

## Teneur en mercure du Thon Albacore <sup>(1)</sup>

(*Thunnus albacares*)

par J. F. ALDRIN \*, P. LEMAITRE \* et A. FONTENEAU \*\*

### RÉSUMÉ.

L'Auteur donne le compte-rendu de ses recherches relatives à la teneur en mercure du thon Albacore pêché entre Dakar et Pointe-Noire. Cette teneur augmente avec l'âge et varie suivant les espèces.

Si le taux de contamination des espadons et des marlins est en moyenne très supérieur aux normes légales européennes, celui de l'albacore de l'Atlantique est inférieur au seuil de 0,5 ppm.

La pollution par le mercure est depuis quelques années un sujet d'actualité... Il est bien établi que ce métal, spécialement sous forme méthylée, est un dangereux poison pour l'organisme qui l'élimine très lentement (2). En raison des rejets de plus en plus importants d'eaux usées industrielles contenant fréquemment des sels de mercure (6), (13), les organismes aquatiques sont particulièrement exposés à être contaminés, surtout les grands prédateurs, situés à l'extrémité d'une chaîne alimentaire où le mercure s'est progressivement accumulé. Dans cette dernière catégorie se trouvent en particulier l'espadon (*Xiphias gladius*) et les marlins (genres *Makaira* et *Tetrapterus*), carnassiers voraces pouvant atteindre 5 mètres de longueur, et dans la chair desquels on dose parfois plus de 10 ppm (\*) de mercure. Bien que nettement moins contaminés, les thonidés sont également victimes de cette pollution et parfois des lots importants ont été refoulés, aux Etats-Unis ou en Europe.

Compte tenu de l'importance économique de la pêche au thon

(1) Manuscrit reçu le 2 avril 1973.

\* Laboratoire de la Direction des Pêches, B. P. V 19 Abidjan (Côte-d'Ivoire).

\*\* Centre de Recherches Océanographiques, B. P. 35, Abidjan.

(\*) ppm = partie par million ou milligramme par kilo.

14 NOV. 1973

O. R. S. T. J. M. ex 1  
Collection de Référence  
n° - 64200000

au large des côtes de l'Afrique de l'ouest, il a semblé utile d'étudier à Abidjan la contamination mercurielle du thon albacore en fonction du poids (c'est-à-dire en fonction de l'âge, puisque la croissance se poursuit toute la vie chez les poissons) et d'envisager les conséquences pratiques de cette pollution pour l'avenir de l'industrie thonière en Afrique. A titre de comparaison des dosages ont aussi été effectués sur des espèces également concernées par la pêche thonière.

Bien que la question du seuil limite acceptable du taux de mercure dans les aliments soit l'objet de controverses (8), certains pays ont adopté des normes pour les produits de la pêche : 0,5 ppm pour les Etats-Unis et le Canada par exemple, 0,5 ppm avec tolérance jusqu'à 0,7 ppm pour la France, 0,7 ppm pour l'Italie, etc...

Il ne nous appartient pas de juger ici de la valeur intrinsèque des différents seuils ainsi fixés, cette question est hors de notre compétence... C'est donc essentiellement en se référant à la réglementation française que nos appréciations sont portées, puisque le marché français est actuellement le débouché essentiel des conserves de thon du Sénégal et de la Côte-d'Ivoire.

#### I. — PROTOCOLE EXPERIMENTAL

C'est essentiellement le thon albacore qui fait l'objet du présent travail. A titre comparatif, des résultats d'analyses portant sur des espèces concernées de loin ou de près par la pêche thonière, sont également mentionnés et exploités.

##### a) *Prélèvement des échantillons.*

— D'une façon générale, le lieu d'élection des prélèvements était le muscle épaxial en région médiane, lieu préconisé par l'un de nous pour tous les contrôles physico-chimiques chez les thonidés, dans un précédent article de cette revue (1).

— Pour un certain nombre de spécimens, des prélèvements ont également été pratiqués simultanément dans le foie et dans la rate.

##### b) *Méthode d'analyse.*

— A partir d'un homogénat de muscle ou de viscère d'une centaine de grammes environ, une partie aliquote de 1 gramme sert de prise d'essai pour chaque analyse effectuée en double. Pour tout résultat supérieur à 0,4 ppm, le dosage est répété.

