

L'oxygène dissous et la répartition des thons (albacore, listao et patudo) dans l'océan Atlantique

par Patrice CAYRÉ
chargé de recherches à l'ORSTOM
(Institut français de recherche en coopération)

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 23 457, ex 1

Cote : B

Introduction

Pendant très longtemps, on a souligné les corrélations étroites existant entre certains facteurs physiques ou chimiques et la répartition des espèces telle que l'on peut l'estimer par les captures qui en sont faites. Les facteurs ou paramètres les plus fréquemment cités, en raison essentiellement de la facilité de les mesurer en mer, sont la température, la salinité et l'oxygène dissous. C'est ainsi que nombre de corrélations ont été et sont encore calculées entre ces paramètres et certaines variables d'ordre biologique telles que, par exemple, la croissance, la reproduction ou la densité. Il faut cependant rappeler ici qu'une corrélation entre deux variables n'implique pas *a priori* l'existence d'une relation directe de cause à effet entre ces variables.

Nous avons vu dans un article précédent (*La Pêche maritime* n° 1300) que la température de l'eau pouvait, sous certaines conditions variables selon les espèces et leur stade de développement, être un facteur qui contrôle la répartition des thons dans l'océan, voire qui limite dans certains cas (valeurs extrêmes, stades larvaires) cette répartition.

A l'échelle de l'océan, la salinité en elle-même ne semble pas jouer un rôle déterminant dans la répartition des thons. Il convient cependant de faire exception de certaines situations particulières et locales dans lesquelles des valeurs extrêmes et anormales de salinité peuvent constituer un facteur limitant ; c'est ainsi que dans la baie de Biafra on peut observer de fortes dessalures locales engendrées par le débouché en mer de cours d'eau importants.

Quant à l'oxygène, la vie et le développement des poissons sont basés sur l'utilisation de cet élément. L'oxygène est présent dans l'eau de mer sous forme dissoute ; il est extrait et absorbé par le sang au niveau des branchies, alors que le gaz carbonique y est rejeté. L'oxygène est donc un élément vital pour les poissons en général et pour les thons tout particulièrement en raison de leur métabolisme très élevé. Plusieurs adaptations du système circulatoire des thons au niveau des branchies et des modalités particulières de respiration en rapport avec leur nage donnent à ces espèces une capacité d'extraction de l'oxygène dissous exceptionnellement élevée ; cette efficacité dans l'extraction de l'oxygène dissous peut donner ainsi aux thons la possibilité d'extraire jusqu'à 90 % de l'oxygène dissous dans l'eau alors que chez la plupart des autres espèces de téléostéens elle se limite à environ 30 %. On conçoit donc bien

l'intérêt qu'il y a à connaître et à comprendre dans quelle mesure les taux d'oxygène dissous rencontrés dans l'océan peuvent constituer un facteur limitant la survie et donc la répartition des différentes espèces de thons.

Des études de ce type revêtent un caractère essentiellement physiologique et éthologique ; elles nécessitent donc par leur nature, et pour tenir compte des contraintes liées à la taille et au comportement pélagique des espèces considérées ici, d'importants moyens matériels (appareillages divers, bassins d'expérimentation...); pour ces diverses raisons, ces expériences

Seuils de tolérance de l'albacore, du listao et du patudo

Après que l'on ait mis en évidence le fait que le taux de respiration (consommation d'oxygène) des thons en général est exceptionnellement élevé et de l'ordre de 2 à 10 fois celui d'autres poissons téléostéens dans des conditions d'activité comparables, il convenait de vérifier si certains taux d'oxygène rencontrés en mer pouvaient effectivement constituer un facteur limitant la présence des thons. A cet effet, un certain nombre d'expérimentations ont été faites soit sur certains tissus prélevés sur des thons, soit sur des individus vivants (essentiellement des listaos) pour vérifier comment différents taux d'oxygène dissous pouvaient affecter ces tissus ou le comportement et la survie des individus. Parallèlement, plusieurs formulations mathématiques ont été proposées pour calculer la consommation en oxygène selon différents niveaux d'activité, et pour diverses espèces de thon et tailles des individus. De l'ensemble de ces travaux, il ressort comme un fait certain que les trois espèces (albacore, listao et patudo) sont sensibles à des degrés divers aux concentrations d'oxygène dissous inférieures à certains seuils. Cette sensibilité extrême a été directement observée sur des listaos maintenus en capti-

