

**ASPECTS
DES RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES
DANS LE PACIFIQUE SUD
QUELQUES RÉSULTATS BIOLOGIQUES**

par MICHEL LEGAND

Océanographe biologiste

Centre d'Océanographie de l'Institut Français d'Océanie

PLAN

I. — PERSPECTIVES DU CENTRE D'OCÉANOGRAPHIE DE L'I.F.O. A NOUMÉA	3
II. — RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES MODERNES DANS LE PACIFIQUE SUD.	5
1° Travaux américains et opérations conjointes	5
2° Travaux japonais et russes	6
3° Travaux de pays non riverains	8
4° Travaux océanographiques dans le Sud-Ouest Pacifique .	8
III. — LA COOPÉRATION INTERNATIONALE POUR L'ÉTUDE DU PACIFIQUE SUD.	11
1° Les institutions engagées dans l'étude océanographique du Pacifique et leurs moyens d'actions	12
2° Les manifestations de coopération internationale dans le Pacifique Sud	15
IV. — QUELQUES RÉSULTATS ET PROBLÈMES DE LA BIOLOGIE DES EAUX PÉLAGIQUES DANS LE PACIFIQUE SUD	18
A. — Grands faits hydrologiques et pêche hauturière dans le Pacifique Sud.	18

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 1502 ep 1

25 MAR 1957

B. — L'estimation de la richesse en zooplancton	22
1° Étude quantitative du zooplancton	22
2° La migration diurne du zooplancton	26
3° Le zooplancton en zone équatoriale	28
4° Le zooplancton dans le nord-est de la mer de Corail .	30
5° Relations du zooplancton avec son milieu	36
6° Relations du zooplancton avec le necton	37
C. — La biologie des Thons.	37
1° Les Thunnidés du Pacifique et leurs modes de capture. La pêche à la longue-ligne.	37
2° Les recherches sur le Germon dans le Pacifique. . .	39
3° Le Thon à nageoires jaunes dans le Pacifique Sud. .	41
4° Relations entre les Thunnidés et le zooplancton . . .	44
V. — CONCLUSION	48
VI. — BIBLIOGRAPHIE	50

I. PERSPECTIVES DU CENTRE D'OcéANOGRAPHIE DE L'I. F. O. A NOUMÉA

Peu après la création à Nouméa de l'Institut Français d'Océanie par l'O. R. S. T. O. M., il y fut organisé dès janvier 1948 un Laboratoire d'Océanographie biologique, qui ne comprit d'abord qu'un seul chercheur, l'auteur de ces lignes; jusqu'en 1955, il en fut de ce Laboratoire comme de beaucoup de petites stations côtières dépourvues de matériel important et de personnel, et la seule orientation possible du travail y était l'étude de la faune littorale à partir des moyens de la pêche locale, moyens d'ailleurs limités à l'extrême.

En 1953, il lui fut adjoint un Laboratoire d'Océanographie physique; ces deux sections formèrent par la suite un Centre d'Océanographie qui pouvait disposer à partir de 1955 d'un navire de 23 m, l'*Orsom III*, et envisager le démarrage d'un programme de recherches en haute mer.

Dès lors, les travaux du Centre possédaient, par rapport à toute autre recherche française qui eût pu être projetée dans la zone pélagique du Pacifique Sud, l'avantage capital de la permanence des moyens d'exécution au sein même de l'aire à prospecter. Une des utilisations les plus naturelles de cet atout était d'attribuer une importance primordiale à l'étude des cycles annuels physiques et biologiques : on tendait en fait à rendre le facteur « temps » aussi important que le facteur « espace ». La caractérisation des masses d'eau et de leurs mouvements était conçue comme la base d'une étude aussi bien quantitative que qualitative des cycles dont elles étaient le théâtre.

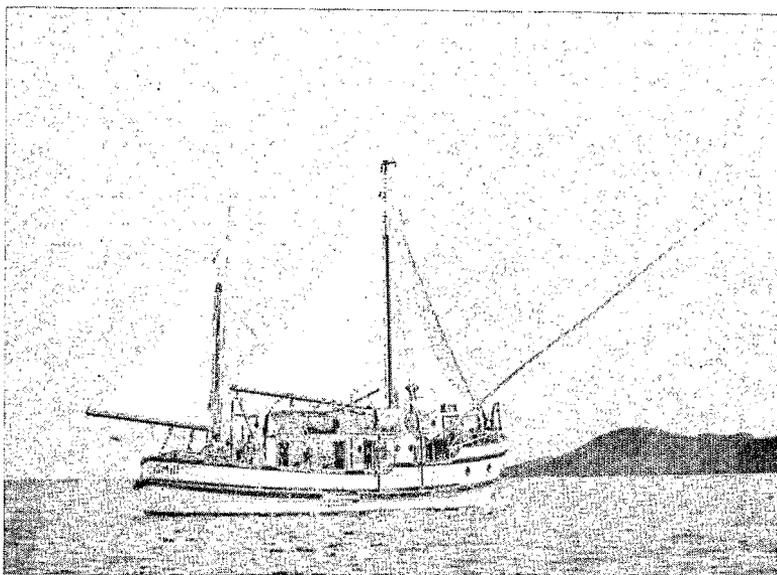
La possibilité d'entreprendre un tel travail dans cette région se révélait bientôt, en potentiel, une chance de premier ordre pour la recherche océanographique française. L'essor rapide de l'Océanographie américaine et l'importance toujours attribuée à cette science au Japon donnaient d'emblée

au Pacifique un intérêt primordial; une partie notable de l'effort russe s'exerçait dans le Pacifique Nord et tendait à déborder ce cadre; plus près de nous, l'Australie donnait récemment à ses océanographes des moyens qui ne seraient pas indignes d'une nation bien plus peuplée, pendant que la Nouvelle-Zélande accroissait, mais plus lentement, ses propres recherches. Intrinsèquement d'ailleurs, par sa surface énorme d'eaux libres et son potentiel de production, bordé des concentrations humaines les plus considérables du globe, déjà exploité par de puissantes nations maritimes et malgré cela bien mal connu relativement à l'Atlantique, l'océan Pacifique se devait d'être un pôle d'attraction pour l'Océanographie mondiale; si l'effort de pêche et de recherches était surtout grand dans sa partie Nord, le double appel des temps modernes pour de nouvelles ressources et de nouvelles connaissances devait tout naturellement concerner aussi sa moitié Sud.

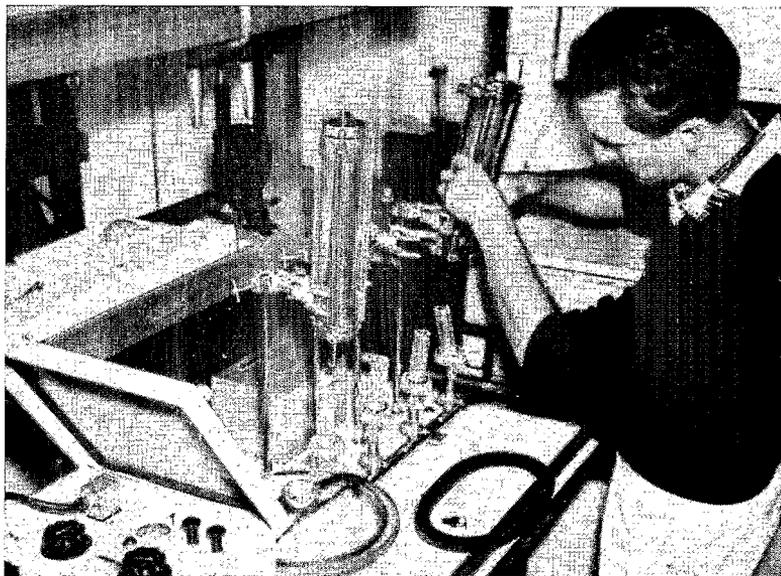
La présence de la France dans cette région est certes d'un assez faible poids sur le plan matériel, puisqu'elle n'y contrôle que de petits territoires de quelques dizaines de milliers d'habitants. Par contre, leur situation géographique est importante; de la Nouvelle-Calédonie située par 165° E, à la Polynésie française qui s'étend jusqu'à 130° W, s'inscrit la plus grande part du Pacifique Sud tropical. Les îles françaises appartiennent les unes au monde mélanésien, les autres au monde polynésien et sont reliées plus ou moins directement soit à l'Australie et à la Nouvelle-Zélande, soit à l'Amérique du Nord, aux Hawaii et peut-être bientôt à l'Amérique du Sud. Les bases matérielles nécessaires à une participation active de la France à l'effort océanographique dans le Pacifique se trouvaient donc en place avec de bonnes conditions de départ pour que cet effort soit intégré aisément dans un cadre international et devienne ainsi une source non négligeable d'influence française dans une région principalement anglo-saxonne et voisine du monde asiatique.

Plusieurs missions et travaux en zone littorale dans nos îles du Pacifique Sud représentaient dignement la science française moderne — et la mission Singer-Polignac qui étudie actuellement les récifs de Nouvelle-Calédonie est en somme l'épanouissement de cet effort. Des auteurs plus qualifiés ont décrit cet aspect de la recherche et je ne l'aborderai pas. Par contre, à peu près tout restait à faire dans les eaux du large. C'est mon objectif de dire ici dans quelle mesure et avec quels moyens le Centre d'Océanographie de l'I. F. O. a pu occuper — bien modestement certes, mais il l'a tout de même occupée — une place restée vide jusque-là dans une partie très ambitieuse, puisqu'elle se joue sur d'énormes distances. Bien sûr, l'avenir n'est pas sans problèmes, mais le départ est pris.

Enfin, si dans certains aspects du texte, j'évoque l'ensemble de l'Océanographie, physique et biologique, et l'ensemble du Pacifique, qu'il demeure entendu que, pour ne pas outrepasser trop les limites de ma compétence et de ma documentation, d'une part je détaillerai ceux des problèmes et des résultats biologiques qui ressortissent à mon activité, d'autre part l'aire géographique considérée sera le plus souvent limitée au Pacifique équatorial Nord et Sud et au Pacifique Sud tropical; je la désignerai ici, un peu improprement, par le nom de Pacifique Sud.



L'*Orsom III* rentrant de croisière.



Le laboratoire de l'*Orsom III* : filtration des échantillons d'eau après leur ensemencement en carbone 14 et leur incubation.

II. RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES MODERNES DANS LE PACIFIQUE SUD

Cette zone est restée longtemps une des régions du monde où la densité des observations océanographiques était la plus faible et où subsistaient des « blancs » très importants. Il y avait en cela une éclatante contradiction entre la recherche océanique et la recherche géographique, quand on se souvient de la place que tint dans l'histoire de la navigation la découverte des îles polynésiennes et mélanésiennes. Nous allons donc esquisser une description de l'effort de recherche moderne, du mieux que nous le permettra une documentation très insuffisante.

1° Travaux américains et opérations conjointes.

Nous examinerons ensemble les opérations conjointes et les opérations proprement américaines : car même les opérations internationales ne furent possibles qu'à partir d'initiatives américaines ou du moins en raison de la participation américaine.

Les travaux les plus récents des U. S. A. comprirent d'abord les croisières conjointes « Mid Pacific », « Northern Holiday », « Shellback », « Capricorn » et « Transpacific ». Elles visaient à une exploration géographiquement étendue, mais non synoptique de l'océan Pacifique. De plus, bien qu'un programme complet d'Océanographie ait été exécuté, elles cherchaient surtout à améliorer nos connaissances géologiques et bathymétriques. Puis eut lieu l'opération « Eastropic » qui groupait 5 navires dont un péruvien; elle étudia les parties centrale et orientale du Pacifique de septembre à décembre 1955, approximativement entre les latitudes 10° N et 10° S d'une part, la côte américaine et le 140° W, et même le 160° W, d'autre part. L'accent était mis cette fois sur les aspects hydrologiques et biologiques de l'étude de trois systèmes différents : le contre-courant équatorial, le courant équatorial sud et le courant subsurface, dit de Cromwell, et limite nord du courant du Pérou entre l'équateur et les Galapagos. En dehors des observations d'Océanographie physique et de Météorologie, on y entreprit systématiquement des mesures de phosphate, des traits de zooplancton et de chalut flottant Isaac Kidd, des mesures de production primaire par la méthode du C_{14} , des déterminations de chlorophylle.

D'août à octobre 1956 se déroula l'opération « Equapac ». Cette fois des navires de trois nations participèrent au travail : il s'agissait d'une exploration quasi synoptique à l'échelle du Pacifique, de la zone équatoriale de cet océan, approximativement de 120° E à 130° W, et la presque totalité des échantillons fut prélevée entre 20° N et 20° S. Au total 4 bateaux américains, 7 japonais et 1 français, l'*Orsom III*, exécutèrent cette énorme prospection : de nombreuses recherches de physique et de biologie furent entreprises; dans les réunions préliminaires, une standardisation assez précise de la plupart des méthodes de prélèvement avait été obtenue. Aux recherches déjà énumérées pour « Eastropic », s'ajoutèrent des prises d'échantillons pour mesures de radioactivité et analyses du deutérium.

On peut dire qu'« Equapac », dont seuls les résultats bruts sont actuellement parus, mais dont on peut attendre pour un avenir prochain les résultats généraux, constituera une des premières bases solides de nos connaissances sur la Biologie et l'Océanographie de cette région du monde (voir fig. 1).

Nous ne ferons que citer pour mémoire l'opération « Norpac », opération conjointe de grande importance, qui n'a pas concerné le Pacifique Sud et a été antérieure d'un an à « Equapac ».

Enfin, le dernier grand chapitre des recherches américaines dans la région du Pacifique qui nous intéresse est constitué par les recherches des Pacific Oceanic Fishery Investigations ou P.O.F.I., important organisme qui, centré aux Hawaïi, a travaillé autour de ces îles, mais beaucoup aussi dans le Pacifique équatorial et tropical Sud. L'activité à la mer des P.O.F.I. débuta en 1950; elle semble s'être ralentie récemment après leur transformation en « Bureau of Commercial Fisheries ».

Dans la période la plus dense de l'exécution du programme, les croisières furent effectuées par trois navires : le *Hugh M. Smith*, le *John R. Manning* et le *Charles H. Gilbert*, auxquels s'ajoutèrent parfois des navires de pêche affrétés. Des croisières d'essais de pêche systématiques à la traîne, à l'appât vivant et à la palangre flottante, aussi bien que des croisières océanographiques furent faites. En pratique, il était rare que les opérations ne fussent pas plus ou moins mixtes. Une partie importante des résultats a été publiée. Les recherches sur la technologie de la pêche et l'abondance des Thunnidés, leur biologie et leur comportement, avec ce qu'elles sous-entendent de connaissances physico-chimiques, furent les aspects principaux de ce programme.

Les travaux s'étendirent dans le Pacifique central jusqu'à la zone de la Polynésie française, surtout aux Marquises et aux Tuamotu où avait été vu un pôle d'intérêt possible pour la pêche hauturière américaine. De la fin de 1955 à août 1959, il y eut douze croisières P. O. F. I. autour de ces territoires; elles se poursuivent actuellement.

2^o Travaux japonais et russes.

Nous resterons malheureusement fort concis sur cette importante partie des activités océanographiques dans le Pacifique. Nous ne pouvons que supposer l'existence d'importants travaux chez ces deux nations, vu leurs moyens connus. Nos échanges avec elles sont trop peu denses, et il s'y ajoute la difficulté de langage et la date probablement trop récente de beaucoup d'opérations.

Cependant, le *Vitiaz* de l'Académie des Sciences d'U. R. S. S. fit en 1958, dans le cadre de l'Année Géophysique Internationale, une longue croisière entre Vladivostok et la Nouvelle-Zélande; il a donc exécuté la moitié de ses deux radiales dans la zone qui nous intéresse. A son voyage de retour, le *Vitiaz* s'arrêta à Nouméa et nous pûmes y constater qu'indépendamment d'un puissant équipement pour les recherches géologiques et bathymétriques, pratiquement toute espèce de recherche biologique et physique était entreprise dans les nombreux laboratoires du bord, comme

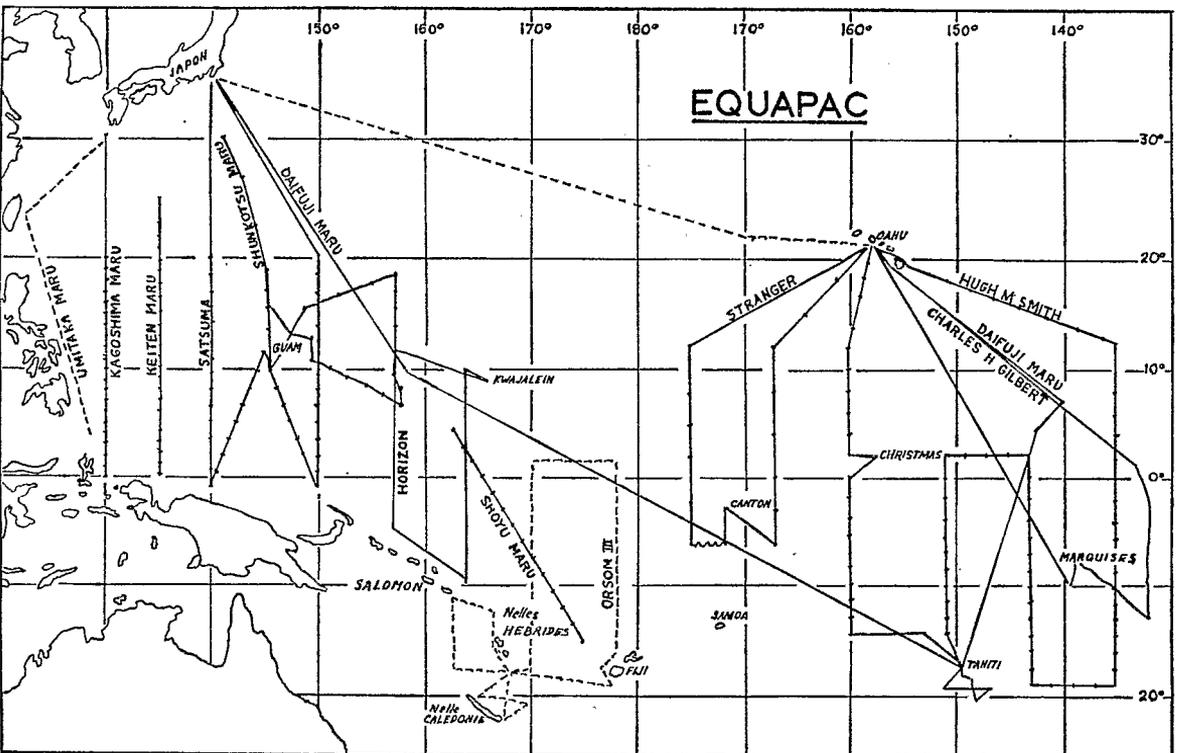


Figure 1.