— Le mercure est dosé par absorption atomique dans la longueur d'onde de 253,7 nm, au moyen d'un analyseur Coleman MAS — 50, avec une sensibilité théorique de 0,01 microgramme de mercure, selon la méthode de Hatch et Ott (10).

Fondamentalement, cette méthode est identique à celle utilisée par le Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires d'Alfort (5), seules diffèrent légèrement les techniques de minéralisation de l'échantillon.

## II. — RÉSULTATS

### A. — Muscles et poids.

#### a) Albacore (*Thunnus albacares*) :

179 échantillons prélevés de novembre 1971 à octobre 1972 sur des individus pêchés entre Dakar et Pointe-Noire ont été analysés. Les albacores étudiés pesaient de 3 à 110 kg.

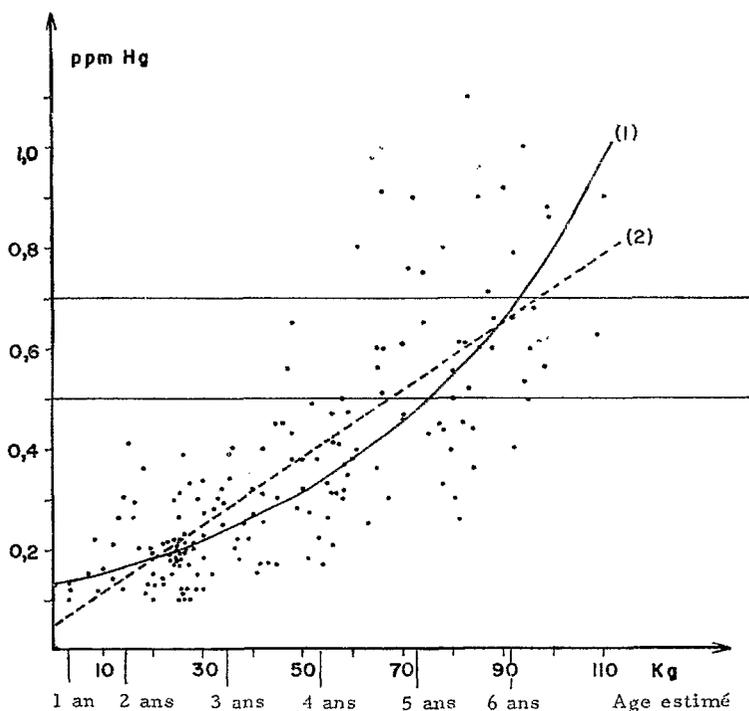


FIG. 1. — Teneur en mercure du muscle épaxial de l'albacore en fonction du poids.

La figure 1 montre la distribution des teneurs en mercure du muscle épaxial en fonction du poids des individus. Bien qu'il existe une corrélation hautement significative entre le taux de mercure et le poids ( $R = 0.78$  avec  $n = 179$ ) (\*) l'examen de la figure 1 montre que la relation n'est pas linéaire, les taux de mercure augmentant plus rapidement que le poids. Une transformation logarithmique du taux de mercure rend approximativement linéaire la relation et améliore le coefficient de corrélation ( $R = 0.81$ ) (fig. 2).