viens ont donc essentiellement été réalisées aux Etats-Unis et de nombreuses références à ces travaux sont faites dans G.D. Sharp et A.E. Dizon (1978). Pour ne pas faire ici la synthèse détaillée de ces nombreux travaux souvent très spécialisés, nous nous bornerons à mentionner les résultats acquis concernant les besoins en oxygène des trois principales espèces de thons tropicaux (albacore, listao, patudo) et verrons ensuite comment se répartissent les captures de ces espèces en fonction des concentrations moyennes en oxygène dissous observées dans l'océan Atlantique.

vité ; on a pu vérifier ainsi que des taux d'oxygène dissous inférieurs à 3,5 mg O₂/l provoquent chez le listao une nage accélérée ; cette accélération a été interprétée comme un comportement de fuite à l'égard d'un milieu impropre à une vie normale de l'espèce.

Bien que des observations directes du type de celle décrite ci-dessus n'aient pu être faites sur les deux autres espèces (albacore et patudo), les taux d'oxygène minimums propres à la survie de ces espèces à diverses tailles ont pu être calculés et sont mentionnés dans le tableau ci-dessous (d'après Sharp, 1978) :

Espèce	Taille (LF en cm)	Tolérance limite inférieure de concentration en oxygène (ml/O ₂ /l d'eau)
Listao (<i>K. pelamis</i>)	50	2,45
	75	2,89
Albacore (<i>T. albacares</i>)	50	1,49
	75	2,32
Patudo (<i>T. obesus</i>)	50	0,52
	75	0,65

Taux d'oxygène dissous dans l'Atlantique et répartition des espèces

Sur un plan théorique, si l'on compare les valeurs des seuils de tolérance mentionnés ci-dessus avec les concentrations moyennes en oxygène dissous observées dans l'Atlantique à différentes profondeurs, on constate que :

— les taux d'oxygène dissous dans la couche de surface comprise entre 0 et 50 m de profondeur (fig. 1 a) sont presque toujours supérieurs aux seuils de tolérance des trois espèces. La concentration en oxygène dissous

telle qu'elle existe dans l'Atlantique dans cette couche de surface ne constitue donc pas un facteur qui limite la répartition des trois espèces (albacore, listao, patudo) dans cette couche d'eau ;

— à partir de 150 m, on peut observer (fig. 1 b) l'existence de deux vastes zones à faible concentration en oxygène (inférieure à 2,4 ml/l). Ces deux zones sont localisées dans la partie orientale de l'Atlantique et centrées respectivement sur les latitudes comprises