Carte générale des croisières qui ont composé l'opération « Equapac » (d'après Ausrin, 1957).

dans les programmes américains, mais avec une variété peut-être plus grande encore de sujets abordés et une puissance de moyens considérable; la définition des zones traversées était aussi bien quantitative que qualitative.

3° Travaux de pays non riverains.

Il s'agit ici essentiellement de croisières panocéaniques bien connues; citons, pour les Suédois, l'*Albatross* (1947-1948) et, pour les Anglais, le *Challenger II* (1950), qui tous deux travaillèrent à travers le Pacifique, mais se consacrèrent surtout à l'étude des fonds.

Mais nous insisterons davantage sur la célèbre croisière danoise de la *Galathea* (1950-1952), qui traversa le Pacifique du Japon à l'Australie et de la Nouvelle-Zélande au Chili. Au programme de la *Galathea* étaient inscrits avec une haute priorité des dragages profonds qui ramenèrent des échantillons de faune jusqu'à 10 000 m. Cependant, un point du programme de la *Galathea* était particulièrement important pour ce qui nous préoccupe; c'était la première série de mesures à l'échelle océanique de l'activité photosynthétique par la méthode du C_{14} , tentée par STEEMAN NIELSEN. En ce qui concerne notre zone, les travaux se répartissent sur une radiale Nouvelle-Zélande-Californie. Dans les préoccupations quantitatives dont nous avons souligné l'importance pour les recherches océanographiques modernes dans le Pacifique, ce thème de recherche devait prendre une place primordiale. La croisière de la *Galathea* marque donc, à cet égard entre tous, une date essentielle de l'océanographie.

Indépendamment de l'échantillonnage de la faune benthique, travail qui était souvent fait avec une préoccupation quantitative, il nous faut signaler de très importantes recherches sur les bactéries d'eau profonde. Nous n'insisterons pas sur ce sujet, qui est en dehors des lignes de la plupart des programmes actuels, mais nous le citons en raison de sa grande importance dans la connaissance du cycle marin.

4° Travaux océanographiques dans le Sud-Ouest Pacifique.

Nous abordons maintenant la région où s'exerce directement l'activité du Centre d'Océanographie de l'I. F. O. Elle est essentiellement constituée par les mers de Corail et de Tasman, limitées par l'Australie, les archipels mélanésien (Nouvelle-Guinée, Salomon, Nouvelles-Hébrides) et la Nouvelle-Zélande, mais ces mers communiquent largement avec les masses d'eau du Pacifique et de l'Antarctique.

a) Travaux néo-zélandais.

L'Institut Océanographique néo-zélandais, créé en 1955, disposa pendant quelques années, pour plusieurs grandes croisières annuelles, du navire de recherche militaire *Tui*. Il fut récemment rendu indisponible pour la recherche civile et remplacé par un cargo affrété temporairement, le *Viti*. Ces deux navires ont entrepris l'exécution d'un programme varié, mais où l'accent était principalement mis sur la bathymétrie, la géologie sous-marine et l'étude du benthos. Actuellement, les croisières ont progressivement

rayonné de plus en plus loin autour de la Nouvelle-Zélande; elles se sont étendues jusqu'aux Fidji et aux îles Cook.

En dehors des études benthiques, les observations ont compris des mesures de température, de salinité, d'âge des eaux profondes basées sur la concentration en isotopes du carbone, quelquefois d'oxygène dissous et aussi des travaux de bactériologie et des recherches sur le plancton qualitatif.

b) *Travaux australiens.*

Les travaux de la Division des Pêches du C. S. I. R. O.*, récemment devenue Division des Pêches et d'Océanographie et basée à Cronulla à proximité de Sydney, représentent la plus grande part de l'activité océanographique dans cette région. Ce laboratoire disposa d'abord, en plus de quelques petits bateaux de recherches côtières, d'un schooner de 21 mètres à moteur auxiliaire : le *Derwent Hunter*. Les possibilités de travail à bord, très réduites, excluaient à peu près toute analyse immédiate. Mais à partir de 1958, la Marine australienne mit à la disposition de la Division deux frégates : le *H. M. A. S. Gascoyne* et le *H. M. A. S. Diamantina* pendant trois à quatre mois chaque année, l'une étant dévolue pratiquement à l'océan Indien, l'autre à l'océan Pacifique. Dès lors, les Australiens purent utiliser de puissants moyens de prélèvements et de travail à la mer et faire des stations profondes. Leur programme comprit systématiquement toute une gamme de recherches physico-chimiques et biologiques : bathymétrie, sels nutritifs, oxygène, zoo et phytoplancton quantitatifs, fixation du C_{14} , concentration en pigments. Le *Derwent Hunter* n'avait exécuté que quelques radiales au travers de la mer de Corail, mais le *H. M. A. S. Gascoyne* a déjà effectué deux grandes croisières couvrant toute cette région, approximativement jusqu'à 180° E et de l'équateur à 35° S.

C'est donc au développement récent d'un puissant programme de recherches systématiques en eaux profondes que nous assistons, à l'extrémité sud-ouest du Pacifique.

c) *Travaux français.*

Après avoir situé le cadre général dans lequel viennent finalement s'inscrire les recherches françaises en zone pélagique, voyons maintenant leur caractère et leur extension.

1° Une première partie en est formée par des stations océanographiques occupées par les stationnaires de la Marine nationale *Tiare* et *Lotus* dans les eaux calédoniennes et polynésiennes, et par des prélèvements de surface effectués à la fois par des navires de commerce et de guerre; toute cette activité est patronnée par les C. L. O. E. C. de Nouméa et de Papeete en étroite collaboration avec le Centre d'Océanographie de l'I. F. O. qui effectue la plupart des analyses et a une responsabilité importante dans l'organisation des programmes. Ces prélèvements couvrent une zone de plus en

* Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, équivalent australien du C. N. R. S. français.

plus vaste du Pacifique Sud, mais les seules opérations biologiques qu'ils comprennent sont des observations systématiques de Cétacés et de vols d'oiseaux de mer.

2^o La seconde partie, quantitativement la plus importante, est formée par le programme de travail en haute mer de l'*Orsom III*.

Les observations et prélèvements comprennent systématiquement les points suivants :

- *Caractères physiques de l'eau et dynamique* : salinité, température, densité, transparence et courants géostrophiques.
- *Caractères chimiques de l'eau et sels nutritifs* : pH et alcalinité totale, carbonates, CO₂ total, oxygène, phosphate.
- *Cycles biologiques* :
 - I. *Phytoplancton, production primaire* : activité photosynthétique par la méthode C₁₄, mesure des pigments planctoniques, phytoplancton qualitatif;
 - II. *Zooplancton* : mesure des volumes, comptages par groupes;
 - III. *Necton* : comptages des larves de poissons bathypélagiques du zooplancton.
- *Étude des grandes espèces pélagiques du necton* : population et biométrie des Thons, contenus stomacaux, cycle sexuel, pêche et répartition.

Les stations physico-chimiques sont occupées tous les 60 milles jusqu'à 1 200 mètres de profondeur; les stations biologiques sont reliées autant que possible aux précédentes; leurs espacements sont actuellement jusqu'à deux fois plus petits et leurs profondeurs sont de 300 mètres pour le zooplancton et de 100 mètres pour le phytoplancton. Les études sur les Thunnidés portent sur des Thons à nageoires jaunes ou des Germons pris par l'*Orsom III* à la traîne ou à la longue-ligne japonaise.

Dès le début des croisières, presque tous les points énumérés ci-dessus furent abordés; cependant, ce n'est qu'un peu plus tard que furent démarrées les recherches sur les pigments et l'an dernier celles sur le phytoplancton qualitatif — d'ailleurs bientôt interrompues par le départ aux armées du titulaire.

L'activité de l'*Orsom III* débuta pratiquement en 1956 avec sa participation à « Equapac »; le secteur de recherches qui lui était attribué comprenait, d'une part, deux radiales le long des 170° E et 177° E de 1° N (îles Gilbert) à 15° S et, d'autre part, un quadrilatère inscrit entre Port Vila, les îles Loyauté, le nord de la Nouvelle-Calédonie, les Santa Cruz et les Salomon.

En 1957, un certain nombre de stations furent occupées de part et d'autre de la partie sud de la Nouvelle-Calédonie, jusqu'à environ 250 milles de celle-ci, mais surtout de nombreuses séries de stations zooplancton de 12 à 24 heures, à point fixe, furent effectuées et les essais longue-ligne démarrèrent.

En 1958, deux grandes croisières, « Astrolabe » et « Boussole », couvrirent

le bassin Nouvelle-Calédonie, Nouvelles-Hébrides jusqu'aux Salomon, la première s'étendant à l'ouest, jusqu'à environ 400 milles de la Nouvelle-Calédonie.

En 1959, le programme comporta une grande croisière, « Choiseul », au sud de la Nouvelle-Calédonie, entre 21° S et 27° S, 162° E et 172° E, deux courtes croisières purement hydrologiques dans l'est et le sud-ouest de la région sud de l'île entre 163° E et 171° E, deux croisières longue-ligne et des stations de 24 heures pour la production primaire.

En 1960, ont été exécutées : deux grandes croisières, « Dillon » et « Épi », sur des itinéraires identiques entre les îles Chesterfield, les Salomon et le nord de la Nouvelle-Calédonie, des stations de 24 ou 48 heures pour le zooplancton et la production primaire, une sortie longue-ligne, une courte croisière à programme complet à 300 milles dans le sud-ouest de Nouméa.

Il faut ajouter à cette liste des croisières assez nombreuses de pêche à la traîne en eau profonde, mais à proximité immédiate du récif.

Le bilan des opérations peut être ainsi résumé :

	Nombre de stations occupées					
	1956	1957	1958	1959	1960	Total
Hydrologie	60	34	93	53	70	310
Production primaire*	25	0	58	38	121	242
Zooplancton*	49	13	97	0	113	272

On voit que la participation à l'Année Géophysique représentée essentiellement par l'activité de 1958 était très importante. La figure 2 montre à titre d'exemple le programme effectué pendant la croisière « Astrolabe » et en même temps donne une idée de l'aire prospectée.

III. LA COOPÉRATION INTERNATIONALE POUR L'ÉTUDE DU PACIFIQUE SUD

Nous venons ainsi de passer en revue les activités en haute mer des différentes nations dans le secteur qui nous intéresse. Un certain nombre des travaux cités concernait la participation à des actions conjointes et ressortissait à la coopération internationale. Reprenant rapidement la liste des nations en cause, en répétant quelquefois au besoin, sous forme résumée, les données déjà citées, je vais d'abord exposer ce que nous savons des moyens de travail en présence, avant de décrire les liens qui se sont formés entre diverses institutions.

* Les séries de stations de 12, 24 ou 48 heures ont été comptées chacune pour une seule station, bien qu'elles aient comporté un nombre variable et assez grand d'opérations.

D'autre part, on a pris ici pour caractériser l'activité phytoplancton — production primaire les seules stations « C₁₄ ».

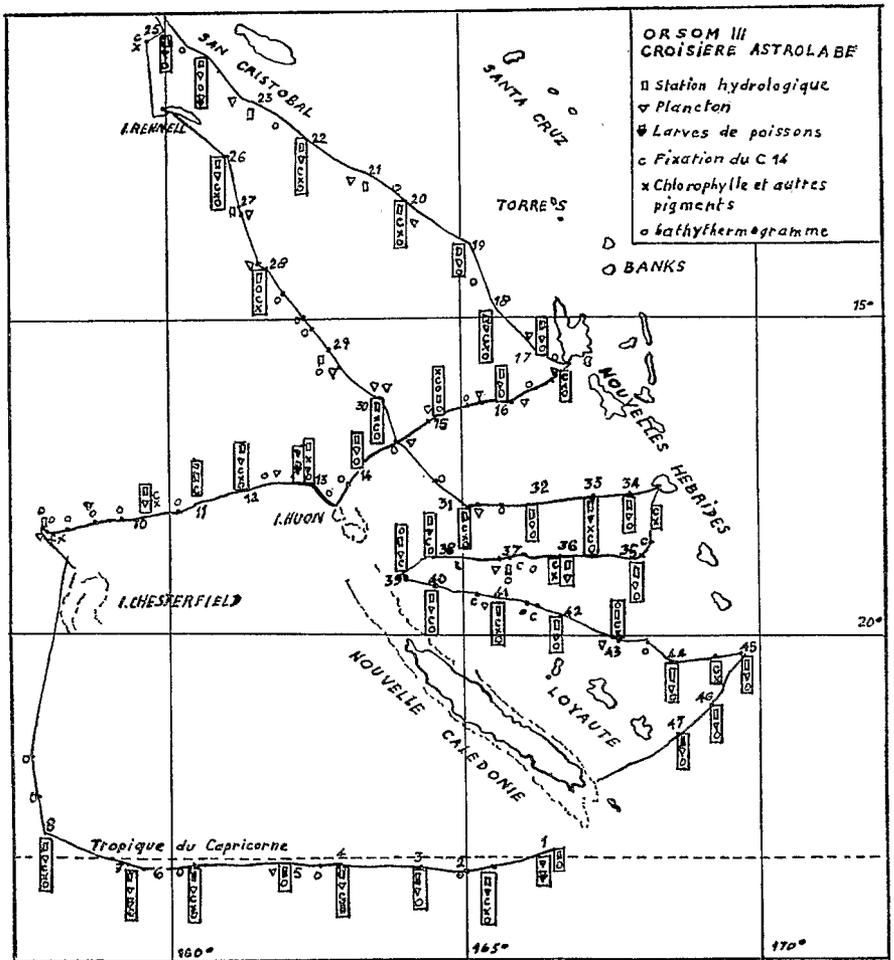


FIGURE 2.

Itinéraire et prélèvements de la croisière de l'Orsom III « Astrolabe » (mai-juin 1958). Cette carte est donnée comme représentation à la fois de la zone de travail normale de l'Orsom III et du programme habituel de ses travaux à la mer.

1° Les institutions engagées dans l'étude océanographique du Pacifique et leurs moyens d'actions.

a) U. S. A.

Deux institutions principalement ont été engagées dans les recherches que nous avons énumérées. Ce sont :

La *Scripps Institution of Oceanography* (La Jolla, Californie). Le *Baird*, l'*Horizon* et le *Stranger* ont participé à « Capricorn », « Eastropic » et

« Equapac ». Ces navires de la Scripps ont 40 à 45 mètres de long, peuvent transporter 30 à 40 personnes et sont complètement équipés du point de vue scientifique. Notons, entre autres navires de la Scripps pour la période considérée, le *Crest* un peu plus petit et le *Paolinat* de 24 mètres.

La Scripps dispose de puissants laboratoires et comprend un nombre de chercheurs qui peut être évalué à environ 75, sans surestimation.

Les *Pacific Oceanic Fishery Investigations* devenues Bureau of Commercial Fisheries du Fish and Wildlife Service (Honolulu, Hawaii). Dans leur période la plus active, les P. O. F. I. qui ont participé à « Eastropic » et « Equapac », et effectué la majeure partie des travaux concernant notre secteur d'intérêt, ont mis en service trois navires de 30 à 45 mètres : le *H. M. Smith*, le *J. R. Manning* et le *C. H. Gilbert*; jusqu'à 20 chercheurs ont travaillé dans cette institution. Ces moyens sont nettement réduits actuellement.

En dehors de ces deux institutions, on peut citer l'Inter-American Tropical Tuna Commission (La Jolla, Californie), qui a effectué beaucoup de travaux importants en particulier sur les Thunnidés, diverses sections de l'Université d'Hawaii et du Fish and Wildlife Service, le California Fish and Game, etc.

b) JAPON.