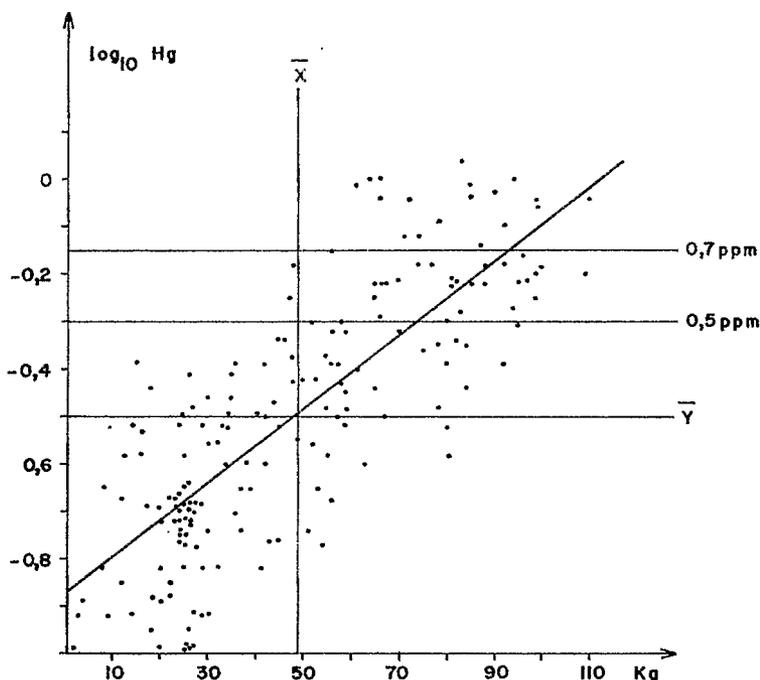


FIG. 2. — Logarithme de la teneur en mercure du muscle épaxial de l'albacore en fonction du poids.

La droite de régression mercure/poids calculée après transformation logarithmique a l'équation

$$\log \text{Hg} = 0.00078 \text{ poids} - 0.8818$$

soit  $\text{Hg} = e (0.01796 \text{ poids} - 2.0308)$

(\*) Il faut noter que la corrélation entre le taux de mercure et le poids a déjà été signalée, chez l'albacore (12).

b) *Patudo* (*Thunnus obesus*) (\*).

Les analyses ont porté sur 127 patudos dont 57 seulement ont pu être pesés. Leur poids variait de 25 à 90 kg. Le taux moyen de mercure des 127 échantillons est de 0,46 ppm, avec un minimum de 0,18 ppm et un maximum de 1,4 ppm. Comme pour l'albacore, la corrélation la meilleure est obtenue entre le logarithme du taux de mercure et le poids (fig. 3).

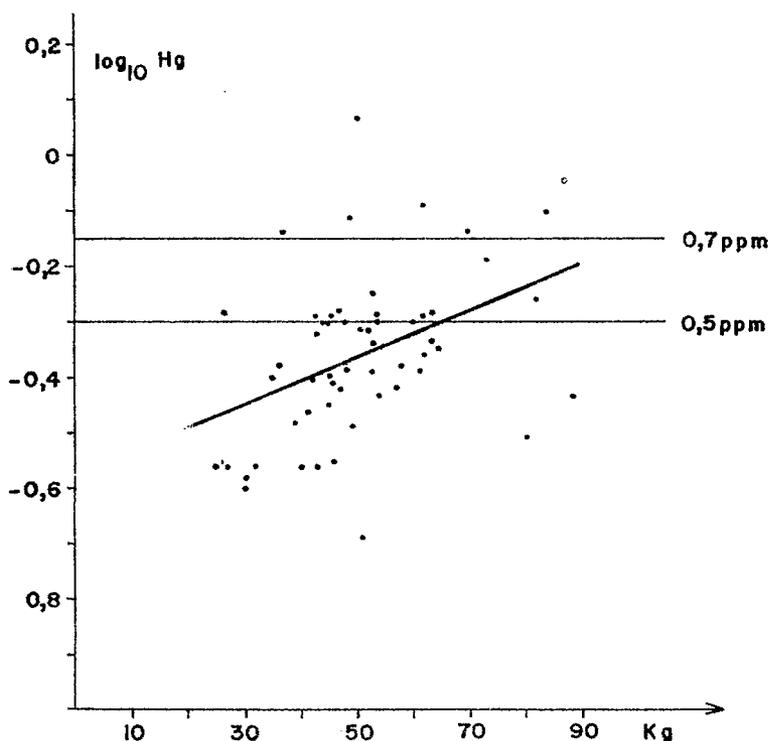


FIG. 3. — Logarithme de la teneur en mercure du muscle de *patudo* en fonction du poids.

La droite de régression a l'équation suivante :

$$\text{Hg} = e (0.004264 \text{ poids} - 0.5795)$$

(\*) Les patudos ou thons obèses sont capturés sporadiquement par les thoniers senneurs américains, européens ou africains, et fréquemment par les thoniers palangriers asiatiques.

La pente de la droite est statistiquement plus faible que pour l'albacore mais le faible nombre de petits et de gros individus dans l'échantillon fait que ce résultat n'est peut-être pas réellement significatif. Par ailleurs, le tableau 1 montre que le taux de mercure de la classe 40 à 60 kg, la mieux représentée, est significativement plus fort que chez l'albacore.

c) *Xiphidés et Makairidés* = (fig. 4).

