.
- PADOA (E.). — 1956 — Uova larve e stadi giovanii di Teleostei-Lo Bianco, Fauna e flora del golfo di Napoli, punt. 3, part. 2.
- PAES DA FRANCA (M. de L.). — 1959 — Contribuição para o conhecimento da maturação sexual dos atuns de Angola. Notas mimeografadas Centro- *Biol. Piscat. Ministerio do Ultramar*. Lisboa.

- PAIVA (M. P.). — 1960 — Notas sobre os atuns do Brasil. Travail présenté au I Congresso Brasileiro de Zoologia, *Rio de Janeiro*.
- POLL (M.). — 1953-59 — Expédition océanographique belge dans les eaux côtières africaines de l'Atlantique Sud (1948-49). Résultats scientifiques. Poissons. III ; Téléostéens malacoptérygiens (vol. IV, fasc. 2, 1953). IV Téléostéens acanthoptérygiens (1^{re} partie) (vol. IV, fasc. 3A, 1954). — V Téléostéens acanthoptérygiens (2^e partie) (vol. IV, fasc. 3B). — Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique, *Bruxelles*.
- POSTEL (E.). — 1950 — Les Thonidés de l'Atlantique tropical. *La Nature*, 3, 181.
- POSTEL (E.). — 1950 — Note sur les Thonidés de la presqu'île du Cap-Vert. *Bull. Serv. Elev. A.O.F.*, III, 2-3.
- POSTEL (E.). — 1954 — Le plateau continental guinéen et ses ressources ichthyologiques. *Bull. IFAN*, XVI, n° 2.
- POSTEL (E.). — 1954 — Contribution à l'étude des thonidés de l'Atlantique tropical. *Journ. Cons. Intern. Expl. Mer*, XIX, 3.
- POSTEL (E.). — 1954 — La croissance du thon à nageoires jaunes, *Neothunnus albacora* (Lowe) dans l'Atlantique tropical. *Bull. Soc. Zool. France*, LXXIX, 2-3.
- POSTEL (E.). — 1954 — Quelques aperçus pratiques tirés de l'étude de la biologie des Thonidés de l'Atlantique. *La Pêche Maritime*, 913.
- POSTEL (E.). — 1954 — Deux allométries caractéristiques du Thon à nageoires jaunes, *Neothunnus albacora* (Lowe) dans l'Atlantique Tropic-oriental. *Bull. IFAN* XVII, 1.
- POSTEL (E.). — 1955 — Contribution à l'étude de la Biologie de quelques *Scombridae* de l'Atlantique tropico-oriental nord. *Ann. Stat. Ocean. Salammô*, n° X, Tunisie.
- POSTEL (E.). — 1959-60 — Liste commentée des poissons signalés dans l'Atlantique tropico-oriental nord, du Cap Spartel au Cap-Roxo, suivie d'un bref aperçu sur leur répartition bathymétrique et géographique. *Bull. Soc. Scient. Bretagne*, XXXIV, fasc. 1 et 2, Rennes.
- PUYO (J.). — 1949 — Poissons de la Guyane française. Faune de l'Empire français, ORSOM, *Paris*.
- RAWLINGS (J. E.). — 1953 — A report on the Cuban Tuna fishery. *Comm. Fish. Rev.*, vol. 15, n° 1.
- REGAN (C. T.). — 1909 — On the anatomy and classification of the Scomfishes. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, Sér. 8, III, 13.
- REID (D. M.). — 1951 — Report on the amphipoda (*Gammaridea* and *Caprellidae*) of the Coast of Tropical West Africa. Atlantide report, n° 2. Danish Science Press Ltd, Copenhagen.
- RIVAS (L. R.). — 1961 — A review of the tuna fishes of the subgenera *Parathunnus* and *Neothunnus* (genus *thunnus*). *Ann. Mus. Stor. Nat. Genova*, 73.
- ROSA (H. Jr.). — 1950 — Scientific and common names applied to tunas mackerels and spearfishes of the world, with notes on their geographic distribution. A progress report on the compilation of scientific and common names of important food fishes. FAO, *Washington*.
- ROSSIGNOL (M.). — 1956-57 — Campagne de prospection et de pêche aux poissons de surface (*Clupeidae*, *Thunnidae*) dans le Golfe de Guinée, par le chalutier-sardinier « Laurence ». Rapport int. ORSTOM, *Paris*.
- ROSSIGNOL (M.). — 1960 — Le Cameroun maritime. Ses ressources, ses possibilités économiques. *Études Camerounaises*, IRCAM, Yaoundé.
- ROSSIGNOL (M.), REPELIN (R.). — 1962 — Note sur *Neothunnus albacora* (Lowe) et *Parathunnus obesus* (Lowe). Différenciation des jeunes. *Cah. ORSTOM*, sér. Océanogr. 2, ORSTOM, *Paris*.
- ROUX (Ch.). — 1957 — Poissons marins. in Mollusques, Crustacés, Poissons marins des côtes de l'A. E. F., en collection au Centre d'océano. de Pointe-Noire, par J. Collignon, M. Rossignol et Ch. Roux. ORSOM, *Paris*.
- SCHAEFER (M. B.). — 1948 — Morphometric characteristics and relative growth of Yellowfin tunas (*Neothunnus macropterus*) from Central America. *Pacific Science*, II, 2.
- SCHAEFER (M. B.), WALFORD (L. A.). — 1950 — Biometric comparison between Yellowfin tunas (*Neothunnus*) of Angola and the Pacific coast of Central America. *US. Fish and Wild. Serv., Fish. Bull.*, 56.
- SCHAEFER (M. B.), MARR (J. C.). — 1948 — Contributions to the biology of the pacific tunas. *US. Fish and Wild. Serv. Fish Bull.*, 44.
- SCHAEFER (M. B.), ORANGE (O. J.). — 1956 — Studies of the sexual development and spawning of Yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in three areas of the eastern Pacific ocean, by examination of gonads. *Inter American Tropical Tuna Comission*, vol. I, n° 6.
- SERVENTY (D. L.). — 1942 — The Tuna Kishinoella tonggol Bleeker in Australia. *J. Coun. Scient. indust. Aust.*, 15 (2).
- SHIMADA (B. M.). — 1951 — Contributions to the biology of tunas from the western equatorial Pacific. *US. Fish and Wild. Serv. Fish. Bull.* 62.
- SMITH (J. L. B.). — 1950 — The sea fishes of southern Africa. Central news agency Ltd, South Africa.
- STARKS (E. C.). — 1910 — The osteology and mutual relationships of the fishes belonging to the family *Scombridae*. *J. Morph.*, 21, (1).
- TAKAHASHI (N.). — 1924 — On the new order « Plecostei » established by Dr Kishinouye Dobutsugaku Zashi, 36. Traduction anglaise de G. Van Campen dans : *US. Fish and Wild. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish.*, 50 (1951).