Nous avons dit plus haut que nous ne possédons que très peu de détails sur les travaux et les moyens japonais. De leur participation à « Equapac », de diverses données dans les publications reçues, nous pouvons déduire qu'ils sont très importants, sans pouvoir préciser quelle part exacte d'activité concerne le Pacifique équatorial ou sud tropical. L'International Directory of Oceanographers cite une liste de plus de 170 noms pour ce pays; nous pouvons penser qu'elle n'est pas complète et que les chercheurs qui la composent sont presque exclusivement consacrés au Pacifique. Ont participé à « Equapac » les navires suivants, dont plusieurs au moins sont de grosses unités : *Umitaka Maru*, *Kagoshima Maru*, *Keiten Maru*, *Satsuma Maru*, *Shunkotsu Maru*, *Dai Fuji Maru*, *Shoyu Maru* et les institutions suivantes : Japanese Hydrographic Office, Tokai Regional Research Laboratory, Faculty of Fisheries (Kagoshima University), Shizuoka Fisheries Laboratory, Tokyo University of Fisheries, Nagoya University, Japanese Meteorological Agency, Geophysics Institute (Tokyo University).

Ces indications, qui ne visent aucunement à constituer une évaluation des moyens, nous font penser que la part du Japon à l'étude du Pacifique Sud est ou sera considérable, d'autant plus que les pêcheurs de ce pays y sont déjà très actifs, et sont souvent précédés ou accompagnés de navires de recherche appliquée.

c) RUSSIE.

De divers côtés, on annonce l'apparition proche ou déjà réalisée de la pêche hauturière russe hors des zones septentrionales et tempérées du Pacifique. Sur le plan scientifique, ce que nous avons vu de l'activité du *Viltiaz*, dans sa croisière A. G. I., était impressionnant : 60 chercheurs et techniciens sur un navire de 5 600 tonnes remarquablement équipé, cela représentait

un potentiel de travail considérable. Le navire et l'expédition dépendaient de l'Académie des Sciences d'U. R. S. S.

d) NATIONS EXTÉRIEURES AU MONDE PACIFIQUE.

Nous ne reviendrons pas ici sur les navires et les chercheurs qui ont fait des croisières célèbres, mais épisodiques, dans notre zone, comme la *Galathea*, l'*Albatross*, le *Challenger II*. Ils sont d'ailleurs en général très bien connus et nous limiterons notre propos actuel aux nations travaillant régulièrement dans le Pacifique.

e) AUSTRALIE-NOUVELLE-ZÉLANDE.

L'organisme le plus important du sud-ouest Pacifique est sans conteste la Division des Pêches et d'Océanographie du C.S.I.R.O. (Cronulla N.S.W.). Elle comprend en fait deux sections : la section d'Océanographie et la section des Pêches dont la séparation tend actuellement à devenir de plus en plus nette. La première possède des laboratoires de dynamique, d'hydrologie, d'électronique, de biochimie, de production primaire, de zooplancton, de phytoplancton, de bactériologie et de benthologie. La deuxième possède en particulier un laboratoire important d'étude du comportement des poissons; d'autres services sont consacrés à la systématique, aux Thunnidés, aux Cétacés, etc. La Division dispose d'ateliers importants, capables de construire une grande variété d'instruments de prélèvements.

Nous avons dit plus haut que l'Australian Navy mettait à la disposition des océanographes australiens deux frégates toutes équipées, pourvues d'un spacieux laboratoire conditionné, pour des périodes annuelles de trois à quatre mois. Il s'y ajoute, entre autres, le *Derwent Hunter*, qui exécute désormais un programme limité, et un cotre à moteur.

Le budget annuel est d'environ 2 400 000 NF, les frégates ne coûtant que leur matériel d'équipement scientifique et les frais de missions des chercheurs.

L'Institut Océanographique de Nouvelle-Zélande affrète actuellement quatre mois par an un navire commercial, le *Viti*, qui a été puissamment équipé pour les recherches de bathymétrie et de géologie profonde. En outre, le *H. M. N. Z. S. Endeavour* fait quelques croisières océanographiques vers la Polynésie. L'Institut qui groupe environ douze chercheurs aura, pour l'an fiscal prochain, un budget de 1 400 000 NF, dont un peu moins du tiers est réservé à l'affrètement du *Viti**.

f) NOUVELLE-CALÉDONIE.

Le Centre d'Océanographie est une des sections de l'Institut Français d'Océanie, Institut polyvalent comprenant également des laboratoires orientés vers les problèmes agronomiques, un laboratoire d'hydrologie et un laboratoire de géophysique, pourvu d'une station sismique. Le Centre n'a donc pas de budget autonome. L'évaluation précise de ses moyens est difficile, puisqu'il partage avec les autres laboratoires de l'I. F. O. un certain

* Il faut remarquer que le coût de la vie est presque deux fois moins élevé en Australie et en Nouvelle-Zélande qu'en Nouvelle-Calédonie. Les salaires y sont aussi bien plus bas. On doit en tenir compte dans la comparaison des moyens financiers.

nombre de dépenses administratives et matérielles. Toutefois, on peut estimer son budget actuel à un ordre de grandeur de 600 000 à 700 000 NF. Il comprend un effectif théorique de cinq chercheurs (l'un étant actuellement sous les drapeaux), dont un seul physicien, et de cinq techniciens. Nous avons suffisamment parlé précédemment de ses points d'intérêt et de son navire. Précisons que, si le laboratoire de l'*Orsom III* permet l'exécution à bord de toutes les analyses et mesures que nous avons énumérées, ses moyens de prélèvement sont pauvres en puissance et limités en profondeur. La taille du navire, son état et, plus encore, sa faible vitesse réduisent fortement l'aire normale de travail et aussi la régularité des observations.

2° Les manifestations de coopération internationale dans le Pacifique Sud.

Je n'évoquerai pas ici les actions coopératives générales comme l'A.G.I., à laquelle tous les organismes cités ont participé activement.

a) *Expéditions conjointes.*

Je n'insisterai pas non plus sur « Eastropic » qui ne fut internationale que par la participation d'un navire péruvien, ni sur « Norpac », puissante opération conjointe, qui groupa des navires de trois pays mais se limita au nord du Pacifique. Par contre, « Equapac » engagea sur toute l'étendue du Pacifique équatorial et tropical des bâtiments de plusieurs nations, dont le nôtre. Je ne reviendrai pas ici sur son programme, mais plutôt sur les conditions dans lesquelles il a été conçu et exécuté.

Des réunions préliminaires, des contacts épistolaires nombreux, le partage entre différents spécialistes des travaux d'exploitation, des accords précis de standardisation sur certains aspects des méthodes de prélèvement ou d'interprétation à employer, eurent lieu et permirent l'obtention de nombreuses données comparables. Malgré les imperfections dont on a pu se rendre compte *a posteriori*, on peut attendre, pour un avenir proche, une somme remarquable de connaissances sur les grands mouvements d'eaux équatoriales et leur biologie.

Ceci n'a été possible que par la prise de conscience simultanée chez les divers participants de la nécessité de coopérer. L'acquisition des résultats est pour l'océanographe — et aussi pour ceux qui financent son travail — si chère, si difficile, souvent encore l'objet de tant d'incertitudes, qu'il ne peut pas ne pas être avant tout obsédé par la faiblesse et la précarité de ses moyens, si grands soient-ils. Comment ce sentiment ne serait-il pas maximum dans le Pacifique, le plus étendu, le plus profond et un des plus mal connus des océans du monde, théâtre énorme de phénomènes strictement océaniques (les plateaux continentaux et les hauts fonds ne représentent qu'une infime partie de sa surface). Le sentiment des rivalités nationales concevable et, au fond, assez instinctif dans d'autres régions et d'autres disciplines (et heureusement de plus en plus, en d'autres temps), devient là une absurdité évidente à l'esprit le plus fermé. La charge des travaux à faire pour aboutir à la connaissance, dans chaque secteur de la recherche si limité qu'il soit, est souvent si lourde que chacun ne peut raisonnablement espérer

de succès personnel qu'après l'acceptation d'un partage. Dans un autre ordre d'idées, le biologiste constatera par exemple que des prélèvements faits au cours d'une même croisière seront souvent difficiles à relier, du début à la fin de celle-ci : la vie des organismes marins a gagné de vitesse son observateur. La recherche d'opérations quasi synoptiques devient donc un impératif biologique, cependant que la connaissance simultanée de l'évolution saisonnière — entre autres — des masses d'eau, théâtre des cycles observés, est une autre nécessité.

Bien sûr, répétons-le, tout ceci est vrai partout, mais a une plus grande évidence dans le Pacifique, et y exerce une pression psychologique bien plus forte sur l'esprit des chercheurs.

Il est encore un aspect des opérations conjointes dont nous n'avons pas parlé. La coopération ne s'est pas seulement manifestée à l'échelle des bateaux ou des institutions, mais elle a comporté aussi des échanges de chercheurs. Citons les exemples qui nous touchent de plus près. *L'Orsom III* fit « Equapac » avec à son bord un chercheur australien du C. S. I. R. O., H. R. JIRTS, chargé des mesures de production primaire. Par contre, trois des chercheurs du Centre d'Océanographie de Nouméa embarquèrent sur des navires étrangers : M. ANGOT fut, lui aussi, un participant à « Equapac » et fut chargé des mesures de production primaire à bord du H. M. SMITH de la P. O. F. I. Il avait précédemment embarqué sur l'*Horizon*, pendant « Eastropic », et sur le *Scofield* du California Fish and Game. H. ROTSCHE avait en charge les études sur la chimie de l'eau de mer, les matières en suspension et les pigments à bord du *Spencer F. Baird* pendant la croisière « Capricorn ». Enfin, R. DESROSIÈRES avait la responsabilité du travail biologique lors d'une récente croisière du navire australien *H. M. A. S. Gascoyne*.

b) Coopération dans les mers de Corail et de Tasman.

L'esprit dont « Equapac » et « Norpac » ont été des manifestations spectaculaires a très rapidement prévalu dans les relations des trois laboratoires du Pacifique Sud-Ouest. Australiens, Néo-Zélandais et Français se sont rencontrés officiellement déjà deux fois, à Cronulla en août 1958 et à Wellington en septembre 1960, sous l'égide de l'U. N. E. S. C. O., qui prit en charge les frais des conférences, et ils essayèrent d'y rendre efficace leur désir de collaboration.

Entre notre laboratoire et les Australiens, les raisons de coopérer furent rapidement nombreuses; le démarrage de nos recherches production primaire, marqué par la participation de H. R. JIRTS à « Equapac » sur *l'Orsom III*, se fit avec l'assistance constante des Australiens : séjour de M. ANGOT à Cronulla, passages des chercheurs australiens à Nouméa, comptages de nos échantillons par le C. S. I. R. O., nombreuses discussions des résultats et des techniques de travail. Cette coopération était également précise dans le domaine de la physique et des autres secteurs biologiques : par exemple les Australiens construisirent plusieurs fois du matériel pour nous.

Des accords furent réalisés à Cronulla sur divers points et des orientations communes dégagées. Immédiatement après, le C. S. I. R. O. assumait la spécialisation de R. DESROSIÈRES dans le phytoplancton de la mer de

Corail, et au bout d'un an de stage — permis par une bourse de la F. A. O. — celui-ci vint prendre place parmi nous. En dehors d'accords sur l'exploitation des observations superficielles et l'expression des résultats hydrologiques, il fut décidé d'envisager une opération conjointe, « Tasmapac », pour l'exploration des mers de Corail et de Tasman.

A Wellington, cette opération fut jugée dépassée dans sa conception primitive; une nouvelle conception vit le jour, nettement plus ambitieuse, mais au contraire légèrement prématurée. Par contre, le travail fait à Wellington fut très précis sur beaucoup de points : échanges périodiques d'informations précises sur le matériel nouveau acheté ou construit, nombreuses opportunités envisagées d'échanges de chercheurs lors des croisières des trois laboratoires, publications de cartes des observations faites par les trois pays, diffusion plus rapide, à l'intérieur de la région, des résultats obtenus, étude en étroite collaboration des convergences tropicales et subtropicales et des dorsales de Lord Howe et de Norfolk.

Une remarque était à faire : d'une manière générale, toute question d'échelle mise à part, les programmes australien et français étaient assez semblables dans leurs grandes lignes, mais il en était différemment du programme néo-zélandais, primitivement orienté, d'une part vers des problèmes plus locaux que régionaux, d'autre part surtout vers la géologie, la bathymétrie et la benthologie, préoccupations peu développées chez les deux autres laboratoires. Bien que la deuxième de ces différences fût demeurée vraie, la conférence de Wellington révéla que cette fois le désir et le besoin de coopération étaient équivalents chez les trois partenaires, ce qui procura à l'entreprise commencée deux ans avant à Cronulla et aux discussions de 1960, un succès et un intérêt supérieurs à ce que chacun avait attendu, et les participants ne se firent pas faute de le remarquer à la fin des séances. Une troisième réunion est prévue à Nouméa dans deux ans.

* * *

En conclusion de ce chapitre, nous pouvons citer trois faits qui, sur des plans différents, montrent assez bien le besoin de chacun d'être exactement informé et de profiter le plus directement possible du travail et des moyens des autres — souci qui conduit naturellement à l'intérieur d'un laboratoire à la notion de travail en équipe, indispensable dans l'océanographie moderne, et entre laboratoires aux notions d'opérations conjointes et de coopération internationale effective.

Sur le plan général, le prochain congrès de la Pacific Science Association, à Honolulu, en août 1961, verra plusieurs confrontations importantes de spécialistes, dans le domaine océanographique. Outre un symposium sur les Thons, citons une discussion « production primaire » au cours de laquelle quatre bateaux océanographiques, un russe, un japonais, un américain et un australien, présents à Honolulu, procéderont sans doute à des mesures de production primaire avec les diverses méthodes employées; les comparaisons faites le seront donc, non à partir de « papiers » mais dans des conditions idéales de confrontation.

A un stade différent et bien plus modeste, une confrontation semblable

entre les méthodes de zooplancton françaises et australiennes est prévue à bord du *H. M. A. S. Gascoyne* lors d'un de ses prochains voyages à Nouméa.

Enfin, le sentiment que la poursuite du travail de chacun est utile à tous a inspiré à Wellington l'offre faite par les Australiens à l'équipe de Nouméa d'utiliser une de leurs frégates pour une longue croisière exclusivement française en 1961. Cette offre a essentiellement pour but de permettre au Centre d'Océanographie de l'I. F. O., qui vers cette époque se trouvera sans moyens de navigation, de ne pas interrompre ses recherches.

IV. QUELQUES RÉSULTATS ET PROBLÈMES DE LA BIOLOGIE DES EAUX PÉLAGIQUES DANS LE PACIFIQUE SUD

Dans les paragraphes qui suivent, nous allons examiner, dans leurs grandes lignes, certaines des conclusions auxquelles l'activité qui vient d'être décrite a conduit les biologistes, en se référant plus précisément aux travaux français. Il doit rester entendu que, travaillant dans des horizons obligatoirement limités par des moyens de recherches et d'information relativement faibles, je ne chercherai pas à présenter une peinture exhaustive de ces résultats ; il s'agit plutôt ici de citer des exemples. Dans le cours de cet exposé, on abordera quelques problèmes généraux qui ne seront pas spécifiques du Pacifique, mais qui se relient aux méthodes de recherches employées dans les programmes énumérés.

A. — Grands faits hydrologiques et pêche hauturière dans le Pacifique Sud.

Avant d'entrer dans le sujet, il est bon de définir sommairement les deux critères extrêmes, desquels on peut partir pour une étude biologique des eaux du large :

- les connaissances hydrologiques ;
- les résultats et les méthodes de la pêche hauturière.

De l'un comme de l'autre, nous ne ferons que rappeler les grandes lignes, qui sont relativement bien connues maintenant en Europe.

La circulation des eaux dans le Pacifique équatorial comprend plusieurs systèmes importants et bien distincts :

- le courant nord-équatorial, approximativement limité au sud par le parallèle 10° N et se dirigeant vers l'ouest — que nous citons pour mémoire car il est situé hors des limites de cette étude ;
- le contre-courant équatorial, entre 5° N et 10° N, se dirigeant vers l'est ;
- le courant sud-équatorial, de 5° N à 10° S, se dirigeant vers l'ouest ;
- sous le précédent, un contre-courant subsuperficiel, dit courant de Cromwell.

Les masses rencontrées dans cette région ont des diagrammes T-S très différents (fig. 3). En outre, les eaux équatoriales nettement plus froides que les eaux tropicales se réchauffent progressivement d'est en ouest (fig. 4) et s'étalent dans tout le Pacifique Sud-Ouest en traversant les archipels mélanésiens pour aborder notre région.

On peut dire que sur ses 1 000 premiers mètres, la mer de Corail est formée dans sa partie nord-est à partir de trois masses :

— une masse sud-équatoriale (température 29°C, salinité 34,4 ‰);

— une masse Pacifique central sud-ouest (25°C et 36,3 ‰);

— une masse antarctique intermédiaire (5°C et 34,4 ‰).

C'est le mélange des deux premières qui détermine la physionomie superficielle de la région, mélange dont le cycle saisonnier n'apparaît pas, depuis les dernières recherches, aussi régulier qu'on l'avait pensé d'abord. Enfin, les eaux antarctiques ont tendance à remonter en allant vers le nord et à former un upwelling près des Salomon.

C'est à partir de ces grands faits que se construit la circulation des eaux dans les régions qui nous intéressent.