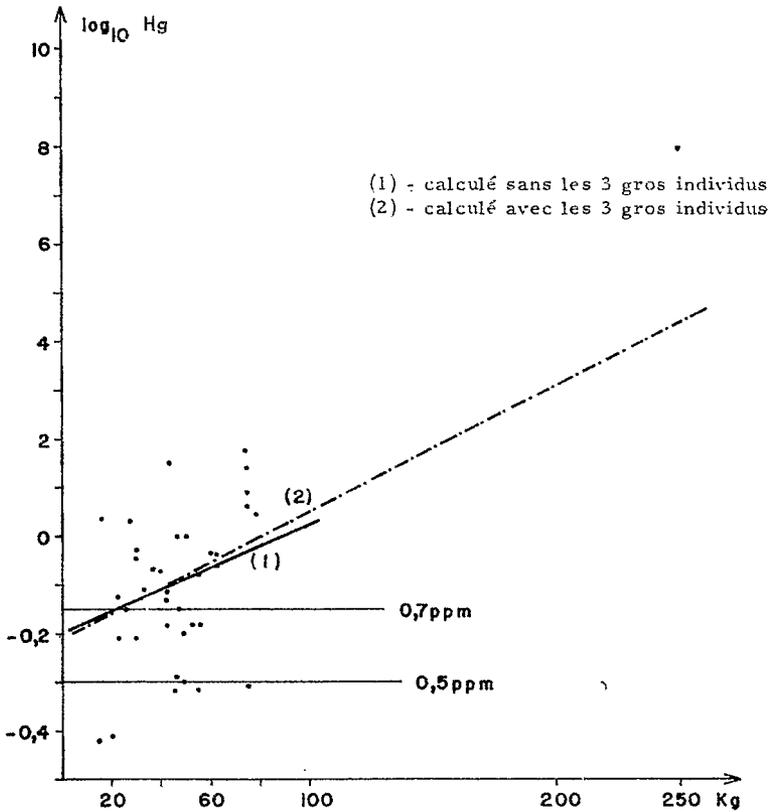


FIG. 4. — Logarithmes des taux de mercure musculaire des marlins et espadons en fonction du poids.

Les analyses ont porté sur 78 poissons dont 40 seulement ont pu être pesés. Trois individus pesaient environ 250 kg et les autres entre 15 et 80 kg. La contamination moyenne de l'échantillon global est de 1,7 ppm avec un minimum de 0,4 et un maximum de 11 ppm.

Si on ne considère que les individus de moins de 80 kg le coefficient de corrélation log mercure/poids n'est pas significatif ( $R = 0.25$  avec  $n = 37$ ). Ceci peut être dû au fait que le groupe est constitué de plusieurs espèces indéterminées appartenant à des familles différentes (la détermination de ces poissons est rendue très difficile par les mutilations qu'ils subissent avant d'être congelés). A titre indicatif la droite de régression a l'équation suivante :

$$\text{Hg} = e (0.0022 \text{ poids} - 0.2003)$$

le tableau 1 ci-après montre que le taux de mercure de la classe 40 à 60 kg est significativement plus élevé chez ces poissons que chez les 2 premières espèces étudiées..

TABLEAU 1

Taux de mercure de la classe 40 à 60 kg

	Albacore	Patudo	Xiphiidés et Makairidés
Nombre de poissons.....	37	32	15
Moyenne log et moyenne correspondante .....	— 0,476 8 (0,33 ppm)	— 0,361 6 (0,43 ppm)	— 0,108 2 (0,78 ppm)
Ecart type du log Hg .....	0,166 8	0,133 7	0,176 8

L'échantillon actuel ne permet pas de montrer si la pente de la droite de régression taux de mercure/poids de ce groupe est significativement différente de celle calculée pour l'albacore et le patudo.

d) *Listao (Katsuwonus pelamis)*.

Un échantillon composé seulement d'une trentaine d'individus pesant entre 3 et 8 kg a été analysé. Les individus n'ayant pas été pesés il n'a pas été possible d'étudier l'augmentation du mercure en fonction de la taille. Les taux observés sont toujours inférieurs à 0,25 ppm donc très faibles, avec une moyenne inférieure à 0,20 ppm. Ce très faible taux de mercure semble comparable à celui des albacores de taille équivalente (moyenne 0,14 ppm pour les 6 albacores de moins de 10 kg) bien que le très petit nombre d'individus ne permette pas de conclusion nette.

e) *Moro (Isurus glaucus)* (\*).