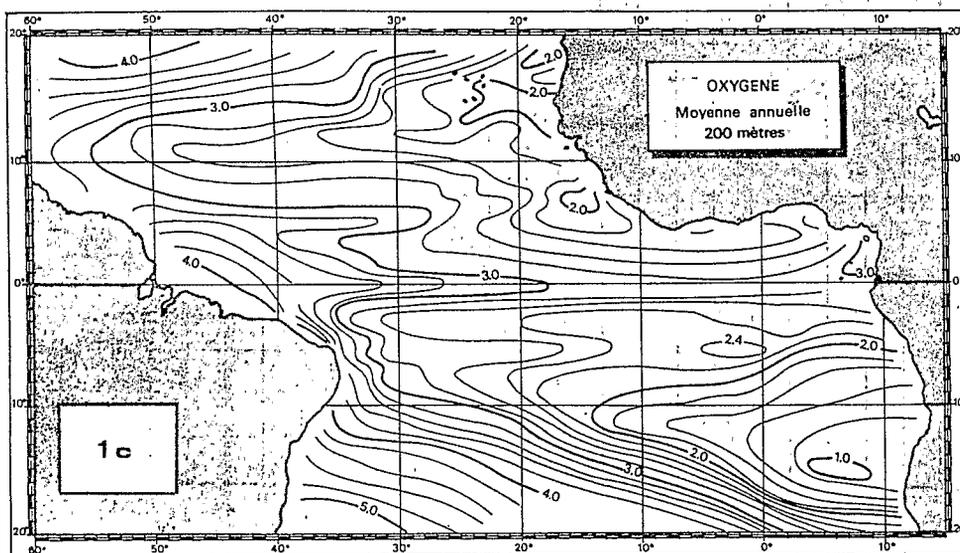
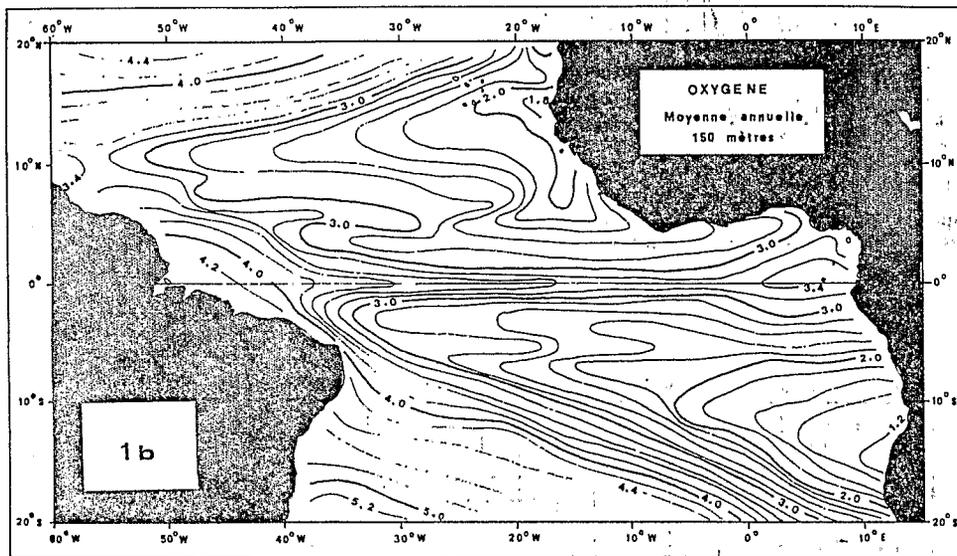
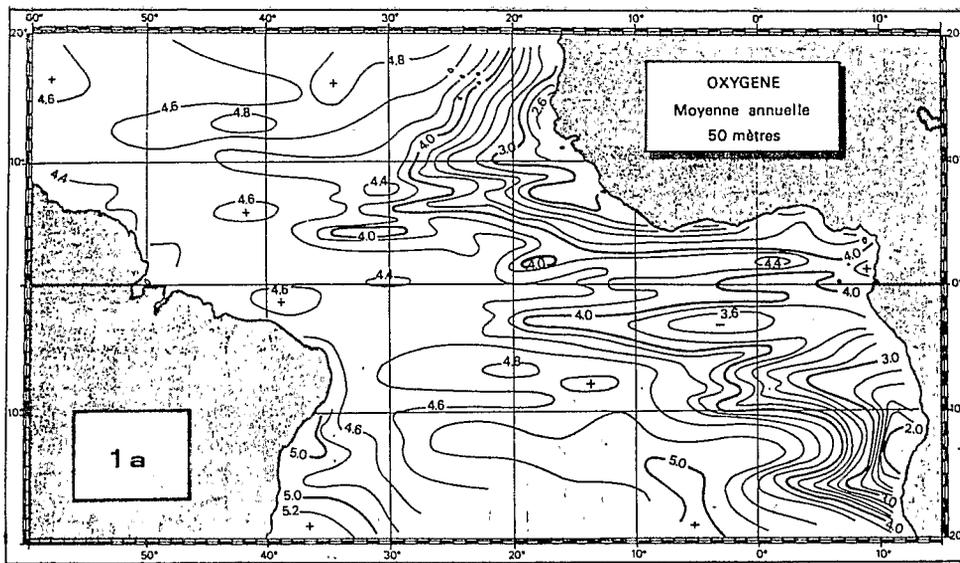