Nous allons énumérer maintenant les grands points de la pêche artisanale et industrielle dans le Pacifique Sud, dans la mesure où elle concerne les ressources pélagiques.

La pêche artisanale dans les îles du Pacifique Sud ne s'intéresse guère aux eaux du large : au plus les pêcheurs vont-ils travailler dans les eaux profondes immédiatement voisines des côtes. D'ailleurs, elle est fort limitée en tonnage et en débouchés, les populations étant peu nombreuses et les conditions des marchés locaux défavorables à une exportation de faible amplitude. Une part importante et souvent prépondérante des espèces pêchées comporte des poissons de récifs ou de rivage.

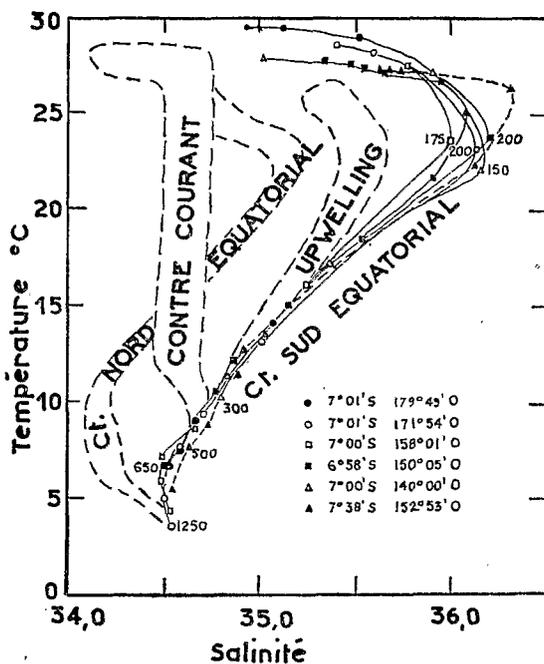


FIGURE 3.
Diagrammes T-S d'ensemble des eaux équatoriales aux longitudes 140° W et 180° (d'après AUSTIN, 1954, p. 35).

Il n'y a qu'aux deux extrémités est et ouest du Pacifique Sud qu'on puisse assister au développement d'une pêche nationale relativement importante. Encore doit-on dire que, pour l'Australie, la part d'activité relative aux poissons pélagiques est faible, quoique en train de s'accroître; en ce qui concerne les principales espèces (thons, bonites, maquereaux, etc.), les statistiques de la F. A. O. donnent, en 1958, 3 900 tonnes seulement pour ces poissons (pris à la traîne et à l'appât vivant) sur une pêche totale de 52 000 tonnes. Pour la Nouvelle-Zélande, les chiffres les plus récents sont de 400 tonnes en 1957 sur un total de 39 000 tonnes.

La côte américaine aurait donné 107 000 tonnes en 1957 pour le Chili,

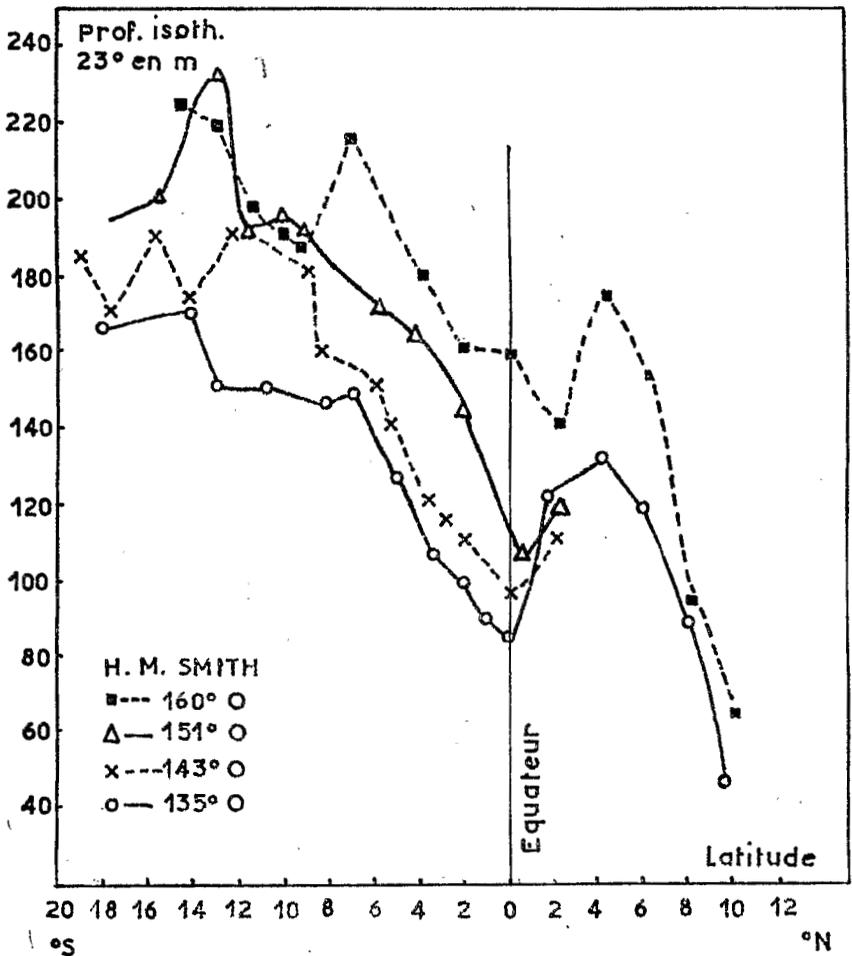


FIGURE 4.

Profondeurs de l'isotherme 23° à diverses longitudes, d'après les résultats obtenus pendant « Equapac » par le H. M. Smith (P. O. F. I.).

la Colombie, l'Équateur et surtout le Pérou. Il faut noter que la pêche des seiners et bateaux à l'appât vivant, nord et centre américains, s'exerce dans la région équatoriale (Galapagos).

Dans le reste du Pacifique Sud, l'activité industrielle est complètement le fait des navires japonais, qui sont presque toujours des long liners, avec deux installations à terre, l'une aux Samoa américaines, l'autre aux Nouvelles-Hébrides. Elles ont produit dans la même période à peu près 20 000 tonnes de Thons, auxquelles on peut ajouter une production d'un ordre de grandeur équivalent pour les croisières des bateaux-usines et de leur flotille — dont on ne sait pas quelle part d'activité elles ont consacrée aux eaux qui nous intéressent. On arrive donc, pour le Pacifique Sud, à un total maximum estimé de 150 000 tonnes dont un tiers au plus pour la région non américaine de l'océan. Pendant ce temps la moitié nord du Pacifique a produit environ 1 000 000* tonnes de Scombriformes. On voit que la disproportion est grande entre les deux parties de l'océan, quoiqu'il soit possible que les nations du Pacifique Nord aient obtenu une partie de leurs résultats dans la zone équatoriale ou au-delà de celle-ci.

Un autre aspect essentiel est à retenir dans la physionomie de la pêche hauturière du Pacifique Sud; c'est qu'au moins dans la région mélanésienne, et probablement à un moindre degré en d'autres régions, on ne rencontre des bancs de Thunnidés « apparents » que près des côtes, où ils sont très souvent d'importance limitée. Toute une vaste zone sera donc réservée à la « longue-ligne japonaise » qui est, nous le verrons, une immense palangre de surface pêchant les « deep swimming tunas ». D'ailleurs, partout les ressources en poissons appâts actuellement reconnues sont faibles ou, en tout cas, insuffisantes pour une exploitation de grande envergure par la pêche à l'appât vivant (le peu d'importance superficielle des zones littorales joue évidemment un rôle dans ce fait).

Cette absence d'« apparences » entraîne une conséquence sérieuse pour le biologiste soucieux de mettre en rapport entre eux les différents éléments de la chaîne physico-biologique, jusques et y compris la partie la plus exploitable de celle-ci — pour nous, les Thunnidés. Là où il peut y avoir exploitation du poisson à partir du fond (chalutage) ou de la surface (traîne, appât vivant), on peut dire que le biologiste, en ajoutant relativement peu d'observations à celles de la pêche industrielle, pourra assez bien connaître les conditions réelles à une des limites verticales de la distribution de l'espèce, soit la limite supérieure dans le deuxième cas, et la limite inférieure dans le premier. Il aura ainsi assez aisément des données sur l'extension et la densité des populations, les conditions, les migrations et la biologie à ce niveau. De cette base de départ large et à peu près sûre, il pourra extrapoler facilement à tout le domaine de l'espèce et reconnaître celui-ci.

D'ailleurs, les procédés de pêche utilisés dans ces conditions donnent souvent une observation directe sur une grande partie de chacun des bancs travaillés ou, du moins, un échantillonnage d'une échelle suffisante des populations pêchées.

* Dans ces chiffres, les petits Scombridés du type maquereau entrent environ pour 350 000 tonnes pour le Pacifique Nord et 10 000 tonnes pour le Pacifique Sud.

Au contraire, les populations subsuperficielles comme les Thons de longue-ligne ne sont reliées pour le chercheur à aucun point de repère directement observable. Même la profondeur de capture des poissons avec cet engin est souvent difficile à déterminer avec précision, du moins ailleurs que sur un bateau de recherches. L'espèce dépend essentiellement d'une masse d'eau à la fois évolutive et mobile, et elle-même évolue par rapport à celle-ci. Enfin, le mode de pêche utilisé donne un échantillonnage que l'on peut présumer mauvais; des hameçons très dispersés pêchent à des niveaux différents, ajoutant le hasard très problématique de la rencontre appât-poisson au hasard de la réaction favorable de ce dernier vis-à-vis de l'appât, et c'est sans doute une faible partie des Thons du secteur pêché qui rencontre la ligne.

On conçoit donc que l'étude de la biologie de ces espèces, pour être satisfaisante, doit faire appel à davantage de connaissances océanographiques et, de toute manière, le chemin sera long pour relier les ressources à leur milieu.

B. — L'estimation de la richesse en zooplancton.

Il est bien évident que, parmi tous les éléments biologiques qui relierait les Thons à leur biotope, l'étude du plancton fournira un maillon essentiel en l'absence duquel toute relation avec les masses d'eau serait difficilement explicable et concevable. Il est clair aussi que, dans le but qui nous préoccupe, cette étude devra être quantitative : la connaissance des espèces présentes n'apporte guère que des indications complémentaires quant à la définition des masses d'eau; or l'estimation de la richesse de celles-ci est notre but primordial. Je ne traiterai dans les lignes qui suivent que du zooplancton.

1° *Étude quantitative du zooplancton.*

Il n'est pas inutile d'aborder ce sujet par une discussion sur la notion même de zooplancton quantitatif, du moins vis-à-vis du lecteur français, car, comme le remarquait Michelle BERNARD dans le numéro que *Science et Vie* consacra récemment à la mer, ce type d'études en est resté à un stade de développement très faible dans notre pays.

Pour beaucoup d'auteurs, le zooplancton ne se prête guère à l'étude quantitative et l'énumération des objections valables que l'on peut faire à cet aspect de la recherche est longue, si l'on prétend les citer toutes. Nous nous bornerons à les résumer sous forme générale.

a) La répartition du zooplancton dans une masse d'eau n'est pas homogène mais représentée par la dispersion irrégulière « d'essaims » plus ou moins vastes et plus ou moins denses.

b) Le zooplancton est essentiellement hétérogène; la mesure d'une quantité globale peut très bien n'avoir pas la même signification en un point

qu'en un autre, quant à la relation qu'on veut établir avec le biotope et ses habitants.

c) Hétérogène dans sa composition zoologique, il l'est aussi dans sa biologie, spécialement en ce qui concerne sa répartition verticale et cette caractéristique a une grande influence dans l'objection suivante.

d) Le zooplancton n'est généralement pas stable à un niveau donné; même à caractéristiques hydrologiques constantes, il connaît des migrations diurnes accentuées, variables suivant les espèces quant à leur amplitude et leurs niveaux de concentration, supérieur et inférieur, et parfois quant au sens de leur migration. Cette dernière peut différer non seulement selon l'espèce et les conditions du milieu, mais aussi selon le stade de développement.

e) « Last but not least », les moyens de prélèvement sont primitifs et le comportement des collecteurs dans l'eau, mal connu, entraîne des erreurs considérables quant à la mesure des volumes d'eaux traversés, du niveau de travail, etc.

Quelles sont les réponses à ces objections? Éliminons d'abord la troisième à laquelle nous répondrons dans le paragraphe suivant consacré à la migration diurne.

En ce qui concerne la première et la plus fondamentale de toutes, on doit remarquer — et l'expérience aussi bien des croisières de l'*Orsom III* que des croisières américaines l'a démontré — qu'à condition que le volume d'eau filtré soit suffisamment grand et le prélèvement le moins ponctuel possible, on obtient au moyen de traits obliques ou horizontaux des valeurs suffisamment cohérentes entre elles pour faire apparaître nettement des zones plus riches ou moins riches, groupant des résultats du même ordre de grandeur dans plusieurs stations consécutives, ceci à l'intérieur d'une amplitude des mesures aussi étroite que 10 à 40 cc de plancton pour 1 000 m³ d'eau filtrée. Ne serait-ce toujours qu'une heureuse rencontre du hasard? Cette explication n'a en sa faveur qu'un pourcentage de chances bien limité, puisque de telles répartitions se reproduisent d'une croisière à l'autre et sont le plus souvent confirmées par des distributions semblables d'autres propriétés, qu'on peut logiquement s'attendre à leur voir liées (exemples : la localisation, au milieu d'une série de radiales, d'une étroite zone perpendiculaire à celles-ci et à la fois très riche en plancton et de températures superficielles bien différenciées dans la croisière « Boussole »; les corrélations entre zones de richesses zooplancton et d'activité photosynthétique maxima aux abords des Salomon; les répartitions équivalentes obtenues par diverses croisières en zone équatoriale).

La meilleure démonstration de la validité relative des mesures réside dans les nombreuses séries de stations faites à point fixe au cours de périodes de 24 heures par l'*Orsom III*; après la correction de l'effet de la migration diurne sur les volumes observés — correction dont nous verrons le principe plus loin — on obtient des caractérisations de la richesse du lieu prospecté très voisines d'une heure à l'autre. Donnons-en un exemple récent : les 19-20 août 1960, l'*Orsom III* occupe pendant 24 heures, à 15 milles à l'exté-

rieur de la passe d'entrée de Nouméa, une série de stations, en s'efforçant de rester dans la même masse d'eau. Il est intéressant d'examiner ici les résultats corrigés de traits obliques, faits avec des filets de 0,50 m de diamètre; comme à l'habitude les résultats de deux traits consécutifs ont été groupés. On obtient pour la tranche verticale 0-200 m :

Heures											
0147	0221	1035	1103	1407	1429	1451	1805	2243	2322	2349	0009
Volumes filtrés (m ³)											
570	515	555	527	350	540	748	324	343	472	562	563
Volumes plancton corrigés cc pour 1 000 m ³ d'eau											
22,6	21,9	18,1	17,3	21,3	24,0	18,9	22,1	18,5	20,9	23,3	21,9

Ceci donne une valeur moyenne de $20,8 \pm 2,3$ ($V = 11 \%$) (l'utilisation d'un seul trait, au lieu de deux combinés, aurait fourni $20,7 + 3,7$ ($V = 18 \%$)). La distribution des résultats montre que l'ensemble des chiffres est compris entre 17,3 et 24,0; ceci veut dire que chacune des stations considérée isolément aurait donné une estimation de la richesse moyenne en zooplancton du secteur prospecté au jour considéré, ne différant de son évaluation faite à partir des 12 paires de prélèvements que par un écart maximum de 17 %.

Un tel résultat, entre bien d'autres, confirme donc la possibilité d'une estimation chiffrée raisonnablement consistante de la richesse en zooplancton d'une région. Par contre, il est bien évident qu'un tel chiffre ne donne aucune indication sur la densité réelle des organismes : sont-ils répartis en nombreux essais clairsemés, ou en quelques essais très denses par exemple? Seules de très nombreuses mesures « ponctuelles » pourraient l'indiquer*. Il doit aussi être considéré dans sa seule valeur relative en raison des critiques d'ordre méthodologique dont nous parlions plus haut.

L'hétérogénéité du zooplancton pose un problème d'un autre ordre. Il est bien certain que des mesures globales de volumes, comme celles que nous venons d'utiliser dans l'exemple précédent, ne sont pas satisfaisantes dans beaucoup de cas; elles veulent exprimer simplement la présence d'une certaine quantité d'animaux planctoniques en un temps donné et en un lieu donné. Ces organismes ont des significations très différentes pour les formes supérieures qui s'en nourrissent, comme pour le biologiste qui cherche à les relier à leur milieu ou à les utiliser pour caractériser ce milieu. L'expression d'une mesure globale de la biomasse n'est donc qu'une première approximation très grossière dans cette tentative de mesure de la vie animale; elle doit être complétée par des comptages pour chacun des groupes différents, accompagnés de mesures, ou du moins d'estimations, des volumes correspondants, en allant aussi loin dans la différenciation des organismes que l'exige le but recherché : on fera les comptages par familles, par genre ou par espèce, voire même par stade de développement.

* Remarquons cependant que dans le deuxième cas, la variabilité des traits pourrait être plus forte que dans le premier au moins pour les volumes d'eau filtrée relativement faibles.