- TEMMINCK (C. F.), SCHLEGEL (H.). — 1842 — Fauna japonica (Pisces) (by W. Fr. de Siebold conjunctis studiis C. F. Temminck and Schlegel). Lugduni Batavorum.
- VILELA (H.), MONTEIRO (R.). — 1959 — Sobre atuns de Angola. Como se pesca e quanto se pesca. Caracterizaçao morfológica de *Neothunnus albacora* (Lowe). *Boletim de pesca*, n° 64. Lisboa.
- VILELA (H.). — 1960 — Portuguese Tuna research. Comm. n° 186, 4^e réunion Cons. Intern. Expl. Mer.
- VILELA (H.), FRADE (F.). — 1960 — Rapport sur *Neothunnus albacora* (Lowe) et *Parathunnus obesus* (Lowe). Colloque CCTA sur les Thonidés, déc. 1960, *serv. océan. et pêches marit. Rép. Sénégal*.
- VINCENT-GUAZ (L.). — 1960 — Contribution à l'étude biométrique de l'Albacore. *Neothunnus albacora* (Lowe). Centre d'études Scient. et Tech. appliquées à la pêche. Mauritanie.
- WADE (Ch. B.). — 1950 — Observations on the spawning of Philippine Tuna. *US. Dep. Of the Interior. Fish and Wild Serv.*, vol. 51, *Fish. Bull.* n° 55.
- WADE (C. B.). — 1951 — Larvae of tuna and tuna like fishes from Philippine waters. *US. Fish and Wild. Serv. Fish. Bull.*, 57.
- WATSON (M. E.). — 1962 — Tunas (genre *Thunnus*) of the western North Atlantic. Part. 1. Key to the species of *Thunnus* based on skeletal and visceral anatomy. World Scientific Meeting on the biology of Tunas related species, La Jolla, Calif. *Experience*, Paper n° 6.
- WEBER (M.). — 1913 — Die Fische der Siboga Expedition. Leiden.
- WOOD (E. J. FERGUSON). — 1965 — Marine microbial ecology. Chapman and Hall Ltd, London ou Reinhold Publishing Corporation, New-York.
- ZHAROV (V. L.), TORIN (Y. A.). 1960 — Some data on the biology and distribution of tuna in Tropical Atlantic Ocean. Comm. n° 140, 48^e réunion Cons. Intern. Expl. Mer.

N. B. La présente bibliographie ne concerne que le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique. Mention est faite également des ouvrages qui nous ont servi dans nos recherches. Des travaux sur le thon à nageoires jaunes du Pacifique, seuls ont été retenus ceux qui permettent une comparaison avec les sujets traités dans notre étude.

Un complément concernant l'écologie de *Thunnus* (N.) *albacores* (Bonnaterre), l'étude du milieu et les statistiques de pêche sera établi dans un prochain mémoire.

TABLEAU I

U. G. (population guinéenne)

Caractère étudié : Nombre de branchiospines

(Échantillons : A1a+A1b)

Classes (x)	Limites des classes (L)	Abscisses réduites ($x = \frac{L - m_0}{\sigma_0}$)	θx (1)	$\Delta\theta$	$\frac{1}{2} \Delta\theta$	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
				0,0001	0,00005			
26	25,5	—3,955	0,9999	0,0014	0,0007	0,3	2	2,450
27	26,5	—3,209	0,9985	0,0125	0,0063	2,9	4	
28	27,5	—2,464	0,9860	0,0720	0,0360	16,8	9	3,621
29	28,5	—1,716	0,9140	0,2440	0,1220	57,1	57	0,000
30	29,5	—0,970	0,6700	0,4900	0,2450	114,7	114	0,000
31	30,5	—0,224	0,1800	0,5800	0,2900	135,7	150	1,507
32	31,5	+0,522	0,4000	0,4100	0,2050	95,9	89	0,496
33	32,5	+1,291	0,8100	0,1460	0,0730	34,2	33	0,042
34	33,5	+2,015	0,9560	0,0380	0,0190	8,9	9	0,004
35	34,5	+2,761	0,9940	0,0056	0,0028	1,3	1	
	35,5	+3,508	0,99960	0,0004	0,0002			
			(1)					

$$n = 468 \quad \chi^2 = 8,120$$

Moyenne : $m_0 = 30,80 \pm 0,12$ (coefficient de sécurité à 95 %)Variance : $\sigma_0^2 = 1,79$; Écart-type : $\sigma_0 = 1,34$