Fig. 1. — Répartition moyenne annuelle des taux d'oxygène dissous (ml/l) dans l'Atlantique à trois profondeurs : 50 m (fig. 1a), 150 m (fig. 1b) et 200 m (fig. 1c). On remarque que le taux maximum relatif se situe dans la zone équatoriale alors que les zones de concentration minimale se trouvent au large des côtes du Sénégal, et de la Guinée d'une part et de celles de l'Angola d'autre part (d'après MERLE, 1978)

entre 6° N. et 16° N. d'une part, et entre 6° S. et 18° S. d'autre part. En théorie donc, dans ces zones et à ces profondeurs, l'albacore devrait être rare, le listao absent, et seul le patudo pourrait y subsister. Quand on considère les couches d'eau encore plus profondes (fig. 1 c), la surface des deux zones « pauvres » en oxygène dissous est de plus en plus étendue au fur et à mesure que la profondeur augmente. Les taux d'oxygène dissous sont de plus en plus faibles jusqu'à 500 m de profondeur, profondeur à partir de laquelle ils remontent progressivement.

Sur le plan pratique maintenant, il est intéressant de comparer la localisation des captures des trois espèces avec les considérations théoriques exposées ci-dessus.

Listao : on sait d'après la répartition des captures des pêcheries thonières de surface (canniers et senneurs) que cette espèce est essentiellement limitée à la zone intertropicale. L'extension de la répartition de l'espèce dans la couche de surface dans les régions situées plus au nord ou plus au sud serait contrôlée alors par la température plutôt que par les taux d'oxygène dissous. En ce qui concerne la répartition en profondeur de l'espèce, elle est difficile à appréhender même par l'examen des captures palangrières seul engin à exploiter réellement les couches d'eau comprises entre 100 et 300 m de profondeur. En effet, bien que les captures de listao à la palangre existent notamment dans l'Atlantique central, elles sont très rares, car l'espèce est peu recherchée par les pêcheurs utilisant cet engin. Il est cependant clairement démontré que le listao ne peut subsister normalement dans des eaux dont la concentration en oxygène dissous est inférieure à 3 ml/l, même si de très brèves incursions en profondeur, notamment dans des eaux à faible teneur en oxygène, ont parfois été observées au cours d'expériences de marquage acoustique; ces expériences permettent en effet d'enregistrer précisément les déplacements des individus marqués dans leur milieu.

Albacore et patudo : nous n'insisterons pas sur la répartition de surface de ces espèces en rapport avec la concentration en oxygène. Comme pour le listao, l'oxygène n'atteint jamais, dans la couche d'eau considérée (0,50 m), des taux inférieurs à ceux correspondant aux seuils de tolérance de ces deux espèces.

L'extension nord et sud de la répartition de l'albacore serait contrôlée par d'autres facteurs dont notamment la température de l'eau (cf. *La Pêche maritime*, n° 1300). Quant au patudo, on sait qu'il est largement répandu jusqu'à des latitudes élevées (45° N.-45° S.) en raison de sa large tolérance aux basses températures.

Pour appréhender complètement l'extension de l'habitat de ces deux espèces, on ne peut se limiter à la seule répartition des captures faites par les engins de surface (cannier, senneur) dont l'efficacité se limite par définition à la couche d'eau comprise entre la surface et une centaine de mètres de profondeur. En revanche, les palangres dont l'utilisation est largement répandue depuis près de trente ans dans l'ensemble de l'Atlantique, y compris dans ses régions centrales, permettent d'ex-

exploiter les couches d'eau plus profondes. Deux types de palangre sont utilisés actuellement dans l'Atlantique pour la capture en profondeur des thons, des makaires et des espadons :

La palangre dite « classique », seul type de palangre employé dans l'Atlantique jusqu'en 1975, permet d'exploiter la couche d'eau comprise en gros entre 70 et 180 m de profondeur.

La palangre dite « profonde », dont l'utilisation a été introduite dans l'Atlantique en 1975 par les pêcheurs japonais, permet d'exploiter la couche d'eau comprise entre 70 et 300 m de profondeur.

L'examen de la répartition géographique des rendements en albacore et en patudo réalisés de 1956 à 1983 par les palangriers (fig. n° 2 et 3) amène à constater un certain nombre de différences fondamentales dans la répartition des deux espèces :

- les captures d'albacore sont essentiellement limitées aux zones équatoriale et subéquatoriale ;

- celles de patudo, bien que l'on en observe aussi dans la région équatoriale propice aux albacores, sont particulièrement intenses dans deux régions situées dans la partie orientale de l'Atlantique respectivement au large du Sénégal (entre 10° N. et 20° N.) et au large de l'Angola (entre 10° S. et 20° S.).