Prenons par exemple les croisières « Boussole » et « Astrolabe » de l'*Orsom III*. Dans l'une comme dans l'autre, on avait trouvé à peu près la même quantité moyenne de zooplancton total*, soit 0,0405 cc par m³ d'eau dans la première et 0,0399 cc dans la deuxième, cependant que le nombre moyen des Copépodes n'était que de 14 par m³ dans la première et de 18 dans la seconde. Il y avait donc un rapport de 0,99 entre les biomasses totales; en admettant une même taille moyenne — ce qui d'ailleurs n'est pas prouvé — ce rapport devenait 1,3 pour les seuls Copépodes. Ce dernier quotient peut présenter beaucoup de raisons d'insécurité; sa coïncidence avec le rapport des taux moyens de fixation du CO₂ par le C₁₄, qui était de 1,4 était cependant remarquable.

Notons d'ailleurs qu'on ne saurait se limiter toujours aux comptages de groupes ou d'espèces; une détermination des volumes ou des poids plus précise que celle que nous venons de citer pourra même ne pas suffire : on entrera alors dans le domaine de la biochimie, en examinant les variations possibles en composition chimique des groupes ou des espèces, pour les lipides ou les éléments minéraux par exemple.

Enfin, le dernier groupe d'objections se réfère aux moyens de prélèvement et d'analyse et, à vrai dire, il faut faire intervenir à nouveau, en sus des conditions matérielles de travail, tous les inconvénients dus au comportement du zooplancton, que nous venons de citer.

Il est bien évident qu'estimer le volume d'eau traversé comme on l'a fait autrefois, simplement par la durée du trait, est une grossière erreur ne pouvant conduire à aucune conclusion, même relative. Un récent examen statistique de nos résultats a prouvé que l'action du colmatage du filet, même pour de grosses mailles comme celles que nous utilisons sur l'*Orsom III* (0,366 mm), était généralement importante, puisque l'engin perd facilement 5 % de son pouvoir de filtration à chaque trait (l'expérience nous a montré que des lavages assez soignés faits à bord ne modifient guère la progression du colmatage). L'utilisation du « courantomètre » est en principe admise aujourd'hui, quoique pas encore générale. Que mesure ce courantomètre? Théoriquement le débit d'eau qui a traversé le cercle d'ouverture du filet en supposant la vitesse uniforme sur toute la surface. Cette présomption a beaucoup de chances d'être inexacte, surtout dans un filet non garni d'une entrée à diamètre diminué type Hensen, car de l'eau est probablement refoulée sur les bords de l'ouverture. Ceci fausse donc la mesure du volume d'eau filtrée et la fausse d'autant plus que le navire va plus vite, ou, ce qui revient au même, que le pouvoir filtrant du filet diminue en raison de la progression du colmatage. En outre, nous avons acquis la certitude qu'un changement important de vitesse de filtration n'a pas les mêmes conséquences sur les divers organismes pêchés. Ceci démontre qu'il n'y a pas seulement une erreur sur le volume d'eau mesuré, mais aussi une action sélective de la vitesse sur la composition du plancton récolté.

Il faudrait donc contrôler très bien cette vitesse de filtration (qui n'est pas obligatoirement celle du navire), et aussi la forme du câble dans l'eau

* Les chiffres qui suivent sont valables pour l'heure de concentration maxima en zone superficielle (minuit).

(fonction de la vitesse du bateau et de la résistance du filet) qui conditionne la profondeur de travail; ce contrôle idéal est en lui-même à peu près impossible, et il ne serait probablement même pas suffisant (il faut ajouter aussi la variation de dimension des mailles à l'usage). Faut-il pour cela rejeter toute notion de plancton quantitatif? Non, certes. Nos filets, très imparfaits, échantillonnent dans des portions de la vie zooplanctonique qui diffèrent avec le mode de trait, la nature du filet, etc. Mais, telles quelles, leurs mesures conservent, malgré une grande variabilité, une certaine valeur relative, d'autant plus grande, évidemment, que les conditions de travail à bord sont plus étroitement contrôlables. Il ne faut pas leur attribuer une valeur absolue tant que nous ne savons pas mieux ce que nous mesurons; il ne faut surtout pas considérer le stade primitif de développement de nos échantillonneurs comme définitif: les « high speed plankton collectors » développés en divers pays semblent diminuer l'importance d'un certain nombre d'inconvénients des filets classiques. En tout cas, l'attitude qui consiste à refuser toute mesure ne pourrait certainement pas faire progresser sur la voie d'une détermination précise de la biomasse planctonique animale, détermination dont la nécessité est évidente.

Au total, les mesures volumétriques que nous effectuons peuvent être utilisées lorsqu'on ne compare que des données obtenues par une même méthode (prélèvement et mesure) et sur un même bateau. Avec beaucoup de précautions, on peut en déduire aussi une évaluation minimum de la biomasse du zooplancton à la station considérée. Bien qu'on ne doive pas en attendre la précision de mesures physiques ou chimiques, les deux utilisations que nous venons de donner sont en elles-mêmes une justification suffisante.

2° La migration diurne du zooplancton.

Pas plus que le précédent, ce problème n'est évidemment particulier au Pacifique, mais il est commun à tous les chercheurs qui se sont préoccupés de mesurer les quantités de zooplancton des eaux sur lesquelles ils travaillaient. Nous avons dit que la migration diurne était un des points sur lesquels se manifestait le mieux l'hétérogénéité biologique du zooplancton. Cependant, on a constaté empiriquement (HIDA-KING, 1959; LEGAND, *Rapp. Sc. n° 6*) que, dans une tranche d'eau superficielle, les volumes récoltés variaient au cours de la journée en suivant d'assez près une sinusoïde; dès lors on en déduisait une loi de variation diurne de forme générale :

$$\log \text{vol}_t = \log \text{vol}_0 + b \cos \omega t$$

vol_t étant le volume observé à l'heure du méridien t .

vol_0 le volume à 1800 ou 0600, temps local. Ces heures sont celles où le volume récolté a été considéré comme caractéristique de la station au jour du prélèvement.

$\cos \omega t$ le cosinus de l'angle $\left(\frac{360 \times t}{24}\right)^\circ$,

b le coefficient de variation diurne.

Dès l'instant où, dans une croisière, on disposait de prélèvements faits à des heures différentes du jour, il devenait possible, par une série de calculs partiels et de comparaisons (voir LEGAND, *Rapp. Sc. n° 6*), d'obtenir soit un coefficient b applicable pour toute la zone explorée, soit plusieurs coefficients correspondant à des régions biologiquement différentes traversées au cours de la croisière. L'obtention de ces coefficients permet de ramener aisément toutes les valeurs observées à un même moment de la variation diurne, donc de les rendre comparables.

Le coefficient b n'est pas en lui-même un simple artifice de calcul; il exprime l'importance relative des deux fractions du zooplancton situées aux heures de pleine illumination de part et d'autre de la profondeur maxima atteinte par les traits obliques ou verticaux et qui, réserve faite des organismes susceptibles de connaître des migrations inverses, se retrouvent concentrées toutes deux au milieu de la nuit entre celle-ci et la surface; b est donc lié à ce titre à la composition du plancton et aux caractéristiques du milieu. Par exemple, le coefficient de migration diurne était de 0,168 dans le sud de la région prospectée par la croisière « Boussole » et de 0,111 dans le nord, ce qui signifiait qu'on a pêché dans le premier cas, entre 300 m et la surface à minuit 147 % et à midi 68 % et, dans le deuxième cas, 129 et 77 % des volumes présents à 0600 ou 1800 heures. Le rapport des volumes extrêmes était donc de 2,1 et de 1,7. On conçoit qu'il eût été difficile de comparer les données directement, sans souci de l'heure de prélèvement. Il est à noter que les coefficients trouvés aux Hawaii ou en Nouvelle-Calédonie ont été généralement de l'ordre de 0,15 à 0,25 pour la tranche d'eau allant de la surface à 200 ou 300 m.

Il faut noter, comme conséquence de ce qui vient d'être dit, que l'action de la migration diurne est impossible à corriger pour les niveaux intermédiaires par lesquels passe le zooplancton dans sa migration ascendante ou descendante : les variations observées y sont bien plus complexes et plus irrégulières.

A un moindre degré, on a observé (LEGAND, *Rapp. Sc. n° 10*; MOORE, 1950) que des différences sensibles dans le niveau de concentration de certaines parties du zooplancton pouvaient intervenir en surface, apparemment en liaison avec l'éclairage lunaire. Ceci entraîne donc la difficulté de comparer même des traits horizontaux de surface faits à des périodes différentes.

Pour bien d'autres raisons, enfin, la meilleure formule pour atteindre le but quantitatif recherché semble être de déterminer la richesse d'une tranche d'eau superficielle telle que 0-100 m ou mieux 0-200 m et même 0-300 m, ce qui atténuera les conséquences de la variabilité dans leurs réactions et leur dispersion verticale des diverses parties du zooplancton collecté. L'expérience nous manque pour discuter de la possibilité de traits beaucoup plus profonds et de l'interprétation de leurs résultats. Il est évident aussi que plus la profondeur atteinte sera grande, plus les variations de niveau du filet deviendront relativement faibles. Par contre, de telles techniques ne répondent qu'à une partie des objectifs de la planctonologie. L'*Orsom III*, quant à lui, s'en est tenu depuis 1958 à des traits obliques doubles de 0 à 300 mètres.

Enfin, il est peut-être possible d'appliquer une loi de correction de même forme aux nombres d'organismes observés appartenant à un groupe donné, le mot groupe étant pris ici évidemment avec une acception zoologique assez vaste*.

Au total, pour exprimer les résultats sous des formes comparables, il semble légitime d'effectuer de telles corrections de la variation diurne ou d'en rechercher de nouvelles; en tout cas, les chiffres ainsi obtenus sont beaucoup plus consistants, à condition de ne pas perdre de vue les limitations imposées dans l'utilisation des résultats. La figure 5 donne divers exemples des points que nous venons d'aborder.

3° *Le zooplancton en zone équatoriale.*

Sur le zooplancton de la zone équatoriale du Pacifique, nous disposons à l'heure actuelle d'une partie des résultats des P. O. F. I. et des croisières « Equapac ». Malgré les différences entre les méthodes de prélèvements, on peut être assuré de l'existence d'un maximum de richesse situé aux environs de l'équateur. Cette répartition a été spécialement analysée par KING et HIDA (1953) et DEMOND et KING (1952), à partir de croisières transéquatoriales du *H. M. Smith*, le long des méridiens 150° W, 158° W, 172° W de 20° N à 12° N jusqu'à 5°-7° S. Leurs travaux indiquent que la limite nord de la zone riche est pratiquement marquée par la position de la convergence équatoriale, quand celle-ci est bien marquée; quand elle n'est pas nette on trouverait le maximum immédiatement au sud de l'équateur. Bien que les interprétations n'en soient pas terminées, il est intéressant de reporter sur un graphique les résultats d'« Equapac » déjà publiés, c'est-à-dire ceux du *H. M. Smith* et de l'*Orsom III* (fig. 6); ils montrent approximativement les mêmes zones de richesse, grossièrement comprises entre 4° N et 5° S, sensiblement plus étendues au sud et apparaissant d'une manière plus brutale dans la zone explorée par l'*Orsom III*, qui n'a pas été plus au nord que 1° N.

Grâce aux caractéristiques bien différentes des eaux rencontrées en zone équatoriale par le *H. M. Smith*, il est possible d'examiner la répartition des résultats en fonction des masses d'eaux superficielles, celles-ci étant suffisamment distinguées par la salinité observée à l'isotherme 23°. On peut voir sur la figure 7 deux groupes, d'orientations bien distinctes, d'une part les stations du contre-courant équatorial et de l'upwelling équatorial, d'autre part celles du courant sud équatorial. La disposition des points suggère bien l'accroissement en richesse du nord au sud en direction de l'upwelling équatorial, qui est suivi d'un appauvrissement marqué. On peut interpréter ce graphique de plusieurs manières différentes. Le problème serait sans doute mieux posé après examen de la composition du zooplancton.

* Il semble que si, pour beaucoup de zooplanctes, on puisse parler de migration diurne, pour d'autres, tels que les larves de poissons, il soit préférable d'employer l'expression « variation diurne », car leur réaction de fuite devant le filet peut prendre une importance très forte aux heures de jour.

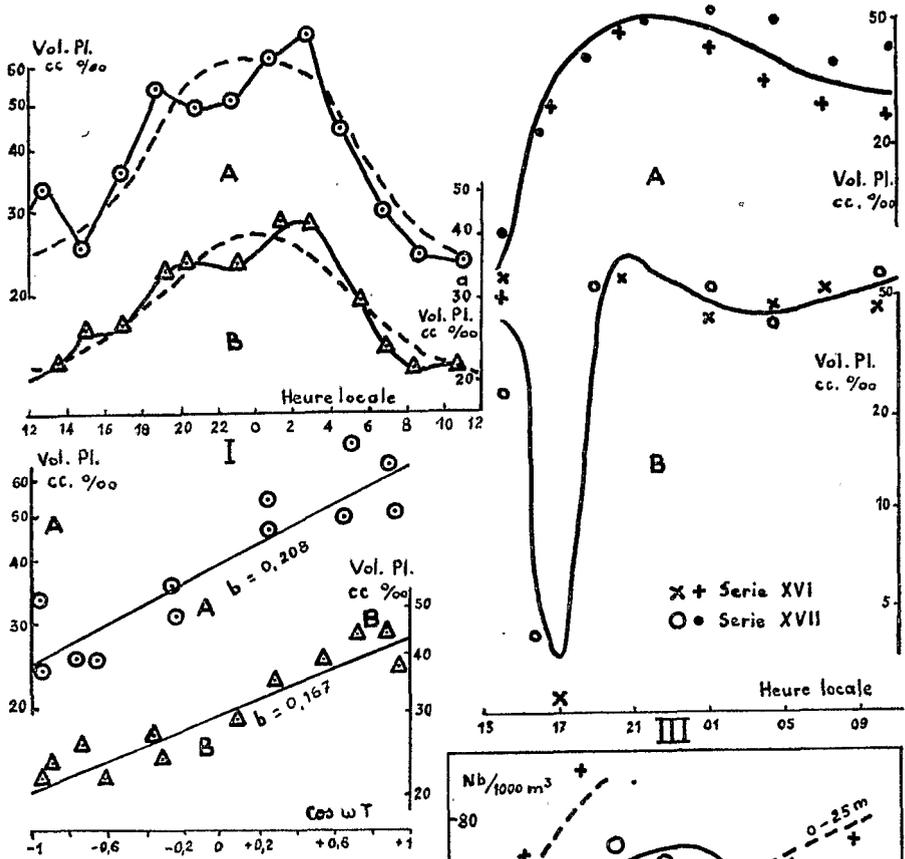


FIGURE 5.

I — Variations quantitatives diurnes du zooplancton (moyenne des observations par intervalles de deux heures).

A : pour 3 séries de 24 heures à point fixe dans la région des Marquises (d'après les données des P. O. F. I. 1957-1958; 44 stations — 0-150 m — traits obliques simples).

B : pour 4 croisières de l'Orsom III (« Astrobale », « Boussole », 60-2, « Dillon ») dans le nord-est de la mer de Corail (161 stations — 0-300 m — traits obliques doubles).

On remarquera la similitude des deux graphiques réels; ils ne s'écartent sensiblement de la sinusoïde de l'interprétation, figurée en pointillé, que pour 22 heures : un arrêt dans l'accroissement des volumes paraît alors intervenir.

II — A et B : mêmes variations que dans I transformées en relation linéaire

$$\left(\cos w T = \cos \frac{360}{24} T\right)$$

III — Variations diurnes des volumes en zones superficielle et subsuperficielle (moyennes de plusieurs traits horizontaux) (Orsom III, série XVI, 12 mars 1958 — série XVII, 31 mars 1958, région de Nouméa).

IV — Variations diurnes du nombre des larves de poissons en surface et en zone subsuperficielle une nuit de pleine lune (Orsom III, série XV, 7 mars 1958, région de Nouméa).

Nous pouvons résumer les données de cette figure dans le tableau suivant :

	Volumes moyens de plancton et valeurs extrêmes	Profondeurs moyennes de l'isotherme 23° et valeurs extrêmes	Salinité moyenne à 23° et valeurs extrêmes	Nb de stations
Contre-courant	24,0 cc ‰ 17 - 38	68 m 45 - 90	34,77 34,70 à 34,83	3
Upwelling équatorial	58,3 cc ‰ 34 - 104	123 m 90 - 174	35,29 34,95 à 35,70	12
Courant équatorial sud	29,9 cc ‰ 20 - 40	171 m 145 - 190	36,19 35,87 à 36,48	14
Eaux Pacifique sud-ouest	17,5 cc ‰ 6 - 29	193 m 165 - 225	36,20 36,05 à 36,30	6

Il est également intéressant de comparer les volumes moyens de plancton en fonction de la longitude des quatre radiales occupées. On obtient, en éliminant les stations « Pacifique sud-ouest » qui n'appartiennent plus aux eaux équatoriales :

	135° W	143° W	151° W	160° W
Volume moyen	51 cc ‰	47 cc ‰	33 cc ‰	34 cc ‰
Fréquences	8	6	6	8

On voit donc apparaître également la possibilité d'une différenciation est-ouest, la région orientale étant la plus riche. Ceci a été d'ailleurs indiqué plus explicitement dans le diagramme publié par les P. O. F. I. que nous reproduisons dans la figure 8; de plus, les auteurs précités ont indiqué l'éventualité d'une variation saisonnière.