Intervalle de sécurité de la variance :

$$\begin{aligned} \Sigma_1^2 &= \sigma_0^2 - \delta_1 \sigma_0^2 \sqrt{\frac{2}{n}} = 1,56 \\ \Sigma_2^2 &= \sigma_0^2 + \delta_2 \sigma_0^2 \sqrt{\frac{2}{n}} = 2,02 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{avec } \delta_1 = \delta_2 = 2 \text{ (coefficient de sécurité} \\ \text{de 95 \%)} \end{array} \right.$$

Limite du χ^2 : 11,07 pour $v = 8-3 = 5$ degrés de libertés, avec un coefficient de sécurité de 95 %.

TABLEAU J

U. G.

Caractère étudié : Lcpl / Max
(Échantillon A₁a)

Classes x	Fréquences observées f (a)	fx	Carrés des écarts à la moyenne ε^2	f. ε^2	Fréquences calculées (α)	Probabilités (= Fréquences relatives)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
0	14	0	6,5536	91,7504	11,60	0,0773	0,50
1	21	21	2,4336	51,1056	29,68	0,1979	2,55
2	39	78	0,3136	12,2304	38,00	0,2533	0,03
3	35	105	0,1936	6,7760	32,42	0,2161	0,21
4	29	116	2,0736	60,1344	20,75	0,1383	3,28
5	10	50	5,9536	59,5360	10,62	0,0708	0,03
6	1	6	11,8336	11,8336	4,53	0,0302	3,48
7	1	7	19,7136	19,7136	1,66	0,0111	
8	0	0			0,53	0,0035	
9	0	0			0,15	0,0001	
10	0	0			0,04	0,0000	
	150	383		313,0800			10,08

Moyenne des x : $Mx = 2,56$ $\bar{X} = (2,56 \times 0,05) + 2,33 = 2,46$

Variance calculée = 2,09

Variance théorique = 2,56

Limite théorique de la distribution :

$$N e^{-M} \cdot e^M = 150 e^{-2,56} \left(1 + \frac{2,56}{1!} + \frac{2,56^2}{2!} + \frac{2,56^3}{3!} + \dots \right)$$

Valeur du $\chi^2 = 10,08$

(Valeur limite du χ^2 pour un nombre de degrés de libertés $v = 7 - 2 = 5$, avec un coefficient de sécurité de 95 % = 11,07).

TABLEAU K
U. A. (population américaine)
Caractère étudié : nombre de branchiospines
(Échantillon B)

Classes x	Limites des classes L	$x = \frac{L - m_0}{\sigma_0}$	θx (1)	$\Delta\theta$	$\frac{1}{2} \Delta\theta$	Fréq. théor. (α)	Fréq. obser. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
				0,021	0,0105			
27	26,5	—2,306	0,9790	0,089	0,0445	4,0	5	0,250
28	27,5	—1,611	0,8900	0,250	0,1250	11,3	9	0,468
29	28,5	—0,917	0,640	0,460	0,2300	20,7	22	0,081
30	29,5	—0,222	0,180	0,540	0,2700	24,3	23	0,069
31	30,5	+0,472	0,360	0,390	0,1950	17,6	24	2,327
32	31,5	+1,167	0,750	0,187	0,0935	8,4	6	1,337
33	32,5	+1,861	0,937	0,053	0,0265	2,4	1	
	33,5	+2,556	0,990	0,010	0,005			
			(1)				90	4,532

$n = 90$

Moyenne: $m_0 = 29,82 \pm 0,30$ (coefficient de sécurité : 95 %)

Variance: $\sigma_0^2 = 2,08$; Écart-type : $\sigma_0 = 1,44$

$$\text{Intervalle de sécurité de la variance : } \left\{ \begin{array}{l} \Sigma_{(1)}^2 = \frac{2 n \sigma_0^2}{[\sqrt{2n-3} + \delta_1]^2} = 1,60 \\ \Sigma_{(2)}^2 = \frac{2 n \sigma_0^2}{[\sqrt{2n-3} - \delta_2]^2} = 2,92 \end{array} \right.$$

(coefficient de sécurité : 95 %)

$$\chi^2 = 4,53$$

(Valeur limite du χ^2 pour $v = 6 - 3 = 3$ degrés de libertés, avec un coefficient de sécurité de 95 % : 7,81).

TABLEAU L
Population américaine
Caractère étudié : indice Lcpl / Max

U.AB' (Échantillon B') Supposé comprendre 25 % d'individus de U. T., d'après la valeur de la moyenne branchiospinale.							U.A.
x	f (a)	f. x	f. ε^2	Fréq. calc. (α)	Probabilité (= Fréq. rel.)	Éléments du $\chi^2 = \frac{(a-\alpha)}{\alpha}$	Fréquences relatives théoriques
0	0	0		0,09	0,0014		0,0006
1	1	1	30,6916	0,60	0,0095		0,0045
2	2	4	41,2232	1,95	0,0310	0,001	0,0167
3	4	12	50,1254	4,24	0,0673		0,0413
4	5	20	32,2580	6,94	0,1102	0,523	0,0764
5	7	35	16,6012	9,07	0,1400	0,484	0,1130
6	10	60	2,9160	9,89	0,1570	0,001	0,1394
7	10	70	2,1160	9,24	0,1467	0,070	0,1474
8	11	88	23,4476	7,55	0,1198	1,521	0,1363
9	8	72	48,4128	5,49	0,0871	1,136	0,1121
10	5	50	59,8580	3,59	0,0570	0,544	0,0829
	63	412	307,6508			4,280	

$$\text{Moyenne : } \begin{cases} Mx = 6,54 \\ \bar{X} = 2,66 \end{cases}$$

Variance calculée : 4,88

Variance théorique : 6,54

$$\chi^2 = 4,28$$

Moyenne (= variance) :

$$\begin{cases} Mx = \frac{100}{75} [6,54 - (25 \times 4)] = 7,4 \\ \bar{X} = 2,70 \end{cases}$$