Par ailleurs, selon un certain nombre d'observations (pêches expérimentales) faites essentiellement dans les zones où le patudo est en abondance (Atlantique oriental Nord-Est), il semble aussi exister une différence notable dans la répartition bathymétrique des deux espèces :

- l'albacore devient de plus en plus rare au fur et à mesure que la profondeur augmente ; il est quasiment absent au-delà de 200 m de profondeur ;

- à l'inverse la densité de patudos augmente avec la profondeur et devient maximale entre 200 et 300 m.

Cette observation a été faite empiriquement dès les années 1975 par les pêcheurs japonais qui visent préférentiellement la capture du patudo, espèce beaucoup plus appréciée que l'albacore sur le marché japonais. C'est en effet vers les années 1975-1976 que les pêcheurs japonais ont commencé à utiliser la palangre profonde dans l'Atlantique. Comme nous l'avons mentionné plus haut, cet engin permet de pêcher jusqu'à environ 300 m de profondeur, au lieu des 180 m atteints par les palangres classiques, et donc d'exploiter préférentiellement le patudo.

Si l'on rapproche ces différentes observations de la répartition des taux d'oxygène dissous d'une part et de la valeur des seuils de tolérance respectifs des deux espèces à ce taux d'oxygène dissous d'autre part, l'hypothèse selon laquelle l'oxygène serait un facteur limitant la répartition des thons semble découler logiquement. En effet, les captures palangrières de l'albacore — espèce dont le seuil inférieur de tolérance vis-à-vis de l'oxygène est d'environ 2 ml/l — sont essentiellement limitées aux zones dans lesquelles le taux d'oxygène dissous est supérieur à cette valeur et

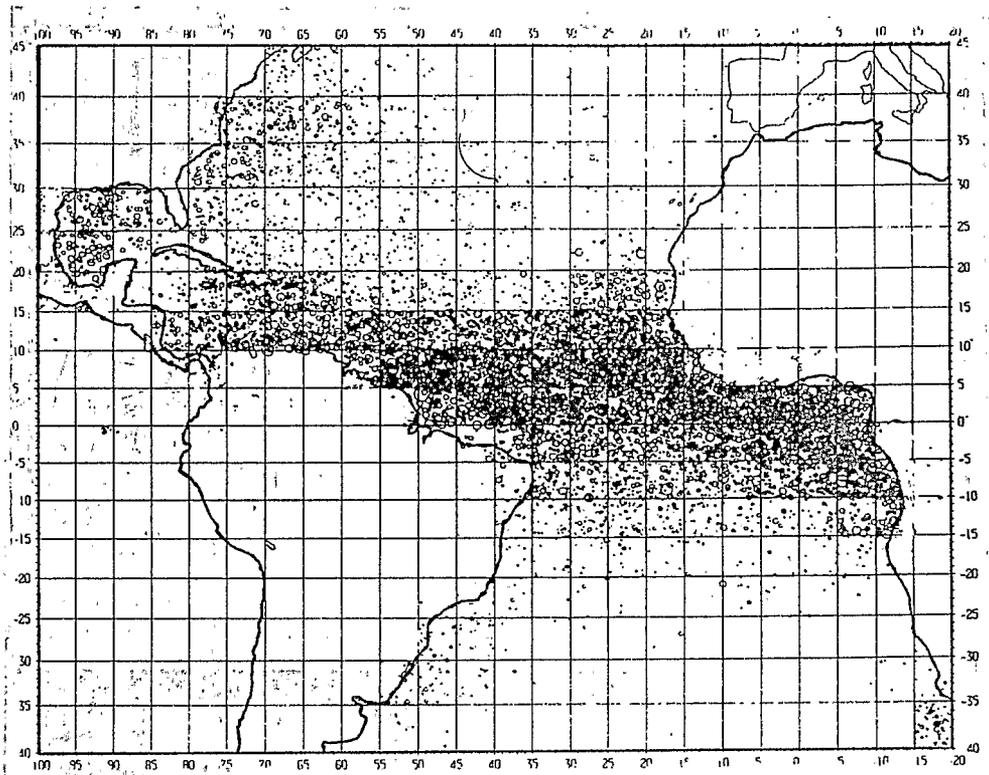


Fig. 2. — Cartographie de l'abondance en albacore estimée par les prises par unité d'effort (ou rendements) des palangriers ayant opéré dans l'Atlantique de 1956 à 1980