Pour mieux situer les faits précédemment exposés, il est bon de se référer à la figure 4 qui montre les variations de profondeur de l'isotherme 23° en zone équatoriale.

4° *Le zooplancton dans le nord-est de la mer de Corail.*

Des résultats de trois des principales croisières « Astrolabe », « Boussole » et « Dillon », on peut tirer le tableau suivant (p. 33) qui donnera une bonne peinture de la richesse en zooplancton des eaux étudiées par l'*Orsom III* (voir figure 2 pour la localisation géographique).

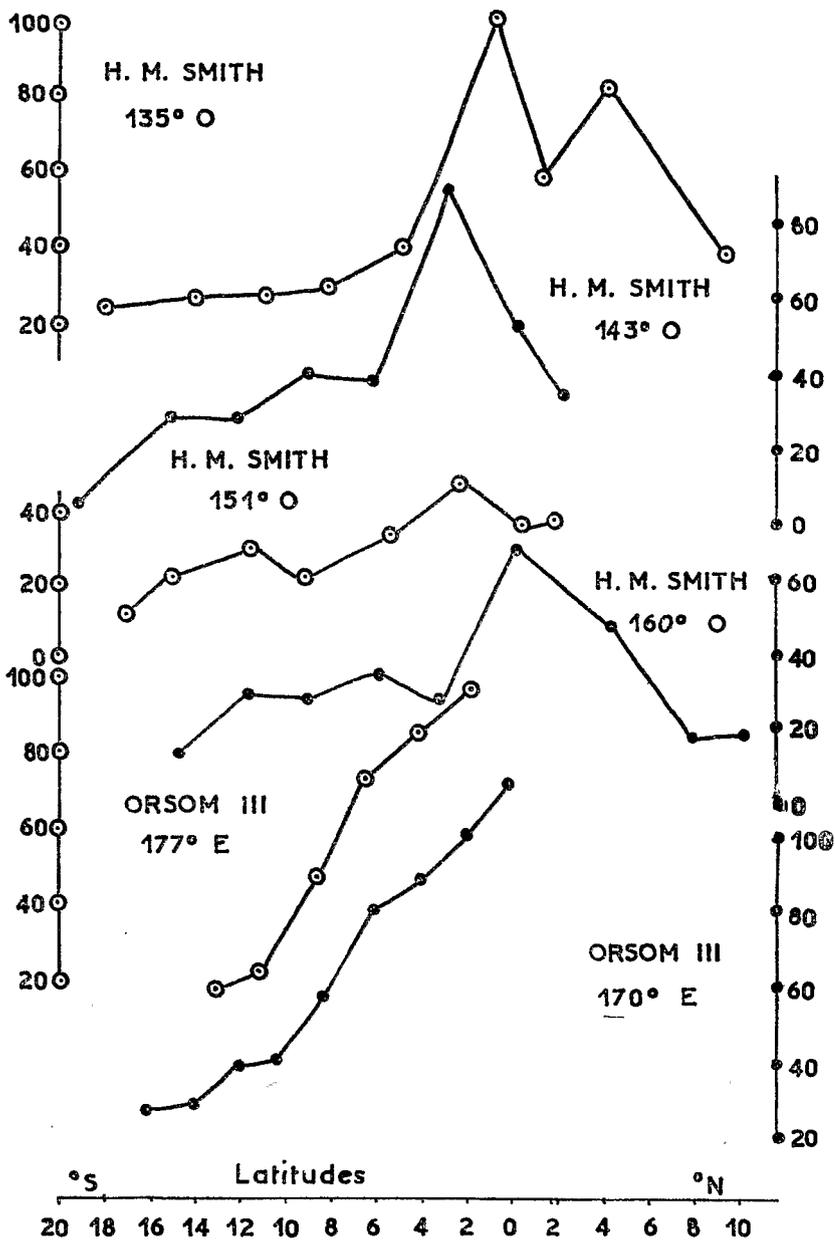


FIGURE 6.

Le plancton quantitatif d'« Equapac ». Résultats du *H. M. Smith* (P. O. F. I.) (moyenne de deux traits obliques, l'un avec filet 0,45 m sur 0-150 m, l'autre avec un filet de 1 m sur 0-200 m) et de l'*Orsom III* (I. F. O.) (moyenne de 4 traits horizontaux entre 0 et 250 m).

Les traits ont été faits à peu près aux mêmes heures (entre 21 h et 00 h temps local). Sont figurés en ordonnées les volumes humides de plancton rapportés à 1 000 m³ d'eau.

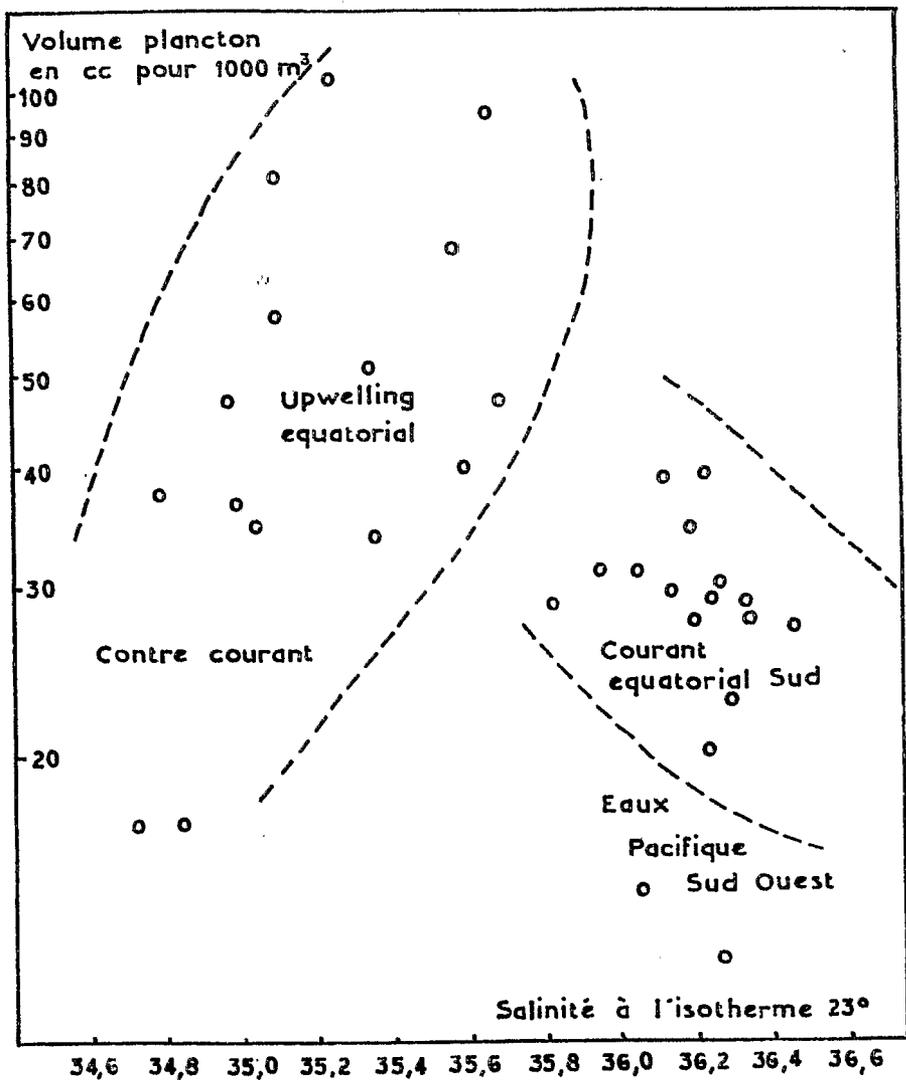


FIGURE 7.

Relations entre les quantités de zooplancton
et les caractéristiques des eaux traversées par le *H. M. Smith* pendant « Equapac
(salinité à l'isotherme 23° C).

Volume humide ‰	> 30 cc	20 à 30 cc	< 20 cc
Croisières « Astrolabe »	— Sud de Guadalcanal. — I. Chesterfield à Santo. — Zone N.-N.O. des Loyauté. — S.-O. Nouvelle-Calédonie.	— Canal Loyauté-Hébrides sauf N.-N.O. des Loyauté.	— Zone comprise entre S. Salomon et ligne Chesterfield-Santo.
« Boussole »	— S.-E. de San Cristobal. — Centre canal Loyauté - Hébrides jusqu'au N.-O. Loyauté.	— Région comprise entre les deux zones ci-contre.	
« Dillon » et 60-2	— S.-S.O. Guadalcanal jusqu'au-delà de Rennell. — Environs d'Huon et des Chesterfield. — S.-O. Nouvelle-Calédonie.	— Région comprise entre les zones des Salomon et Huon Chesterfield.	— Quelques stations dans la zone ci-contre.

On peut observer un certain nombre de facteurs constants dans ce tableau :

— Il y a toujours eu une zone relativement riche au sud des Salomon et aux approches de ces îles; son extension maxima a été trouvée pour la croisière « Dillon ». Celle-ci et « Astrolabe » ont montré aussi des stations riches sur une radiale Chesterfield-Huon (Santo).

— Les deux croisières qui ont couvert le chenal des Loyauté-Hébrides ont trouvé une zone riche, d'extension variable, aux approches N.-N.O. des Loyauté, s'étendant sur tout le centre du canal lors de la croisière « Boussole ».

— Les deux croisières qui ont couvert la région comprise entre Nouméa et 300-400 milles au S.-S.O. ont trouvé au large de la côte des zones relativement riches.

— Par contre, la partie du bassin Hébrides-Calédonie-Salomon, comprise entre les deux zones riches signalées, a toujours été nettement pauvre ou très pauvre.

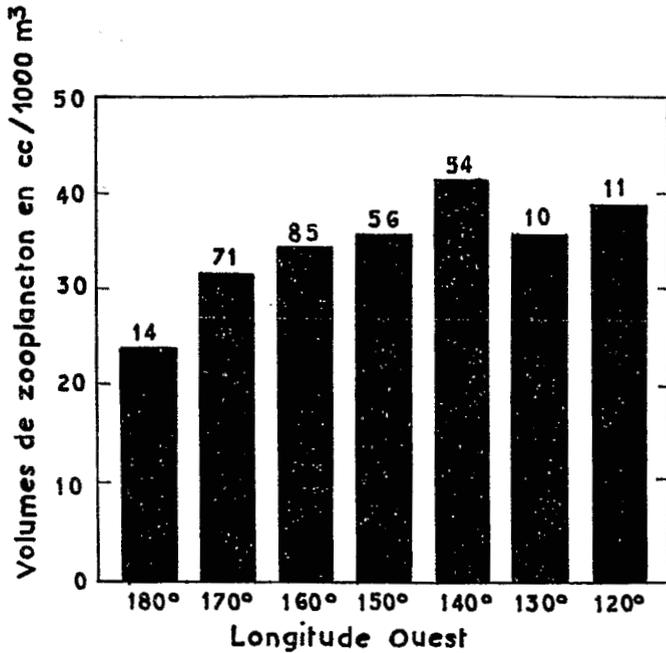


FIGURE 8.

Variations des volumes moyens de zooplancton entre 10° N. et 5° S. en zone équatoriale en fonction de la longitude (le nombre des stations effectuées figure au-dessus de chaque colonne) (d'après SETTE, 1954, p. 6).

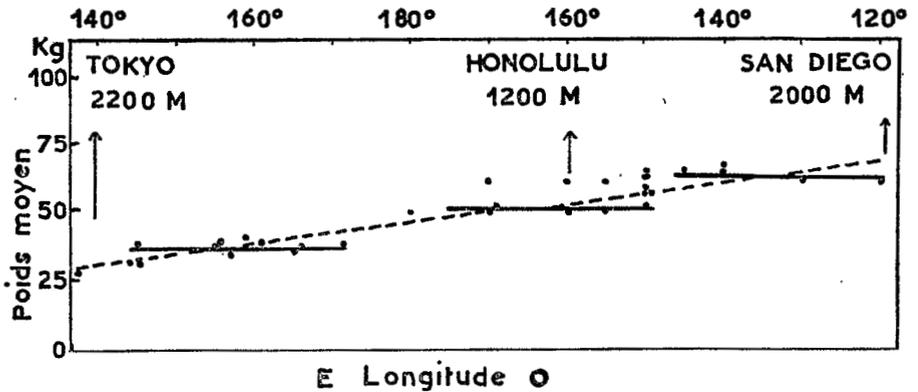


FIGURE 9.

Répartition des nombres de Foraminifères observés pendant la croisière « Boussole » de l'Orsom III (novembre 1958) en fonction de la température de surface et de la répartition géographique des stations (LEGAND-DESROSIÈRES, 1959, p. 34).

Une étude quantitative sommaire de la composition du plancton a été faite pour la majeure partie des stations d'« Astrolabe » et de « Boussole ». Son intérêt essentiel est de montrer, pour « Boussole », deux groupements très nets, riches en Foraminifères, l'un au sud-ouest des Salomon, l'autre adossé aux Loyauté au nord et nord-est de celles-ci. On y compte de 20 (ou près de 20) à plus de 30 Foraminifères par 10 m³ d'eau. Entre eux, s'étend une zone très pauvre où l'on en trouve seulement de 0 à 5 ou un peu plus de 5. La représentation graphique de cette répartition en fonction des températures de surface (fig. 9) montre que la distribution géographique des stations suggère une corrélation positive au nord de la ligne de l'isotherme 26° 3 et une corrélation négative au sud de cette limite approximative (LEGAND, *Rapp. Sc. n° 10*). Pour les autres groupes, on retrouve plus ou moins les mêmes normes d'abondance relative que pour les volumes totaux.

Zones	Zone équatoriale (HIDA - KING) (158° W-5° S à 11° N)	Nord-est de la mer de Corail (Orsom III)	
		« Astrolabe »	« Boussole »
Croisières	<i>H. M. Smith</i> N° 5	« Astrolabe »	« Boussole »
Période	Juillet-Août 1950	Mai-Juin 1958	Novembre 1958
Méthodes	Trait oblique 0-200 m avec filet de 1 m, maille 30 × × ×	Trait oblique 0-300 m avec filet de 0,50 m maille 54 × × ×	
Stations.	24	41	22
Moyenne des résultats pour 10 m ³ d'eau filtrée			
Volume humide en cc. .	0,379	0,267	0,283
Nombre total d'organismes.	429	243	348
Nombre de :	Nb %	Nb %	Nb %
Copépodes	218 53,0	110 44,8	140 40,2
Mysidacés-			
Euphausiacées	14 3,5	6 2,2	4 1,3
Foraminifères	41 9,9	10 4,3	15 4,2
Chaetognathes	41 10,0	13 5,4	19 5,5
Autres organismes	115 23,6	104 43,3	160 48,8
Taille moyenne des organismes en cc × 10 ⁻⁴ . .	9,2	11,3	8,7

Que représente ce zooplancton du nord-est de la mer de Corail comparativement à celui de la zone équatoriale ? Il est très difficile de le dire en l'absence d'une analyse plus poussée des résultats et en raison des différences dans les méthodes de travail. L'*Orsom III* avait trouvé dans le courant sud équatorial environ trois fois plus de plancton qu'il n'en obtint en 1958 en mer de Corail, mais les stations zooplancton étaient alors effectuées par combinaison de traits horizontaux, alors que des traits obliques furent employés ultérieurement. Nous indiquons dans un tableau sommaire (p. 35) une comparaison de différents éléments quantitatifs en notre possession.

On ne peut guère être affirmatif en ce qui concerne les différences observées à propos des Crustacés et des gros organismes dont la motilité relative justifie des captures moins fréquentes par le filet de 0,50 m. Par contre, il ne semble pas que cet argument soit utilisable pour les Foraminifères qui seraient donc plus abondants, en nombre et en pourcentage, en zone équatoriale.

Le nombre d'organismes est plus grand dans les stations de « Boussole » que dans celles de « Astrolabe ». Par contre, la taille moyenne des individus y est devenue sensiblement plus petite : cela correspond vraisemblablement à une variation saisonnière.

5° Relations du zooplancton avec son milieu.

Divers auteurs ont tenté de relier statistiquement les résultats quantitatifs obtenus sur le zooplancton avec les différents éléments physico-chimiques ou biologiques du milieu. La remarque faite précédemment à propos des Foraminifères de « Boussole », suggère que ces relations gagnent à être recherchées à un niveau assez avancé de l'exploitation des résultats. Cependant, on peut citer les corrélations suivantes :

Phosphore minéral dissous.

Orsom III (« Astrolabe ») : relation négative significative
(la signification de la relation disparaît pour « Boussole »).

H. M. Smith (n° 5) : relation positive significative.

Orsom III (« Equapac ») : relation positive significative.

Oxygène en % de saturation.

Orsom III (« Astrolabe ») : relation négative significative
(la relation a changé de signe, mais sa signification disparaît pour « Boussole »).

H. M. Smith (n° 5) : relation négative significative.

Orsom III (« Equapac ») : relations négatives significatives pour une des radiales.