70 échantillons prélevés sur des individus de poids indéterminé ont été analysés. Le taux de mercure moyen de l'échantillon est de 1,10 avec un minimum de 0,22 et un maximum de 5,60 ppm.

Ces taux élevés semblent très comparables à ceux mesurés chez les Xiphidés - Makairidés.

B. — *Taux de mercure comparés du muscle, du foie et de la rate chez l'albacore.*

27 dosages de foie et 33 de rate ont été effectués. Les résultats sont indiqués sur les figures 5 et 6 en fonction du poids des individus.

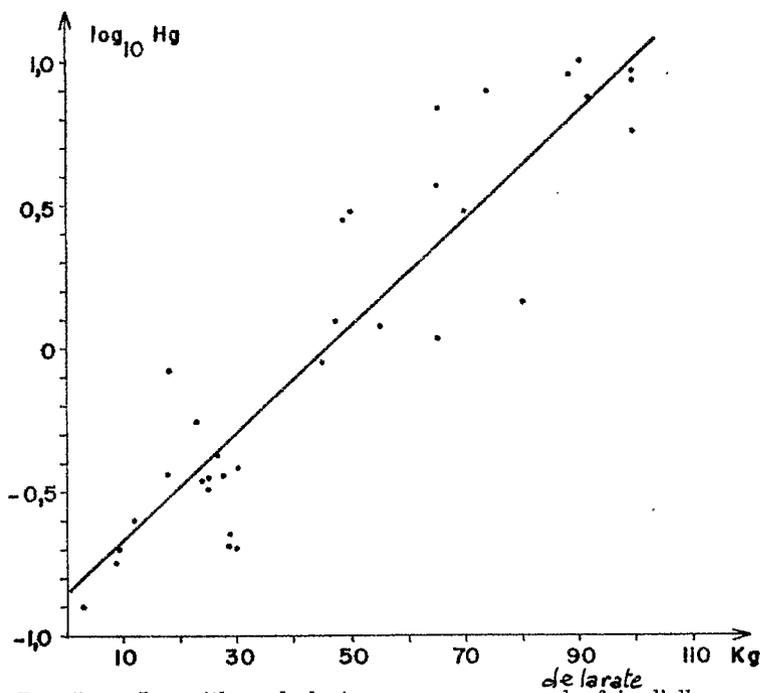


FIG. 5. — Logarithme de la teneur en mercure <sup>de la rate</sup> du foie d'albacore en fonction du poids des individus.

(\*) Les Isuridés sont de grands requins aux mâchoires redoutables ; l'espèce *Isurus glaucus*, communément dénommée « moro » par les Japonais, est souvent capturée par les palangriers, avec les espadons et les marlins.

*Foie* : comme pour le muscle épaxial le taux de mercure augmente exponentiellement avec le poids de l'albacore selon l'équation

$$\text{Hg foie} = e (0.0136 \text{ poids} - 1.3661)$$

$$R = 0.92 \text{ (hautement significatif).}$$

Le taux de mercure dans le foie des jeunes individus est particulièrement faible mais augmente significativement plus vite que dans le muscle. La teneur la plus faible est inférieure à 0,05 ppm et la plus forte de 2,5 ppm.

*Rate* : la relation est du même type que précédemment mais l'augmentation du taux de mercure est encore plus rapide dans cet organe

$$\text{Hg rate} = e (0.0186 \text{ poids} - 0.8484)$$

$$R = 0.93 \text{ (hautement significatif).}$$

Les rates des gros individus ont un taux de mercure qui atteint 10ppm. La pente de la droite de régression est significativement plus forte que celle du muscle et celle du foie.