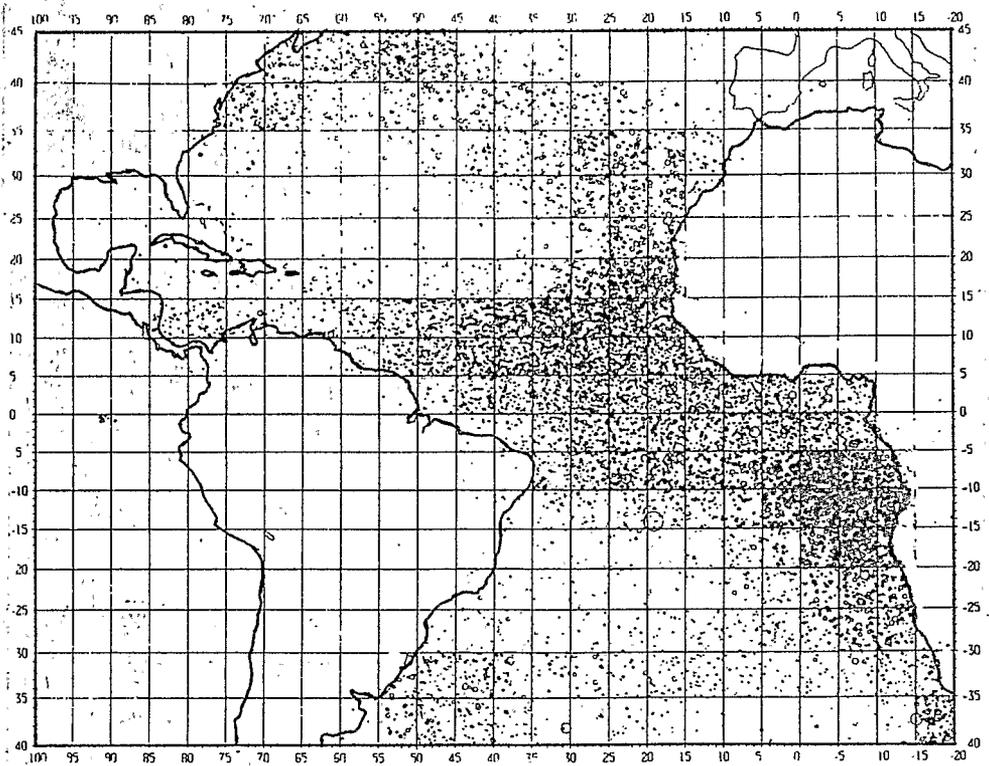


Fig. 3. — Cartographie de l'abondance en patudo estimée par les prises par unité d'effort (ou rendements) des palangriers ayant opéré dans l'Atlantique de 1956 à 1980

notamment à la région équatoriale où la concentration en oxygène dissous est maximale (figures n° 1 et 2). A l'inverse les patudos, moins sensibles aux faibles taux d'oxygène (seuil inférieur de tolérance égal à 0,5 ml/l), s'ils sont bien présents dans les « zones à albacore » se trouvent en abondance maximale dans les régions situées au large du Sénégal et de l'Angola où l'on observe des taux d'oxygène dissous minimums (fig. n° 1 et 3). Un phénomène similaire peut expliquer les différences observées dans l'extension en profondeur des deux espèces; en effet, le patudo déjà abondant dans les zones pauvres en oxygène (Sénégal et Angola) voit cette abondance augmenter avec la profondeur et la diminution corrélative du taux d'oxygène dissous.