(Valeur limite du χ^2 pour
 $v = 8 - 2 = 6$ degrés de libertés,
avec un coefficient de sécurité de 95 % = 12,59).

TABLEAU M

U. T. (population tropicale)

Caractère étudié : nombre de branchiospines
(Échantillons : Iles du Cap-Vert) — Mars-avril 66

Classes x	L	$x = \frac{L-mo}{\sigma_0}$	θx (1)	$\Delta\theta$	$\frac{1}{2} \Delta\theta$	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	$\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
27	26,5	-3,19	0,9984	0,0169	0,0085	2,1	2	0,205
28	27,5	-2,35	0,9815	0,1095	0,0547	13,7	12	
29	28,5	-1,50	0,872	0,3760	0,1880	47,2	43	
30	29,5	-0,66	0,496	0,6380	0,3190	80,1	94	2,482
31	30,5	+0,177	0,142	0,5480	0,2740	68,8	66	0,114
32	31,5	+1,019	0,690	0,2473	0,1236	31,0	24	1,580
33	32,5	+1,862	0,937	0,0557	0,0279	7,0	8	0,621
34	33,5	+2,70	0,993	0,0066	0,0033	0,8	2	
	34,5	+3,54	0,9996					
			(1)				251	5,375

n = 251.

Moyenne : ... mo = 30,29 ± 0,15 (coefficient de sécurité : 95 %).

Variance : ... $\sigma_0^2 = 1,41$; Écart-type = 1,19.

$$\text{Limites de la variance : } \left\{ \begin{array}{l} \Sigma^2_1 = \frac{2 n \sigma_0^2}{[\sqrt{2 n-3} + \delta_1]^2} = 1,19 \\ \Sigma^2_2 = \frac{2 n \sigma_0^2}{[\sqrt{2 n-3} - \delta_2]^2} = 1,71 \end{array} \right. \quad (\text{coef. séc. 95 \%})$$

$$\chi^2 = 5,38.$$

(Valeur limite du $\chi^2 = 7,81$ pour $v = 6-3 = 3$ degrés de libertés et coefficient de sécurité : 95 %).

TABLEAU N
U. T. (population tropicale)
Caractère étudié : rapport Lcpl / Max.

x	Fréq. obs. (a)	f. x	Fréq. calculées (α)	Probabilités (= Fréq. relat.)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
0	1	0	0,81	0,0184	—
1	3	3	3,22	0,0732	0,00
2	5	10	6,45	0,1466	0,33
3	8	24	8,60	0,1955	0,045
4	9	36	8,60	0,1955	0,02
5	9	45	6,90	0,1568	0,64
6	6	36	4,60	0,1045	0,43
7	2	14	2,62	0,0595	
8	1	9	1,31	0,0298	0,64
9	0	0	0,58	0,0132	
10	0	0	0,23	0,0052	
	44	177			2,10

Moyennes : $\begin{cases} Mx = 4 \\ \bar{X} = 2,53 \end{cases}$

Variance calculée : 3,21

Variance théorique : 4

Limite de la distribution :

$$N e^{-MX} \cdot e^{MX} = 44 e^{-4} \left(1 + \frac{4}{1!} + \frac{4^2}{2!} + \frac{4^3}{3!} + \dots \right)$$

$\chi^2 = 2,10$; Valeur limite du χ^2 pour $v = 5$ degrés de libertés (coef. séc. 95 %) : 11,07.

TABLEAU O

Échantillon A2b' (Avril-Mai-Juin)

Nombre de branchiospines

Courbe normale ajustée à la distribution des fréquences observées

Calcul des fréquences théoriques

L	X	$x = \frac{L-m_0}{\sigma_0}$	θx	$\Delta\theta$	$\frac{1}{2} \Delta\theta$	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du $\chi^2 \frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
26,5	27	-3,04	0,9973	0,0027	0,0014			0,200
27,5		-2,23	0,974	0,0232	0,0116	3,1	1	
28,5	28	-1,43	0,849	0,1251	0,0625	16,9	17	0,308
29,5	29	-0,62	0,464	0,3850	0,1925	52,0	56	
30,5	30	+0,19	0,152	0,616	0,3080	83,2	84	0,008
31,5	31	+0,99	0,675	0,523	0,2615	70,6	72	0,019
32,5	32	+1,80	0,928	0,2530	0,1265	34,2	29	0,791
33,5	33	+2,60	0,991	0,063	0,0315	8,5	9	0,204
34,5	34	+3,41	0,999	0,0083	0,0041	1,1	2	
			(1)	0,0007	0,00035		N = 270	1,530

Estimation conjointe de la moyenne et de la variance :

$$M_{B_2} = m_0 = 30,27$$

$$\Sigma e^2 = \sigma_0 = 1,54$$

Pour $v = 3$ degrés de libertés, valeur limite du χ^2 (coef. séc. de 95 %) = 7,81.