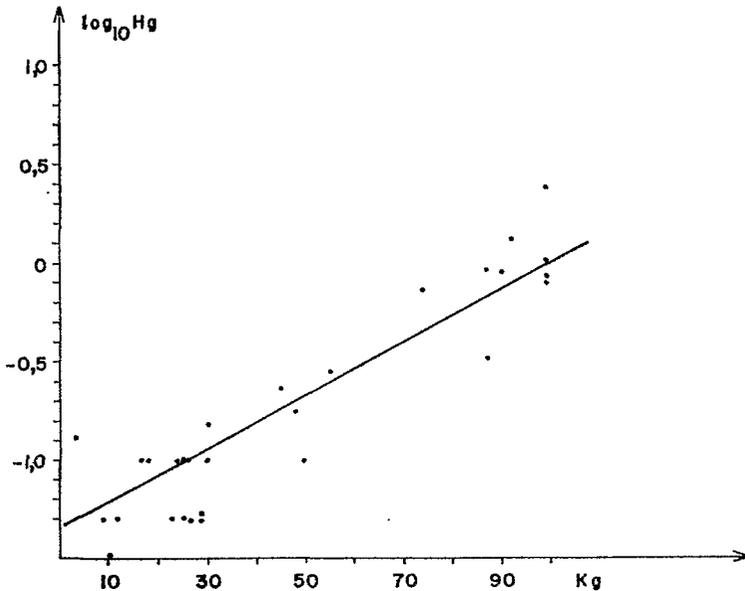


FIG. 6. — Logarithme de la teneur en mercure de la rate d'albacore en fonction du poids.  
du foie

Naturellement il existe aussi des corrélations significatives entre les logarithmes des taux de mercure des différents tissus entre eux.

On a respectivement :

$$\log \text{Hg rate} = 1.3676 \log \text{Hg}_{\text{foie}} + 1.0199$$

$$\log \text{Hg rate} = 2.3846 \log \text{Hg}_{\text{muscle}} + 1.254$$

$$\log \text{Hg foie} = 1.7436 \log \text{Hg}_{\text{muscle}} + 0.1714$$

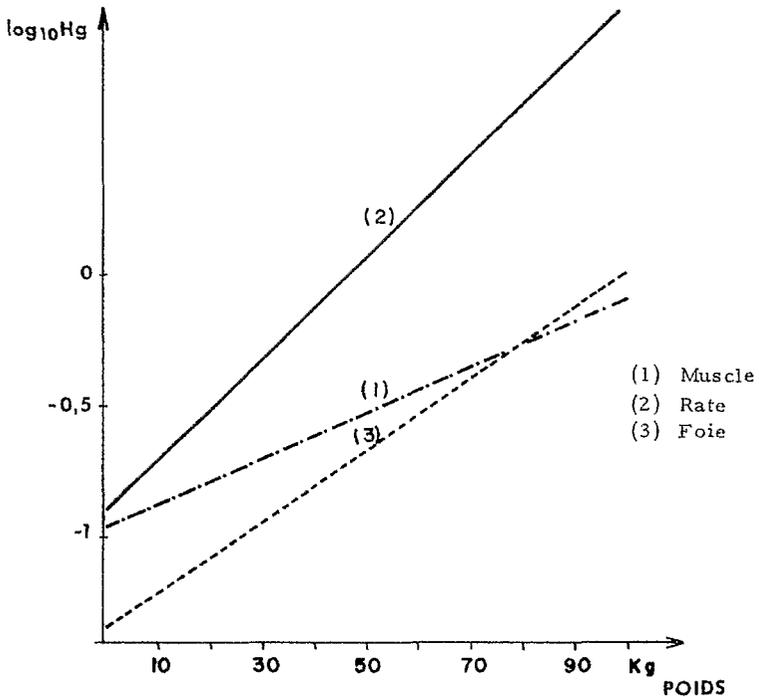


FIG. 7. — Comparaison des pentes des droites de régression log mercure/poids dans le foie, la rate et le muscle de l'albacore.

### III. — DISCUSSION DES RÉSULTATS

#### A. — Variations avec l'âge.

L'augmentation exponentielle avec l'âge du taux de mercure peut être due à différentes causes parmi lesquelles on peut retenir :

— variation avec l'âge du régime alimentaire entraînant une ingestion des proies de plus en plus grosses qui sont elles-mêmes plus contaminées. Ce changement alimentaire étant accentué par des changements d'aires géographiques et bathymétriques chez les gros individus qui sont plus au large et plus profonds.

— diminution avec l'âge du rendement alimentaire : les plus gros individus mangeant proportionnellement plus pour un gain de poids donné et de ce fait accumulant le mercure à un taux croissant. Ceci est à rapprocher du fait, que si le catabolisme est directement proportionnel au poids, l'anabolisme est proportionnel au poids avec une puissance inférieure à 1 (14).