Cette abondance maximale du patudo dans les zones à faible concentration en oxygène dissous pourrait s'expliquer en première analyse par l'hypothèse selon laquelle les patudos et certains poissons porte-épée étant parmi les rares espèces à pouvoir supporter ces basses concentrations en oxygène, ne se trouvent donc pas en compétition avec d'autres espèces pour coloniser ces régions de l'océan pauvres en oxygène dissous. Comme semblent le montrer des expériences de marquage acoustique, l'espadon (*Xiphias gladius*) serait capable, comme le patudo, de se maintenir pendant de longues périodes de temps dans un milieu à faible concentration en oxygène dissous. A cet égard, la relative similitude de la répartition des rendements palangriers en patudo (fig. n° 3) et de celle des rendements en espadon, *Xiphias gladius* (fig. n° 4), notamment dans les zones à faible concentration en oxygène dissous, semble supporter cette hypothèse.

Conclusion

La mise en évidence de seuils de tolérance à la concentration en oxygène dissous propres aux trois espèces (albacore, listao, patudo) et l'existence dans l'Atlantique de concentrations en oxygène parfois inférieures à ces seuils semblent indiquer que l'oxygène dissous est bien un facteur qui peut limiter directement l'habitat des thons. Les observations empiriques faites par le biais des captures confirment d'ailleurs en grande partie les théories déduites d'expérimentations en laboratoire. Il convient cependant de garder à l'esprit que les seuils de tolérance évoqués ne constituent pas une barrière absolue au passage des espèces considérées; comme l'ont montré des expériences de marquages acoustiques, des incur-

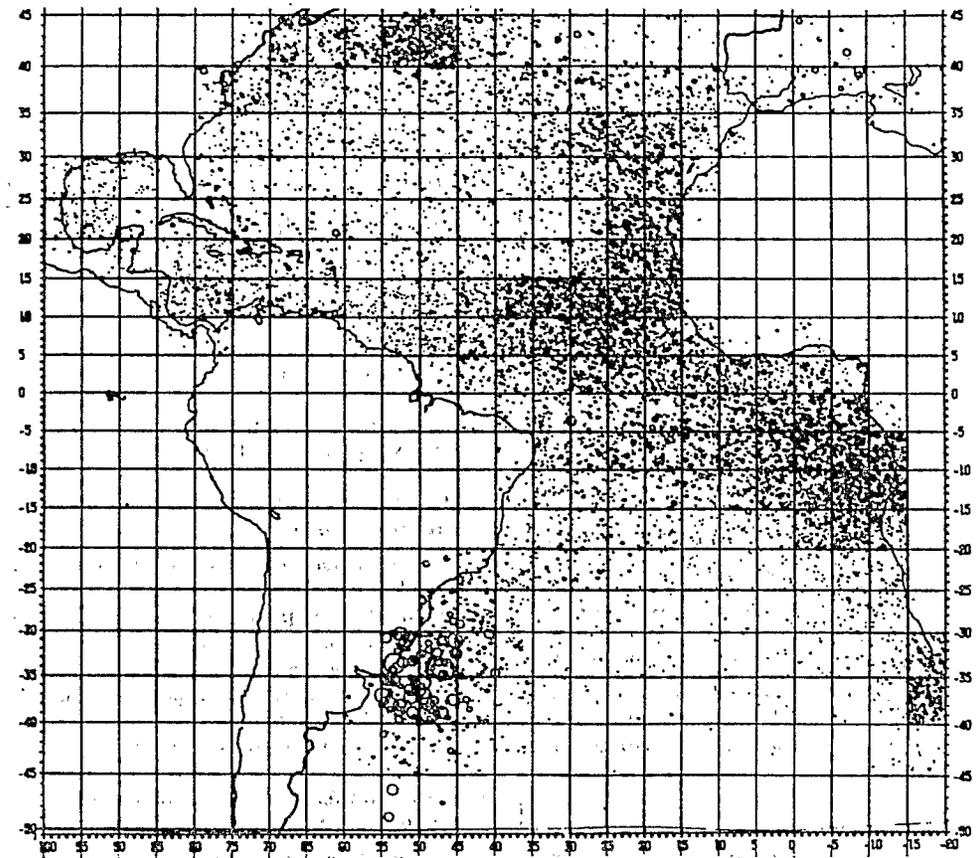


Fig. 4 — Cartographie de l'abondance en espadon (*Xiphias gladius*) estimée par les prises par unité d'effort (rendements) des palangriers ayant opéré dans l'Atlantique de 1956 à 1983

sions dans un milieu en théorie impropre à la survie des individus sont tout à fait possibles. Par ailleurs, si la teneur en oxygène constitue bien dans certains cas le facteur limitant l'habitat, il faut aussi souvent invoquer, comme nous l'avons vu, d'autres facteurs pour expliquer les limites de cet habitat. L'habitat, ou la niche écologique occupée par une espèce, est en fait déterminé par une combinaison complexe de multiples facteurs abiotiques (température, oxygène, etc.) et de facteurs biologiques (disponibilité en nourriture, compétition avec d'autres espèces...).