TABLEAU P

Échantillon A2b' (Avril-Mai-Juin)

Indice L_{cpl} / Max

Courbe de Poisson ajustée à la distribution des fréquences observées

Calcul des fréquences théoriques

x	Fréquences observ. (a) f.	f. x	f. ε^2	Fréquences théor. (α)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
0	6	0	137,3743	3,1	2,71
1	17	17	200,0033	13,9	0,69
2	29	58	171,2421	30,9	0,12
3	46	138	94,0654	45,8	0,00
4	49	196	9,0601	50,9	0,07
5	41	205	13,3209	45,3	0,41
6	29	174	71,4821	33,6	0,63
7	20	140	132,0980	21,4	0,09
8	16	128	203,9184	11,9	1,41
9	9	81	187,9641	5,9	1,63
10	5	50	155,1245	2,6	2,22
N	267	1187	1375,6532		9,98

Moyennes : $M_x = 4,45$ $\bar{X} = 2,55$

Variance calculée : 5,1.

Variance théorique : 4,45

$$\text{Distribution théorique : } N \cdot e^{-M_x} \cdot e^{M_x} = 267 e^{-4,45} \left(1 + \frac{4,45}{1!} + \frac{4,45^2}{2!} + \frac{4,45^3}{3!} + \dots \right)$$

$$\chi^2 = 9,98$$

Valeur limite pour $v = 11 - 2 = 9$ degrés de libertés (coefficient de sécurité : 95 %) : 16,92.

TABLEAU Q

Caractère étudié : nombre de branchiospines

Composition supposée :

0,85 U. T. + 0,10 U. A. + 0,05 U. G.

Échantillon A₂b'

Nb. Branchiosp.	Fréq. relat. calculées	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
27	0,0120	3,2	1	0,131
28	0,0608	16,4	17	
29	0,1889	51,0	56	
30	0,3104	83,8	84	
31	0,2669	72,1	72	
32	0,1247	33,7	29	
33	0,0300	8,1	9	
34	0,0043	1,2	2	
			270	1,598

Valeur limite du χ^2 pour $v = 3$ degrés de libertés (coef. séc. 95 %) = 7,81. $N = 270$; $n_1 = 230$; $n_2 = 27$; $n_3 = 13$.Moyenne pondérée : 30,28 ($N = 270$; $n_1 = 230$; $n_2 = 27$; $n_3 = 13$).

$$\text{Variance : } \sigma^2 = \frac{Q_1 + Q_2}{N-1}$$

$$Q_1 = (230 \times 0,0009) + (27 \times 0,25) + (13 \times 0,25) = 10,21$$

$$Q_2 = 326,6 + 23,4 + 56,7 = 406,7$$

$$\sigma^2 = \frac{10,2 + 406,7}{269} = 1,55$$

 $(\sigma^2 \text{ observé : } 1,54).$

TABLEAU R
Échantillon A2b'

Caractère étudié Lcpl / Max.

Composition déduite de l'analyse de la distribution des fréquences du caractère :
nombre de branchiospines
0,85 U. T. + 0,10 U. A. + 0,05 U. G.

1) Avec l'unité U. AB' pour la population américaine					2) Avec l'unité U. A. (= U. AB' corrigée)			
x	Fréq. relat. calc.	Fréq. théor. (α)	Fréq. obs. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$	Fréq. relat. calc.	Fréq. théor. (α)	Fréq. obs. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
0	0,0197	5,3	6	0,092	0,0196	5,2	6	0,123
1	0,0731	19,5	17	0,321	0,0726	19,4	17	0,297
2	0,1404	37,5	29	1,927	0,1389	36,1	29	1,400
3	0,1837	49,0	46	0,184	0,1811	48,4	46	0,119
4	0,1841	49,2	49	0,001	0,1807	48,2	49	0,013
5	0,1508	40,3	41	0,012	0,1481	39,5	41	0,057
6	0,1065	28,4	29	0,013	0,1043	27,8	29	0,052
7	0,0658	17,6	20	0,327	0,0659	17,6	20	0,327
8	0,0375	10,0	16	3,600	0,0391	10,4	16	3,015
9	0,0199	5,3	9	2,583	0,0224	6,0	9	1,500
10	0,0101	2,7	5	1,959	0,0127	3,4	5	0,753
				11,019				7,656

$$\chi^2 = 11,02.$$

Valeur limite du χ^2 pour $v = 8$ degrés de libertés (coef. séc. 95 %) = 15,51.

$$Mx = (0,85 \times 4) + (0,10 \times 6,54) + (0,05 \times 2,56) = 4,18.$$

$$\bar{X} = 2,54.$$

$$\chi^2 = 7,66.$$

Valeur limite du χ^2 pour $v = 11-3 = 8$ degrés de libertés (coef. séc. 95 %) = 15,51.

$$Mx = (0,85 \times 4) + (0,10 \times 7,4) + (0,05 \times 2,56) = 4,27.$$

$$\bar{X} = 2,54.$$

TABLEAU S

Échantillon A2b'

Caractère étudié : Lcpl / Max

Composition donnant un meilleur ajustement.