### B. — Différences entre espèces.

Les différences entre espèces peuvent être dues à des alimentations différentes : un prédateur qui se nourrit au sommet de la pyramide des biomasses comme l'espadon, absorbera des proies plus contaminées qu'un prédateur partiel comme l'albacore.

Les différences dans les taux de croissance pondérale, de longévité et de poids maximum atteint accentuent probablement la variabilité interspécifique des taux de mercure.

### C. — Contrôle du taux de mercure.

Pour l'albacore le taux de mercure augmente avec la taille et seuls les plus gros individus atteignent les deux seuils de 0,5 et 0,7 ppm (tableau 2). Du point de vue pratique le contrôle au débarquement pourrait donc ne concerner que les gros albacores. Mais la variabilité du taux de mercure augmente aussi

TABLEAU 2

*Distribution du mercure par classe de taille chez l'albacore*

Classe	0,20	21-40 kg	41-60 kg	61-80 kg	+ 80 kg
Nbre d'individus....	23	60	37	26	33
Taux moyen de Hg muscle .....	0,19	0,22	0,36	0,59	0,66
Ecart type .....	0,086	0,075	0,130	0,221	0,194
— 0,5 ppm .....	100 %	100 %	92 %	38 %	18 %
0,5 à 0,7 ppm .....	0	0	7 %	31 %	48 %
+ 0,7 ppm .....	0	0	0 %	31 %	33 %

avec l'âge ce qui complique le contrôle du taux de mercure en augmentant le nombre minimum d'individus à analyser pour obtenir une moyenne significative.

Il est aussi important de connaître la variabilité des teneurs en mercure de poissons pêchés simultanément dans un endroit donné.

Voici à titre d'exemple, les résultats de dosages effectués sur des thons pêchés simultanément dans le secteur des îles Annobon et Sao Thomé, en mars 1972 :

- 8 thons de 65 à 67 kg : 0,30, 0,36, 0,51, 0,56, 0,60, 0,91,  
1 ppm
- 3 thons de 81 kg : 0,26, 0,59, 0,62 ppm
- 4 thons de 94 à 95 kg : 0,49, 0,51, 0,60, 1 ppm

Bien que ces échantillons ne permettent pas une analyse de variance dans ce sens on peut noter à titre indicatif que les 8 albacores pêchés simultanément avaient une moyenne de 0,60 ppm (écart type = 0,24) alors que le reste de la classe 60-80 kg (18 poissons) a une moyenne de 0,58 ppm (écart type = 0,22).

L'écart type de cet échantillon homogène est aussi fort que celui de l'ensemble de la classe pêché dans le golfe de Guinée pendant un an.

En tout état de cause, l'hétérogénéité de la contamination, même pour des thons pêchés dans la même zone, rend très aléatoire le contrôle des cargaisons arrivant au port. Le taux de mercure ne peut pas s'estimer comme le degré de fraîcheur d'un lot de poissons pêchés en même temps et conservés dans des conditions identiques, pour lequel on peut admettre sans risque important d'erreur, que l'examen de quelques sujets suffira pour apprécier l'ensemble du lot.

Quoi qu'il en soit, la présence d'une quantité appréciable de mercure chez les thons de grande taille (même si la contamination moyenne est inférieure au seuil tolérable), requiert des éclaircissements sur l'importance relative de ces gros thons dans les captures annuelles des thoniers africains et français...

Si l'on s'en tient à la moyenne des trois dernières années, on constate que les individus d'un poids supérieur à 60 kg représentent environ 25 p. 100 du tonnage des captures de thon albacore (4) et que les gros spécimens de 70 kg et plus, ne constituent que 8 à 9 p. 100 du même tonnage...

En somme, l'échantillonnage de notre expérimentation comporte une proportion de gros thons très supérieure à la moyenne des captures de la flotte thonière. Il est donc vraisemblable que la moyenne de contamination du stock soit sensiblement inférieure encore à la moyenne de nos résultats ; de plus, il est nécessaire d'ajouter que l'albacore ne constitue pas la seule espèce pêchée. Le listao en particulier, occupe une place très appréciable, puisqu'il représente plus du tiers des captures totales de thonidés tropicaux, avec une très nette tendance à l'accroissement au cours des dernières années (23 p. 100 en 1969, 35 p. 100 en 1970, 44 p. 100 en 1971). Comme le listao est un poisson dont le poids est en général compris entre 3 et 8 kg, le pourcentage des gros thons se trouve encore diminué d'autant.