Ces relations sont probablement bien plus complexes car, en réalité, elles passent plus ou moins par le phytoplancton. Il est intéressant d'indiquer également que les cartes de distribution de zooplancton et du taux de fixation du C_{14} montrent, pour « Boussole », « Dillon » et « Equapac », une coïncidence globale de la richesse en animaux planctoniques et de l'intensité de la photosynthèse, et aussi que cette coïncidence n'est jamais exacte, les zones des plus fortes valeurs ne se recouvrant que partiellement.

6° *Relations du zooplancton avec le necton.*

Dès le début des recherches de l'*Orsom III*, les larves de poissons ont été dénombrées séparément parce qu'elles constituaient un bon lien entre le necton pélagique et le zooplancton. Malheureusement, dans leur cas, il est difficile de corriger la variation diurne des résultats. On peut cependant dire qu'il a été généralement constaté une corrélation positive nette entre les nombres de larves de poissons et les volumes de zooplancton.

Les résultats récemment parus de comptages des larves de Thunnidés dans le Pacifique central (croisières 4 du *H. M. Smith* et 34 du *C. H. Gilbert-Strasburg* 1960) montrent cependant une corrélation négative avec les volumes de zooplancton, du moins pour les valeurs relativement élevées de ceux-ci.

Il est bien évident que, comme pour les données du paragraphe précédent, les relations quantitatives entre les divers éléments biologiques peuvent varier saisonnièrement ou géographiquement, non seulement en signification et en valeur des coefficients, mais aussi en signe.

Un autre aspect des relations avec le necton est celui qui résulte des données statistiques de la pêche. Nous ne sommes malheureusement pas très bien renseignés dans notre zone, où il est difficile d'obtenir des renseignements réguliers relatifs à la seule installation industrielle de la région. On peut dire cependant que les zones trouvées productives dans le bassin Nouvelle-Calédonie-Salomon coïncident avec les zones d'activité les plus nettes des bateaux de cette société; de même, les captures de Thons à la traîne de l'*Orsom III* où les observations de bancs de bonites superficiels, au large, se font généralement sur la bordure de zones riches en zooplancton.

Les P. O. F. I. ont pu montrer que les ressources en Thons à nageoires jaunes du Pacifique centre équatorial suivent *grosso modo* la répartition des zones équatoriales de richesse planctonique.

Un autre type de relations entre les poissons et le zooplancton sera examiné dans le chapitre suivant, à propos des contenus stomacaux des Thunnidés.

C. — *La biologie des Thons.*1° *Les Thunnidés du Pacifique et leurs modes de capture. La pêche à la longue-ligne.*

Les études faites dans le Pacifique équatorial et tropical sur les Thunnidés concernent essentiellement trois espèces :

- le Skipjack ou Bonite à ventre rayé (*Katsuwonus pelamis* L.), poisson de traîne et d'appât vivant, rarement de longue-ligne;
- le Yellowfin ou Thon à nageoires jaunes (*Neothunnus macropterus* Temminck et Schlegel), poisson de traîne, d'appât vivant et de longue-ligne;
- l'Albacore ou Germon (*Germo Alalunga* Bonn.), poisson de longue-ligne par excellence dans notre zone.

Il s'y ajoute évidemment des travaux sur plusieurs autres espèces, telles que le Bigeye (*Parathunnus sibi* T et S) et, parmi les apparentés aux Scombridés, les Espadons (*Xiphias gladius* L., *Makaira audax* Philippi, *Makaira ampla* Poey).

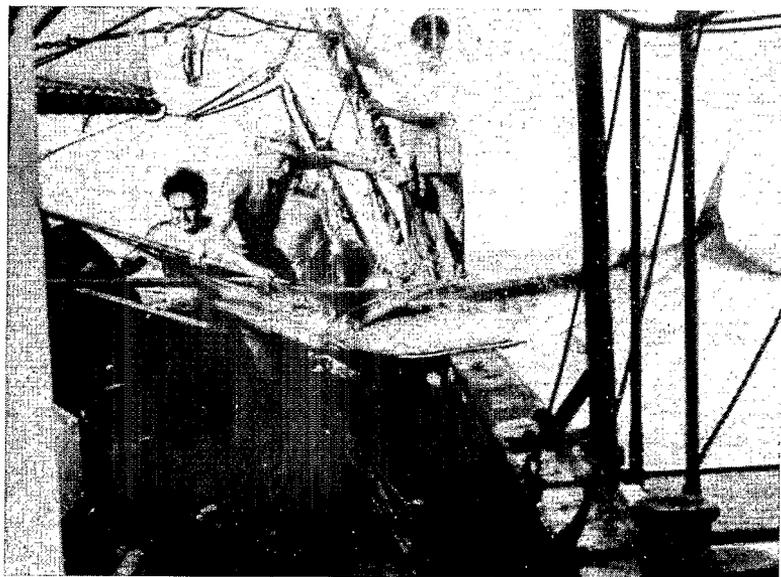
Quoiqu'on ait tendance à penser que la Bonite, au moins dans le Pacifique central, représente le stock le plus important, je me limiterai ici aux deux autres espèces, plus importantes du point de vue de l'avenir industriel immédiat du Pacifique Sud. Ce sont d'ailleurs celles qui ont fait l'objet des études les plus fréquentes. Je ne parlerai pas des travaux réalisés sur le Yellowfin à partir de sa pêche à l'appât vivant qui, dans notre zone de travail, est restreinte actuellement à l'Australie et ne peut guère s'étendre à l'ouest du Pacifique qu'à un échelon artisanal, souvent difficile à concevoir dans l'immédiat, du moins en l'état actuel des connaissances. Signalons cependant que certaines pêches traditionnelles en Polynésie s'apparentent étroitement à cette technique. Il est inutile de parler de la pêche à la traîne, bien connue en France.

Sans entrer dans les détails, nous décrirons rapidement le procédé dit « longue-ligne japonaise » ou palangre flottante, qui s'est répandu maintenant jusque dans l'Atlantique. Rappelons simplement que la ligne principale est divisée en éléments ou « baskets », reliés les uns aux autres; chacun d'eux est supporté par un flotteur renforcé, si nécessaire, d'un ou plusieurs flotteurs intermédiaires. La ligne principale, dont chaque élément mesure de 300 à 500 mètres, est soutenue par des orins de 20 à 35 mètres et supporte généralement de 5 jusqu'à plus de 10, et même 15 hameçons de modèle spécial, montés sur des avançons de structure et de taille variables. La ligne prend dans l'eau une forte courbure (elle est généralement lâchée très « molle »), et les hameçons du milieu des « baskets » pêchent suivant les cas entre 100 et 200 mètres, même peut-être 250 mètres. Les navires de pêche japonais immergent chaque jour de 200 à 300 « baskets », ce qui représente de 1 000 à 2 000 hameçons.

L'utilisation régulière de cette technique, comme c'est le cas, non seulement pour un bateau de pêche, mais aussi pour un bateau de recherches faisant un travail systématique, demande une main-d'œuvre assez abondante, un travail régulier et prolongé : la journée d'un liner japonais s'inscrit entre trois à quatre heures du matin et minuit, avec un intervalle de quelques heures seulement entre la fin de la pose et le début de la remontée; du point de vue psychologique, c'est, de plus, une activité assez fastidieuse. Tous les 100 hameçons, ce qui représente plus de 5 km de ligne, on capturera en moyenne dans les zones pauvres, mais encore exploitables, 2 à 4 poissons et 8 à 10 en zone riche, exceptionnellement 10 à 15; ces poissons seront la plupart du temps morts au bout de la ligne : nous sommes loin de l'excitation psychologique de la pêche à l'appât vivant. Cependant, quand une zone intéressante est trouvée, le rendement restera à peu près stable pendant assez longtemps, ce qui diffère nettement des fluctuations capricieuses de la traîne et de l'appât vivant, et le poids moyen des poissons étant élevé, le navire remplira en général ses cales plus rapidement. Autre avantage considérable, on utilisera de l'appât congelé, facile à transporter et à stocker, et il n'en faut guère que 100 kg pour 1 000 hameçons.



La remontée de la « longue-ligne » à bord de l'*Orsom III*.



La longue-ligne à bord de l'*Orsom III* :
un Espadon (Marlin rayé) de 100 kg est embarqué.

J'ai fait précédemment quelques critiques sur la longue-ligne en tant qu'engin de prélèvement. Il faut dire ici que soient ces reproches, elle reste notre seule voie d'accès à toute une partie économiquement et scientifiquement essentielle du necton : les « deep swimming tunas » et, accidentellement, certaines autres espèces pélagiques. De plus, elle compense en partie son mauvais échantillonnage vis-à-vis de chacune des troupes de Thons rencontrées par l'obtention à chaque pose d'une véritable « radiale » de pêche, puisqu'un engin de type commercial pourra s'étendre sur 1/3 ou 1/2 degré (50 à 60 milles de ligne donnant avec la courbe 20 à 30 milles de distance pêchée).

L'*Orsom III* commença à utiliser la longue-ligne dès le début de ses croisières. Après une mise au point assez longue et difficile, compliquée par diverses circonstances (faiblesse relative de l'équipage et des installations, interdisant à la fois l'emploi d'engins trop longs et la répétition régulière et prolongée des opérations), il fut finalement le premier navire français, et un des rares navires sans personnel d'origine asiatique, à réussir une utilisation fructueuse de ce procédé, bien que les rendements soient encore en moyenne la moitié de ce que l'on devrait en attendre. Toutefois, nous pouvons parler de réussite dans la mesure où les problèmes majeurs ont été résolus : aboutir à ce que les manipulations deviennent des opérations de routine et obtenir régulièrement les espèces capturées par les pêcheurs japonais. Ces succès relatifs datent du début de 1958. Il est prévu dans l'immédiat de développer ces opérations, qui ont un but ressortissant autant aux recherches biologiques qu'aux pêches de prospection.

2° *Les recherches sur le Germon dans le Pacifique.*

La plupart des études sont basées sur les données des croisières longue-ligne et traîne des navires des P. O. F. I., généralement effectuées dans le Pacifique Nord, dans le cadre d'un programme « albacore ». Les résultats des navires japonais commerciaux de nos régions n'ont fait à notre connaissance l'objet que d'une communication très importante de KUROGANE et HIYAMA (1958). Ces auteurs ont comparé cinq échantillons, quatre du Pacifique équatorial et un du Pacifique Sud tropical (régions d'origine : nord-nord-est des Salomon, îles Gilbert, sud des Salomon jusqu'au 28° S.), avec les résultats obtenus antérieurement dans le nord-est du Pacifique; les caractères étudiés avaient été mesurés sur 183 Germons de cette région. Ils ont montré que, du point de vue morphométrique, les Germons du Pacifique Ouest formaient deux groupes bien distincts, l'un localisé au nord de la zone équatoriale, l'autre comprenant les Germons de zone équatoriale et du Pacifique Sud-Ouest (fig. 10).

Un récent rapport d'OTSU (1960) sur les résultats des marquages faits dans le Pacifique Nord apporte des éléments importants sur les déplacements du Germon. 15 des 1 201 poissons marqués furent récupérés et montrèrent, qu'au moins en zone tempérée, leurs déplacements couvraient tout le Pacifique Nord (Hawaii-Japon-Hawaii-Californie). On peut aussi, d'après ces résultats, considérer le Germon comme un Thunnidé de croissance relativement lente, passant une partie importante de sa vie en stade immature.

D'autre part, divers chercheurs américains (SHOMURA, OTSU, GRAHAM) ont étudié la répartition géographique de l'espèce. Des croisières importantes ont été consacrées à la recherche de ce poisson en surface au nord du 30° N. Ces prospections à la traîne et à la longue-ligne ont apporté relativement peu de conclusions généralisables au Pacifique Sud, car elles concernaient des régions nettement septentrionales, à proximité de la zone de transition

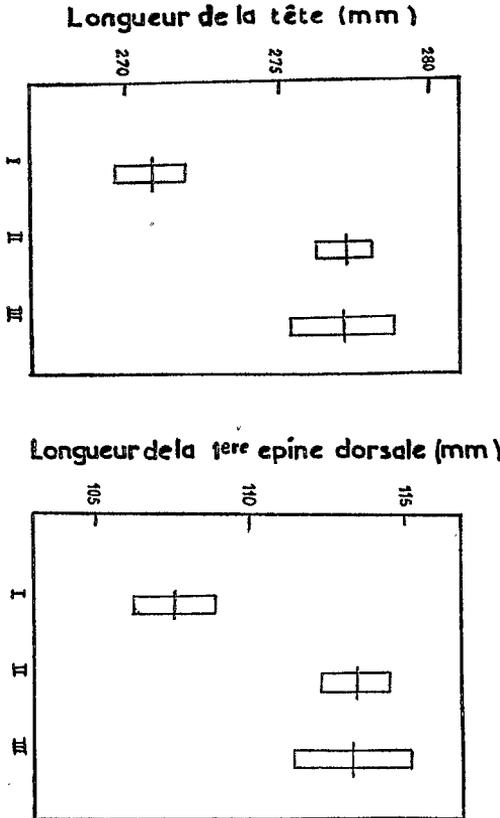


FIGURE 10.

Différenciations morphométriques chez le Germon du Pacifique Ouest pour 2 caractères :

- I — Échantillons du Pacifique Nord-Ouest.
- II — Échantillons du Pacifique équatorial.
- III — Échantillons du Pacifique Sud-Ouest.

Les rectangles figurés représentent les moyennes des caractères — ajustées à une longueur du corps de 944,5 mm dans le premier cas (tête) et de 942,6 mm dans le deuxième cas (1^{re} épine dorsale) — et leur intervalle de confiance à 99 % (d'après KUROGANE HIYAMA, 1958, p. 207).

représentée par les isothermes de surface 14° à 21° C. La plupart des captures ont paru reliées à un changement brusque de température. Les travaux longue-ligne des P. O. F. I. dans le Pacifique central permirent de trouver des Germons, entre autres, dans la zone des Marquises et aux environs de 180°.

Finalement, bien qu'il y ait une pêche industrielle du Germon dans notre région, on sait relativement peu de chose de sa biologie. On a supposé récemment que l'aire de ponte de la population du Pacifique Sud-Ouest se trouvait en mer de Corail. Les observations de l'*Orsom III*, qui, sur ce sujet, ne font que débiter, prennent donc une grande importance.

Jusqu'à présent, 90 Germons ont été capturés à la longue-ligne par l'*Orsom III*; ils sont d'une remarquable homogénéité de taille, puisque la plupart d'entre eux pèsent de 18 à 23 kg. Les mâles paraissent légèrement plus grands que les femelles, environ 3 cm en moyenne; celles-ci, comme c'est le cas en général pour les Thons de longue-ligne, ne représentent pas plus du 1/3 des captures. Les Germons pris en mai 1959 et juin 1960 avaient des indices sexuels (rapport du volume des ovaires au cube de la longueur) faibles ($G = 8,3$; $G = 6,9$), certains organes paraissant récemment vidés; en janvier 1959, au contraire, la moyenne est montée à $G = 21,3$ (de 11 à 35), indiquant la proximité de la ponte. La plupart des poissons capturés l'ont été sur les hameçons les plus profonds, sauf en juin 1960, où les températures étant nettement plus froides, on les a trouvés à un niveau situé entre ceux-ci et les hameçons intermédiaires. Les tailles observées à la pêcherie de Santo (Nouvelles-Hébrides) semblent plus variées que celles notées à bord de l'*Orsom III*.

Au total, le Germon est, dans nos régions, un poisson d'eau relativement profonde n'apparaissant probablement jamais en surface; on l'y rencontre toute l'année et il est vraisemblable que la ponte intervient en été austral, peut-être non loin de la Nouvelle-Calédonie. Il est généralement de grosse taille.

3° Le Thon à nageoires jaunes dans le Pacifique Sud.

Le Thon à nageoires jaunes du Pacifique Sud montre deux phases biologiques bien nettes. La première concerne des Thons immatures ou en train de faire vraisemblablement leur première maturation sexuelle, pesant en moyenne de 6 à 8-9 kg; mélangés à quelques individus plus gros et vivant le long des récifs et des littoraux, ils recherchent spécialement le voisinage extérieur des passes, mais entrent parfois profondément dans les lagons. Ce sont les Thons de traîne par excellence, présents en Nouvelle-Calédonie toute l'année, avec un maximum net en été. Le polygone de fréquence de leur poids s'étale à gauche jusque vers 2 kg et devient fortement asymétrique à droite, avec des modes secondaires peu marqués jusqu'à 25 et même 30 kg, occasionnellement plus. Les mâles ont en moyenne 5 à 10 cm de plus que les femelles.

Le rapport des fréquences des sexes montre une tendance à un cycle annuel. Pour l'ensemble d'une année le rapport, mâles/femelles trouvé est généralement 1/1,2 à 1/1,3. Mais en Nouvelle-Calédonie la proportion des femelles tend à devenir plusieurs fois plus forte que celle des mâles au début de l'été austral pour tomber au-dessous de la moyenne annuelle en fin d'été. La même observation serait valable dans le Pacifique Nord, avec évidemment un décalage de 6 mois. Le maximum de femelles paraît correspondre au début de la saison de ponte ou se situe juste après elle; la proportion des mâles est au contraire la plus élevée à la fin de la période de reproduction (fig. 11).

Les Thons capturés le long du récif n'ont jamais été trouvés en état de maturation avancée. Quoi qu'il en soit, le plus fort développement des gonades a été observé pendant l'été austral, ce qui suggère que c'est à ce

moment que se place la saison de ponte — du moins la partie la plus importante de celle-ci, si elle est largement étalée.