0,80 U. T. + 0,15 U. A. + 0,05 U. G.

x	Fréq. relat. calc.	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
0	0,0187	5,0	6	0,200
1	0,0691	18,4	17	0,107
2	0,1325	35,4	29	1,157
3	0,1734	46,3	46	0,000
4	0,1748	46,6	49	0,123
5	0,1459	39,0	41	0,103
6	0,1060	28,3	29	0,017
7	0,0703	18,8	20	0,077
8	0,0445	11,9	16	1,409
9	0,0274	7,3	9	0,396
10	0,0166	4,4	5	0,081
			267	3,670

$$\chi^2 = 3,67.$$

Valeur limite = 15,51 avec $\nu = 8$ degrés de libertés (Coef. séc. 95 %).

$$Mx = (0,8 \times 4) + (0,15 \times 7,4) + (0,05 \times 2,56) = 3,2 + 1,11 + 0,13 = 4,44.$$

$$\bar{X} = 2,55.$$

TABLEAU T

Mai 65

Caractère étudié : nombre de branchiospines

Composition supposée

1) 0,60 U. T. + 0,35 U. A. + 0,05 U. G.					2) 0,65 U. T. + 0,30 U. A. + 0,05 U. G.			
Nb. de Branchios- pines	Fréq. relat. calc.	Fréq. théor. (α)	Fréq. obs. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$	Fréq. relat. calc.	Fréq. théor. (α)	Fréq. obs. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
27	0,0210	2,9	1	0,188	0,0191	2,6	1	0,050
28	0,0784	10,7	11		0,749	10,2	11	
29	0,1994	27,1	35		0,1973	26,8	35	
30	0,2982	40,6	36		0,3006	40,9	36	
31	0,2472	33,6	33	0,011	0,2511	34,1	33	0,035
32	0,1171	15,9	15	0,051	0,1186	16,1	15	0,075
32	0,0297	4,0	4	0,035	0,0297	4,0	4	0,035
34	0,0047	0,6	1		0,0046	0,6	1	
			134	3,109			136	3,290

Moyenne pondérée : $M_B = 30,15$ Variance : $\sigma^2 = \frac{Q_1 + Q_2}{N-1}$

$$Q_1 = 10,7$$

$$Q_2 = 226,6$$

$$\sigma^2 = \frac{237,3}{135} = 1,76$$

$$N = 136 ; n_1 = 81$$

$$n_2 = 48 ; n_3 = 7$$

Moyenne pondérée : $M_B = 30,17$ Variance : $\sigma^2 = \frac{Q_1 + Q_2}{N-1} = 1,72$

$$(Q_1 = 10,04 ; Q_2 = 221,9)$$

$$N = 136 ; n_1 = 88$$

$$n_2 = 41 ; n_3 = 7$$

TABLEAU U

Mai 65

Caractère étudié : Lcpl / Max
Compositions retenues

1) 0,60 U. T.+0,35 U. A.+0,05 U.G.					2) 0,65 U. T.+0,30 U. A.+0,05 U.G.			
x	Fréq. relat. calc.	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$	Fréq. relat. calc.	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
0	0,0151	2,0	1	1,057	0,0160	2,1	1	1,473
1	0,0544	7,1	5		0,0588	7,7	5	
2	0,1065	14,0	11	0,642	0,1130	14,8	11	0,975
3	0,1426	18,7	21	0,283	0,1503	19,7	21	0,086
4	0,1510	19,8	23	0,517	0,1569	20,5	23	0,305
5	0,1372	18,0	22	0,889	0,1394	18,3	22	0,748
6	0,1130	14,8	15	0,003	0,1113	14,6	15	0,011
7	0,0879	11,4	11	0,014	0,0835	10,9	11	0,001
8	0,0658	8,6	10	0,228	0,0604	7,9	10	0,558
9	0,0472	6,2	7	0,103	0,0422	5,5	7	0,409
10	0,0321	4,2	5	0,152	0,0283	3,7	5	0,457
			131	3,888				5,023

$$\chi^2 = 3,89$$

Valeur limite du χ^2 pour $v = 10 - 3 =$
7 degrés de libertés (coef. séc. 95 %) =
14,07

Moyennes pondérées : $Mx = 5,12$
 $\bar{X} = 2,58_s$

$$\chi^2 = 5,023$$

Valeur limite du χ^2 pour $v = 10 - 3 =$
7 degrés de libertés (coef. séc. 95 %) =
14,07

Moyennes pondérées : $Mx = 4,95$
 $\bar{X} = 2,58$

TABLEAU V

Avril 65

Caractère étudié : nombre de branchiospines

Composition supposée : 100 % U. T.

Nb. branchiosp.	Fréq. relat. calculées	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
27	0,00845	0,8	0	0,527
28	0,0547	5,4	3	
29	0,1880	18,4	18	
30	0,3190	31,3	36	
31	0,2740	26,9	26	0,706
32	0,1236	12,1	11	0,030
33	0,0279	2,7	3	0,001
34	0,0033	0,3	1	
				1,264

Valeur limite du χ^2 pour $v = 2$ degrés de libertés (coef. séc. 95 %) = 5,99.

TABLEAU W

Avril 65

Caractère étudié : Lcpl / Max

Étude de la composition du stock

Composition supposée : 100 % U. T.

x	Fréq. relat. calculées	Fréq. théor. (α)	Fréq. observ. (a)	Éléments du χ^2 $\frac{(a-\alpha)^2}{\alpha}$
0	0,0184	1,8	3	0,496
1	0,0732	7,1	8	
2	0,1466	14,2	14	
3	0,1955	19,0	18	
4	0,1955	19,0	18	0,003
5	0,1568	15,2	13	0,053
6	0,1045	10,1	9	0,318
7	0,0595	5,8	7	0,119
8	0,0298	2,9	5	0,248
9	0,0132	1,3	2	1,126
10	0,0052	0,5	0	
			97	2,416