#### CONCLUSION

Si les résultats de la présente étude se trouvent confirmés dans l'avenir, une conclusion s'impose.

Si l'on s'en tient aux critères actuels d'appréciation de la toxicité du mercure, les taux de contamination des espadons et des marlins sont en moyenne très supérieurs aux normes légales européennes.

Par contre, malgré la présence de gros spécimens dépassant quelquefois le seuil de 0,7 ppm, l'albacore de l'Atlantique qui constitue la matière première principale des conserves de thon vendues en France, a une contamination moyenne bien inférieure au seuil de 0,5 ppm.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. ALDRIN (J. F.) et GRANDGIRARD (A.). — Qualité du thon albacore (*Thunnus albacares*): Essais d'appréciation par voie chimique. *Rec. Méd. Vét.*, 5, 1971, 147, 5.
2. BACHE (C. A.), GUTENMANN (W. H.) et KISK (D. J.). — Residues of total mercury and methyl mercury salts in lake trout as a function of age. *Science*, 1971, 172.
3. CARISANO (A.), RIVA (M.) et DAGHETTA (A.). — Méthode de détermination du mercure dans le thon. *Industria conserve* 46, 3, dans *FAO*, 1972, 23, 1-21.
4. COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DES THONIDES ATLANTIQUES. — Rapport de la réunion du groupe de travail spécial sur l'évaluation des ressources d'albacore. Abidjan, 12-16 juin 1972.
5. CUMONT (G.). — Dosage du mercure par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme. *Chimie analytique*, 1971, n° 10, 53.

6. CUMONT (G.). — Utilisation et consommation du mercure en France. Ebauche des problèmes sanitaires qui en découlent. *Rec. Méd. Vét.*, 1972, 148, 5.
7. CUMONT (G.) et VIALLEX (G.). — Mercure et toxicologie alimentaire. *Bull. Acad. Vét.*, 1972, 45.
8. F. A. O. — Rapport du comité du codex sur les poissons et les produits de la pêche. Bergen, 4-8 octobre 1971.
9. GILLESPIE (D. C.). — Mobilization of mercury from sediments into guppies (*Poecilia reticulata*). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 1972, 29.
10. HATCH (W. R.) et OTT (W. L.). — Determination of submicrogram quantities of mercury by atomic absorption spectrophotometry. *Anal. Chemistry*, 1968, 40, 14.
11. MATIDA (Y.) et KUNDA (H.). — Distribution of mercury in water, bottom mud and aquatic organisms of Minamata Bay, the river Agano and other water bodies in Japan. *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.*, Tokyo, 1969, 19.
12. PIRATI (D.), PIRAZZOLI (P.), GHERARDI (S.) et GUIDI (G.). — Recherches sur la présence de mercure dans le thon. *Industria conserve n° 1*, 1972 dans *FAO*, 1972, 23, 3-27.
13. THIBAUD (Y.). — Teneur en mercure dans quelques poissons de consommation courante. Sciences et Pêche, *Bull. Inst. Pêches mar.*, 1971, n° 209.
14. VON BERTALANFFY (L.). — Basic concepts in quantitative biology of metabolism. *Helgol. Wissen. Meeresunters.*, 1964, 5-37.

#### SUMMARY

*The Author gives an account of his researches as regards the rate in mercury of the albacore tunny-fish caught between Dakar and Pointe-Noire.*

*This rate increases according to the age and species.*

*If the contamination rate of swordfish and of marlins is on an average much superior to the european legal norms, that of the albacore fished in the atlantic ocean is inferior to the 0.5 ppm level.*

#### RESUMEN

*El autor da una relacion de sus investigaciones en enanto a la taza de mercurio del atun albacore atrapado entre Dakar y Puente negro.*

*Esta proporcion aumenta de acuerdo a la edad y especie.*

*Si la proporcion de contaminacion del per espada y del merlin es en promedio superior a las normas legales europeas esta del albacore pescado en el oceano atlantico es interior al nivel de 0.5 ppm.*