Enfin, en ce qui concerne l'oxygène seul de nombreux points restent encore à étudier; tel celui de savoir si ce qui importe pour un poisson c'est la concentration absolue en oxygène du milieu ou bien le taux d'oxygène dissous par rapport à la valeur théorique de la dissolution de ce gaz à saturation; cette dernière valeur dépend notamment étroitement de la température en y étant inversement

proportionnelle. Par ailleurs, il est probable que les besoins en oxygène varient avec la concentration du sang en hématies et donc selon de multiples paramètres susceptibles de faire varier cette concentration (température, salinité, sexe, stade de développement sexuel, croissance...).

RÉFÉRENCES

- CAYRÉ, P., 1986. — Les thons et la thermorégulation : comment et pourquoi les thons sont parfois chauds? *La Pêche maritime*, n° 1300, juillet-août 1986.
- MERLE, J., 1978. — Atlas hydrologique saisonnier de l'océan Atlantique intertropical. Travaux et documents de l'ORSTOM n° 82 : 184 p.
- SHARP, G.D. and A.E. DIZON, 1978. — Editors of: « The physiological ecology of tunas », Academic Press, 485 p.

sommaire

Editorial 59

ACTUALITÉ DES PÊCHES EN FRANCE

- Surprise au comité local des pêches du Guilvinec : Simon Le Pape élu président 62
- Concarneau : le *Tourmalet*, Ruban bleu 1986 des chalutiers semi-industriels 63
- Le marché du poisson perturbé par le froid 63

AUTRES ACTIVITÉS DE PÊCHE ET LEUR ENVIRONNEMENT

- Cultures marines : conchyliculture en mer ouverte et récifs artificiels : des stratégies nouvelles pour l'aménagement des ressources marines 64

COMMERCIALISATION

- Situation et tendances du marché des produits de la mer sur le MIN de Rungis 67

LES ACTIVITÉS DE PÊCHE A L'ÉTRANGER 71

ETUDES

- Licences de pêche et chalutage de fond en Méditerranée française, par E. Meuriot et P.-Y. Dremière 79
- Etat de l'élevage des salmonidés au Chili, par G. Bœuf et P. Reyes-Marchant 86
- L'oxygène dissous et la répartition des thons dans l'océan Atlantique, par P. Cayré 92

CONSTRUCTION NAVALE

- Le *Croix-Morand*, chalutier de 38 m construit par les CMN de Cherbourg pour l'armement Dheillemmes 96

NOUVEAUTÉS TECHNIQUES

- Mieux rentabiliser la pêche 98

BIBLIOGRAPHIE 102

LA PECHE MARITIME : 190 boulevard Haussmann, 75008 Paris

Tél. : (1) 45 63 11 55 (15 lignes) — Télex : rédaction Jomarmá 641544 — administration Navimar 290131

Adresse télégraphique : Navimar TT — CCP Paris 426.23

Le numéro : France 95 F (ht); autres pays 110 F

Fondateur: René Moreux. Présidents d'honneur: Christian et Olga MOREUX. Président: Serge MARPAUD. Vice-président: Pierre PELLETIER. Directeurs généraux: Pierre BONNEFONT, Jean GUÉNEAU. Rédacteur en chef: Alain-Yves PERROT. Secrétaire général de la rédaction: Bernard LAVAGNE. Rédacteur: Patrick de SAGAZAN. Chef de publicité: Norbert KAUFFMANN. Abonnements, diffusion: Catherine WADDINGTON.

Tous droits de reproduction, même partielle, par quelque procédé que ce soit, réservés pour tous pays. Copyright by Pêche maritime, 1987

66° ANNÉE — N° 1306 — FEVRIER 1987

MAR 1987

B 23457, 41
11 41