 $\chi^2 = 2,42$ Valeur limite du χ^2 pour $v = 8 - 2 = 6$ degrés de libertés (coef. séc. 95 %) = 14,45

IMPRIMERIE A. BONTEMPS

LIMOGES (FRANCE)

Dépôt légal : 3^e trimestre 1968

IV. MÉMOIRES O.R.S.T.O.M. (format rogné : 21 x 27, couverture grise)

N°		
1.	KOECHLIN (J.). — 1961 — <i>La végétation des savanes dans le sud de la République du Congo-Brazzaville</i> . 310 p. + carte 1/1 000 000 (noir)	45 F
2.	PIAS (J.). — 1963 — <i>Les sols du Moyen et Bas Logone, du Bas-Chari, des régions riveraines du Lac Tchad et du Bahr-el-Ghazal</i> . 438 p. + 15 cartes 1/1 000 000, 1/200 000 et 1/100 000 (couleur)	200 F
3 x.	LÉVÊQUE (A.). — 1962 — <i>Mémoire explicatif de la carte des sols de Terres Basses de Guyane française</i> . 88 p. + carte 1/100 000, 2 coupures (couleur)	65 F
3 xx.	HIEZ (G.), DUBREUIL (P.). — 1964 — <i>Les régimes hydrologiques en Guyane française</i> . 120 p. + carte 1/1 000 000 (noir)	70 F
3 xxx.	HURAUULT (J.). — 1965 — <i>La vie matérielle des Noirs réfugiés Boni et des Indiens Wayana du Haut-Maroni (Guyane française). Agriculture, Économie et Habitat</i> . 142 p.	65 F
3 xxxx.	LÉVÊQUE (A.). — 1967 — <i>Les sols ferrallitiques de Guyane française</i>	50 F
3 xxxxx.	HURAUULT (J.). — 1968 — <i>Les Indiens Wayana de la Guyane française — Structure sociale et coutume familiale</i> . 168 p.	80 F
4.	BLACHE (J.), MITON (F.). — 1963 — Tome I. <i>Première contribution à la connaissance de la pêche dans le bassin hydrographique Logone-Chari-Lac Tchad</i> . 144 p.	
	BLACHE (J.). — 1964 — Tome II. <i>Les poissons du bassin du Tchad et du bassin adjacent du Mayo Kebbi. Étude systématique et biologique</i> . 485 p., 147 pl. Les deux volumes (1)	75 F
5.	COUTY (Ph.). — 1964 — <i>Le commerce du poisson dans la Nord-Cameroun</i> . 225 p.	63 F
6.	RODIER (J.). — 1964 — <i>Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à l'ouest du Congo</i> . 18 x 27, 137 p. (1)	55 F
7.	ADJANOHOOUN (E.). — 1964 — <i>Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale</i> . 250 p.	90 F
8.	CABOT (J.). — 1965 — <i>Le bassin du Moyen Logone</i> . 327 p.	100 F
9.	MOURARET (M.). — 1965 — <i>Contribution à l'étude de l'activité des enzymes du sol : L'asparaginase</i> . 112 p.	50 F
10.	AUBRAT (J.). — 1966 — <i>Ondes T dans la mer des Antilles</i> . 192 p.	60 F
11.	GUILCHER (A.), BERTHOIS (L.), LE CALVEZ (Y.), BATTISTINI (R.), CROSNIER (A.). — 1965 — <i>Les récifs coralliens et le lagon de l'île Mayotte (Archipel des Comores, Océan Indien)</i> . 211 p.	100 F
12.	VEYRET (Y.). — 1965 — <i>Embryogénie comparée et blastogénie chez les Orchidaceae-Monandreae</i> . 106 p.	60 F
13.	DELVIGNE (J.). — 1965 — <i>Pédogenèse en zone tropicale. La formation des minéraux secondaires en milieu ferrallitique</i> . 178 p. (2)	55 F
14.	DOUCET (J.). — 1965 — <i>Contribution à l'étude anatomique, histologique et histochemique des Pentastomes (Pentastomida)</i> . 150 p.	60 F
15.	STAUCH (A.). — 1966 — <i>Le bassin camerounais de la Bénoué et sa pêche</i> . VIII-152 p.	56 F
16.	QUANTIN (P.). — 1965 — <i>Les sols de la République Centrafricaine</i> . 114 p.	30 F
17.	LE BERRE (R.). — 1966 — <i>Contribution à l'étude biologique et écologique de Simulium damnosum Théobald, 1903 (diptera, simuliidae)</i> . 206 p.	50 F
18.	DEBRAY (M. M.). — 1966 — <i>Contribution à l'étude du genre Epinetrum (Ménispermaceae) de Côte d'Ivoire</i> . 76 p.	25 F
19.	MARTIN (D.). — 1966 — <i>Études pédologiques dans le Centre Cameroun, Nanga-Eboko à Bertoua</i> . XLVI-92 p. + carte pédologique 1/50 000, 1/20 000 et 1/5 000, 11 coupures (couleur) + 2 cartes 1/400 000 + carte pédologique 1/200 000 (couleur) (3)	
20.	GUILLAUMET (J. L.). — 1967 — <i>Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally, Côte d'Ivoire</i> . 266 p.	60 F
21.	ROBINEAU (C.). — 1967 — <i>Société et économie d'Anjouan (Océan Indien)</i> . 274 p.	80 F
22.	HALLÉ (F.). — 1967 — <i>Étude biologique et morphologique de la tribu des Gardéniales (Rubiaceae)</i> . 160 p.	60 F

23.	COUTY (Ph.). — 1968 — <i>Le commerce du poisson au Tchad</i> . 252 p.	70 F
24.	HERVIEU (J.). — 1968 — <i>Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical</i> . 466 p.	110 F
	ROSSIGNOL (M.). — <i>Le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique</i>	s. presse
	VENNETIER (P.). — <i>Pointe-Noire et la façade maritime du Congo-Brazzaville</i>	s. presse
	VERIN (P.). — <i>L'ancienne civilisation de Rurutu (Iles australes — Polynésie française) — La période classique</i>	s. presse
	BERTHOIS (L.), HOORELBECK (J.). — <i>Étude dynamique de la sédimentation dans trois cours d'eau de la Guyane française : la rivière Mahury, la rivière de Cayenne et le fleuve Maroni</i>	s. presse
	GIRARD (G.), HERBAUD (J.), DUBREUIL (P.). — <i>Monographie hydrologique du bassin du Jaguaribe</i>	s. presse
	MOREL (G.). — <i>Contribution à l'étude de la synécologie des oiseaux du Sahel sénégalais</i>	s. presse
	BACHELIER (G.). — <i>Contribution à l'étude de la minéralisation du carbone</i>	s. presse
	SOURNIA (A.). — <i>Diatomées planctoniques du Canal de Mozambique et de l'île Maurice</i>	s. presse

V. INITIATIONS/DOCUMENTATIONS TECHNIQUES

(format rogné : 21 x 27, couverture verte)

Hors Série.

—	HOUPEAU (J. L.), LHOSTE (J.). — 1961 — <i>Inventaire des appareils français pour l'épandage des pesticides</i> . 530 p. multigr. Les cinq volumes.	40 F
N°		
1.	BASCOULERGUE (P.). — 1962 — <i>Notions d'hygiène alimentaire adaptées au Sud-Cameroun</i> . 31 p.	6 F
2.	BASCOULERGUE (P.). — 1963 — <i>Notions d'hygiène alimentaire adaptées au Nord-Cameroun</i> . 44 p.	6 F
3.	BACHELIER (G.). — 1963 — <i>La vie animale dans les sols</i> . 18 + 26, 280 p.	16 F
4.	SÉGALEN (P.). — 1964 — <i>Le fer dans les sols</i> . 150 p. (1)	21 F
5.	RUELLAN (A.), DELETANG (J.). — 1967 — <i>Les phénomènes d'échange de cations et d'anions dans les sols</i> . 124 p.	30 F
6.	ROTH (M.). — 1968 — <i>Initiation à la systématique et à la biologie des Insectes</i> . 189 p.	20 F
7.	CROSNIER (A.). — 1968 — <i>Les crevettes commercialisables de la côte ouest de l'Afrique intertropicale</i> . 70 p.	25 F
8.	DIDIER DE SAINT-AMAND (J.), DEJARDIN (J.). — 1968 — <i>Méthodes de fractionnement des constituants phosphorés végétaux et de correction des résultats de dosage</i> . 43 p.	13 F

VI. L'HOMME D'OUTRE-MER (volume broché : 13 x 22) (4)

1.	DESCHAMPS (H.). — 1959 — <i>Les migrations intestinales à Madagascar</i> . 284 p.	19,50 F
2.	BOUTILLIER (J. L.). — 1960 — <i>Bongouanou, Côte d'Ivoire</i> . 224 p. (épuisé)	
3.	CONDOMINAS (G.). — 1960 — <i>Fokon'olona et collectivités rurales en Imerina</i> . 236 p. (épuisé)	
4.	TARDITS (C.). — 1960 — <i>Les Bamiléké de l'Ouest-Cameroun</i> . 136 p. (épuisé)	
5.	LE ROUVREUR (J.). — 1962 — <i>Sahariens et Sahéliens du Tchad</i> . 468 p.	60 F
6.	DESCHAMPS (H.). — 1962 — <i>Traditions orales et archives au Gabon</i> . 176 p. (épuisé)	
7.	OTTINO (P.). — 1963 — <i>Les économies paysannes malgaches du Bas-Mangoky</i> . 376 p.	65 F
8.	KOUASSIGAN (G. A.). — 1966 — <i>L'homme et la terre. Droits fonciers coutumiers et droit de propriété en Afrique occidentale</i> . 284 p.	30 F
	FROELICH (J. C.). — <i>Les montagnards paléonigritiques</i>	s. presse

VII. OUVRAGES HORS COLLECTION OU EN DÉPOT

—	ROCHE (M.). — 1963 — <i>Hydrologie de surface</i> . 18 x 27, 432 p. (1)	75 F
---	---	------

VIII. CARTES THÉMATIQUES

Cartes imprimées en couleurs ou en noir, avec ou sans notice, à petites, moyennes et grandes échelles, concernant :

— l'Afrique du Nord, l'Afrique de l'ouest, l'Afrique centrale et équatoriale, Madagascar, la Nouvelle-Calédonie, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Guyane française...

dans l'une ou plusieurs des matières suivantes :

— Géophysique. — Géologie. — Hydrologie. — Pédologie et utilisation des terres. — Botanique. — Entomologie médicale. — Sciences humaines.

(1) En vente chez Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris VI^e.

(2) En vente chez Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris VI^e.

(3) Ce volume ne peut être obtenu que par des organismes scientifiques ou des chercheurs contre paiement des frais d'expédition.

(4) En vente chez Berger-Levrault, 5, rue Auguste-Comte, Paris VI^e.

O.R.S.T.O.M.

Direction Générale :

24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :

70 - 74, route d'Aulnay, 93 - BONDY