La deuxième phase de la biologie de ces Thons concerne des « deep swimming tunas », gros poissons vivant dans les eaux subsuperficielles et dispersés en assez petites troupes. Dans nos essais de longue-ligne, ils ont mordu principalement sur les hamèçons intermédiaires et profonds, se montrant moins sélectifs que les Germons, trouvés aux niveaux les plus

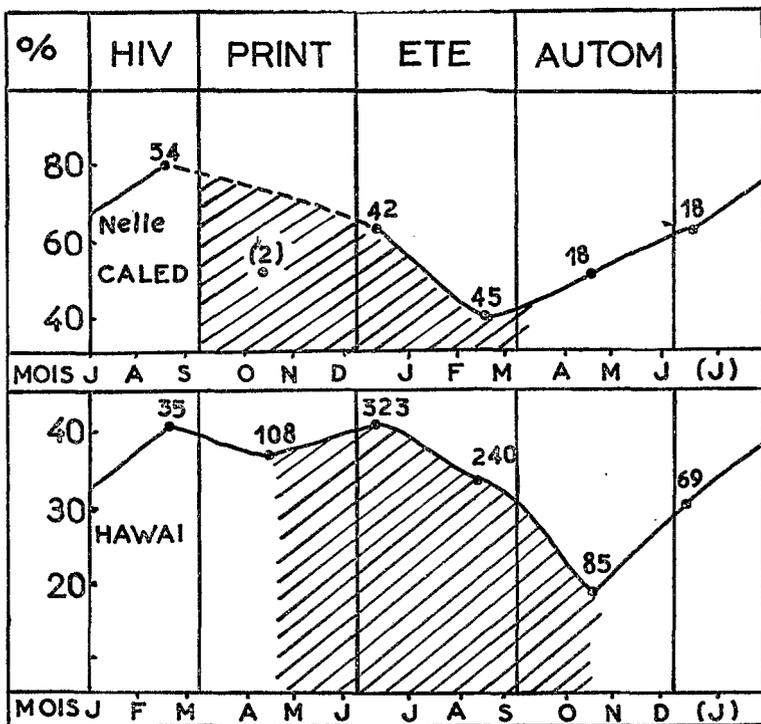


FIGURE 11.

Thons à nageoires jaunes : variation annuelle du pourcentage de femelles en Nouvelle-Calédonie et aux Hawaii (LEGAND, 1960, p. 15).

La saison de ponte supposée a été représentée par une zone hachurée.

profonds, et que les Espadons, qui sont nettement superficiels dans la presque totalité des cas. Ces Thons avaient des gonades plus développées que les poissons côtiers, mais les indications relatives à leur cycle annuel restaient les mêmes.

En zone équatoriale, la saison de ponte paraît plus étalée qu'en Nouvelle-Calédonie et aux Hawaii, avec peut-être un maximum en été boréal.

Un problème important est de savoir si, dans le Pacifique, l'on a affaire à des populations de Thons indépendantes et bien individualisées. ROYCE

(1953) a étudié la variation d'est en ouest de la valeur moyenne de certains caractères morphométriques dans la zone équatoriale et montré qu'à l'intérieur de celle-ci du moins, les caractères évoluent progressivement et toujours dans le même sens le long de l'équateur. LEGAND (*Rapp. Sc. n° II*) a trouvé la même variation pour les branchiospines, cependant que les P. O. F. I. ont indiqué une évolution similaire de la taille moyenne. Nous reproduisons ici deux diagrammes et une partie du tableau de ROYCE qui illustrent ces constatations (fig. 12 et 13).

Il ne doit pas être exclu cependant que des séparations plus nettes interviennent le long des régressions, apparemment sans discontinuité, qu'on peut y voir représentées.

Valeur des différents caractères chez N. macropterus en zone équatoriale et en Nouvelle-Calédonie (longueur totale de 1 000 mm).

Caractères* :	T	Lpd1	Lpd2	LpA	H	Pct	Hd2	Ha	Br
Costa Rica . . .	273	295	526	589	255	270	155	171	30,60
120°-130° W . .	267	297	533	587	—	267	—	—	30,93
Iles de la Ligne	269	289	514	569	243	287	188	203	30,57
Iles Palmyre . .	266	292	516	568	—	—	—	—	30,53
Iles Phœnix . .	266	292	513	568	246	294	198	226	30,12
Iles Marshall . .	265	288	516	567	244	289	197	211	29,35
Nlle-Calédonie .	264	287	512	569	247	290	203	228	28,96
Iles Carolines									
Orient	260	286	510	561	241	299	219	243	28,52

* Définition des symboles employés :

T	tête	Pct	pectorale
Lpd1	distance prédorsale 1	Hd2	hauteur de la 2° dorsale
Lpd2	distance prédorsale 2	Ha	hauteur de l'anale
LpA	distance préanale	Br	branchiospine
H	hauteur du corps		

On peut donc dire que le Thon à nageoires jaunes du Pacifique Ouest est, en moyenne, par rapport à celui du Pacifique Est, presque deux fois plus petit, et a moins de branchiospines (28,5 à 29,0 au lieu de 30,5 à 31); les parties antérieure et moyenne et la hauteur de son corps sont nettement moins développées; par contre, ses nageoires pectorales et surtout dorsale et anale (non épineuses) sont beaucoup plus longues (40 à 50 % en plus de la longueur observée à Costa Rica pour une taille de 100 %). Il est bien évident qu'une telle continuité géographique dans les modifications morphologiques a des conséquences importantes sur l'étude des échantillons provenant de diverses parties du Pacifique. Les auteurs, comme SCHAEFER, qui ont fait des comparaisons biométriques ont rarement abouti à la conclusion que des séparations rigoureuses entre les populations étaient vraisemblables, tout en constatant de nombreuses différences. Ce poisson n'aurait donc pas de migration importante, mais se déplacerait à l'intérieur de régions

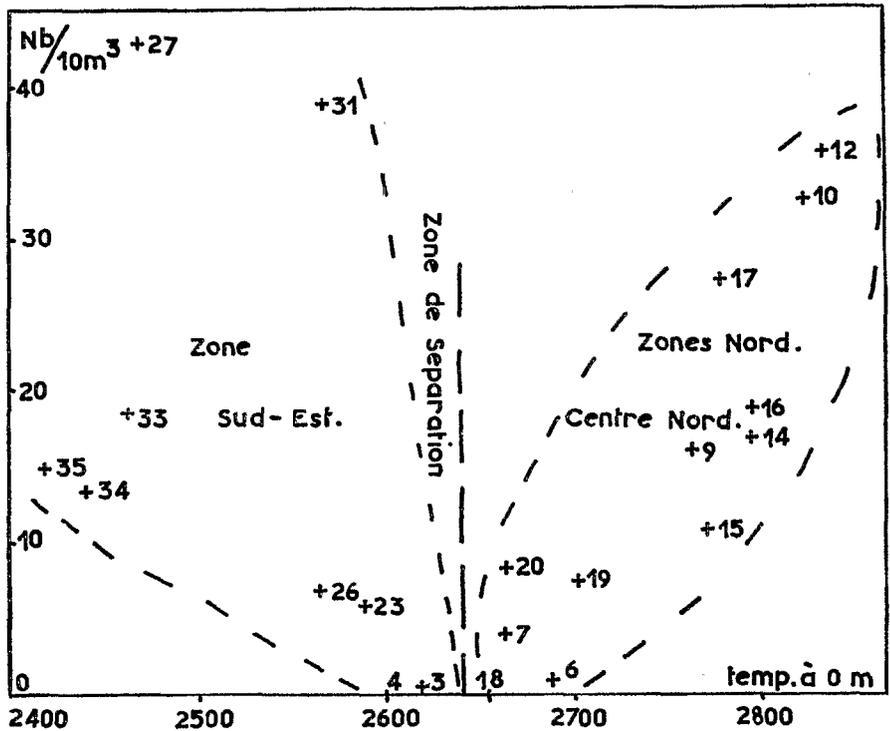


FIGURE 12.

Thons à nageoires jaunes : évolution du nombre moyen de branchiostomes dans le Pacifique (LEGAND, 1960, p. 36).

relativement étroites aux limites desquelles des mélanges interviendraient assez fréquemment. En général, on a peu tenu compte des différences sexuelles possibles. Il semble pourtant en dehors de celles généralement admises pour la longueur totale : par exemple, la pectorale des adultes paraît plus longue chez les mâles (LEGAND, *Rapp. Sc. n° 11*).

4° Relations entre les Thunnidés et le zooplancton.

a) LES CONTENUS STOMACaux DES THUNNIDÉS.

Nous avons laissé systématiquement de côté jusqu'ici la question de la nutrition des Thons. Nous la traiterons ici comme une entité séparée, car elle est un bon élément de jonction entre le necton et le plancton. Certes, la relation n'est pas directe; le plus souvent, elle passe par d'autres éléments du necton qui ne sont que rarement collectés par les filets à plancton; mais au moyen d'engins à prélèvements plus puissants comme le « mid water trawl Isaac Kidd », nous pouvons espérer combler en partie cette lacune dans un avenir assez proche.

Nous savons peu de chose sur la nutrition du Germon dans notre région. Ceci est dû en partie à un obstacle propre aux poissons de longue-ligne : sauf une exception, dont nous parlerons en détail, leurs contenus stomacaux sont généralement dans un état de digestion avancée, qui en rend les éléments peu reconnaissables.

En ce qui concerne le Thon à nageoires jaunes, nous sommes mieux renseignés. Une étude faite par REINTJES et KING (1953) sur 1 100 Thons du Pacifique central et une autre de LEGAND et DESROSIÈRES (*Rapp. Sc. n° II*) sur 150 Thons des côtes de Nouvelle-Calédonie établissent que le pourcentage moyen de poissons qu'ils ont consommé atteint environ 50 % en volume des contenus stomacaux, le reste étant partagé plus ou moins également entre Crustacés et Céphalopodes (fig. 14).

Les deux études indiquent la possibilité que ces Thons ne se nourrissent pas principalement la nuit; peut-être même leur activité prédatrice est-elle alors fortement ralentie : le pourcentage de débris trop digérés pour être déterminés que l'on trouve dans les estomacs des Thons de Nouvelle-Calédonie, minimum le matin, augmente très nettement ensuite*. De même,

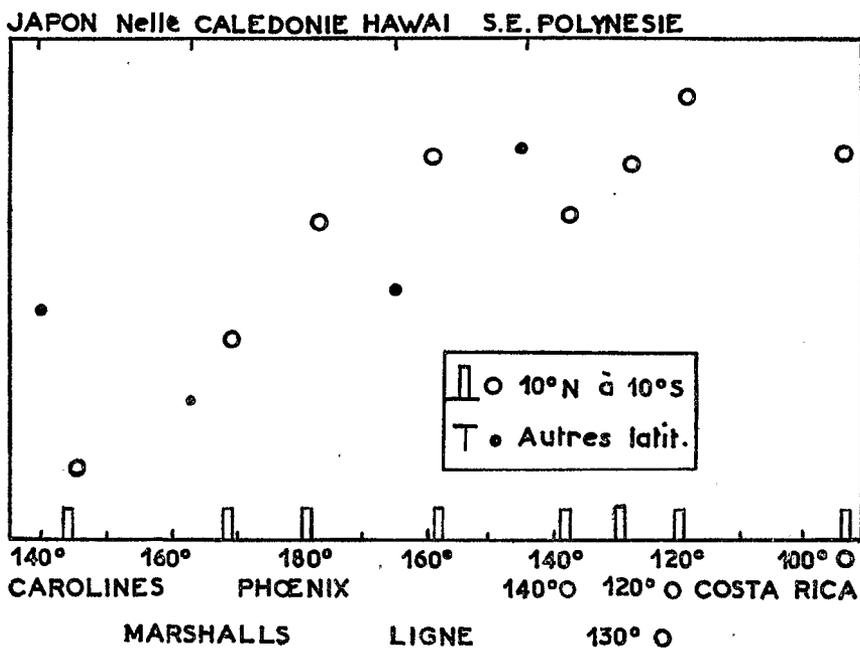


FIGURE 13.

Variation en taille moyenne du Thon à nageoires jaunes, d'ouest en est, dans le Pacifique équatorial. La progression peut se faire plutôt par paliers que d'une manière continue et il est possible que la taille diminue à nouveau à l'ouest de 140° W. (d'après SETTE, 1954, p. 20).

* Il est vrai que nous savons peu de chose de la vitesse de digestion des Thons.

une variation de composition du bol alimentaire semble s'établir au cours de la journée le long des récifs de Calédonie, le pourcentage de poissons étant moindre le matin. Cette variation est sans doute liée aux déplacements des Thons ou à ceux des animaux planctoniques.

Les contenus observés comprennent essentiellement, parmi les Poissons, des jeunes Balistidés, Monacanthidés, Ostraciidés, Tétrodontidés, Diodontidés, ceci même loin des récifs. On trouve aussi des Myctophidés, des Stolephorus, des jeunes Dactylopterus, des Syngnathidés, des larves d'Acanthuridés et, parmi les gros poissons, des Decapterus et des Rastrelliger. Les Crustacés sont souvent des larves de Stomatopodes ou de crabes.

Ce que l'on peut dire, c'est que le Thon à nageoires jaunes mange le plus souvent des proies plutôt petites, en considération de sa taille, mais qu'il peut en avaler occasionnellement de très grosses (près d'un tiers de sa longueur). Les P. O. F. I. ont trouvé que si les lieux de captures sont éloignés des côtes, les Céphalopodes tendent à remplacer les Crustacés et à contrebalancer l'importance des poissons dans la nutrition (fig. 14).

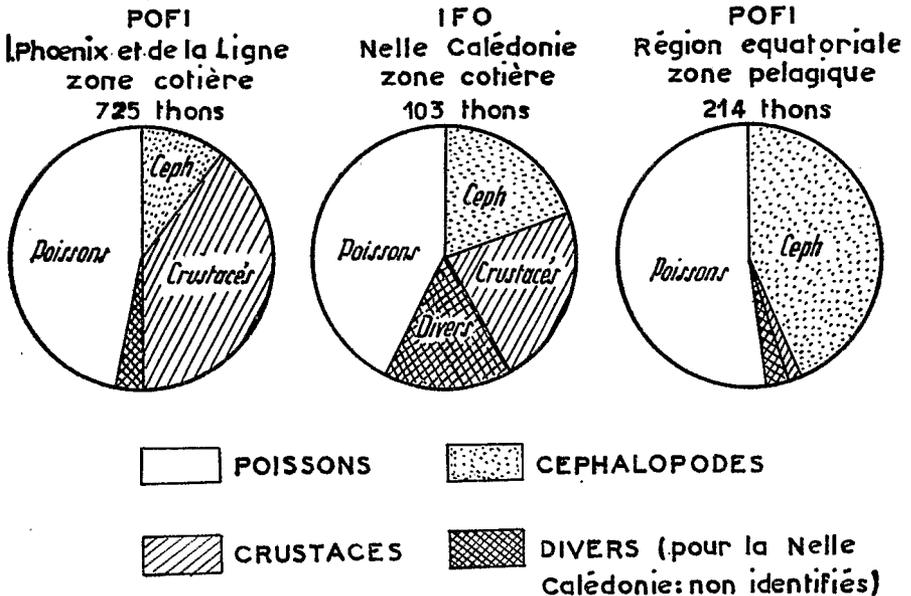


FIGURE 14.

Contenus stomacaux moyens des Thons à nageoires jaunes dans le Pacifique équatorial littoral et pélagique et en Nouvelle-Calédonie (*pro parte* d'après O. E. SETTE, 1954, p. 7).

b) UN COLLECTEUR DE NECTON EFFICACE : L'ALEPISAURUS SP.

Un deuxième aspect des recherches sur les contenus stomacaux est d'une importance scientifique assez grande : c'est le cas de l'Alepisaurus sp. *

* Il s'agit très probablement d'*Alepisaurus ferax* Lowe, mais un léger doute subsiste quant à la détermination spécifique.

Cette espèce bathypélagique est une capture très fréquente de la pêche à la longue-ligne, où on la trouve sur les hameçons les plus profonds. L'espèce est assez commune, puisque 44 spécimens ont été capturés par l'*Orsom III* depuis le début des recherches, ce qui en fait le deuxième poisson par ordre de fréquence des prises.

L'intérêt des *Alepisaurus* vient de ce qu'en aucun cas leurs estomacs ne contenaient de débris trop digérés pour être reconnaissables : dans tous ceux qui n'étaient pas vides, on trouvait des organismes presque complètement intacts, même pour les plus fragiles d'entre eux. Il s'agissait de Lepto-céphales parfois très grands, d'Annélides, d'Amphipodes, de Céphalopodes et surtout de poissons bathypélagiques divers : Sternoptychidés, Gempylidés, Myctophidés. On peut dire que l'*Alepisaurus* se révèle ainsi un auxiliaire précieux pour le biologiste soucieux de relier le zooplancton et le gresson.

Cette espèce est fréquemment cannibale et on a parfois découvert dans de gros *Alepisaurus* de plus petits dont le contenu stomacal était encore en très bon état. Bien que ceci ressemble beaucoup à une galéjade de pêcheur, il nous est même arrivé de prélever trois contenus placés « l'un dans l'autre » ! Car, et ceci est un autre point de la biologie de cette espèce, on trouve simultanément des spécimens de tailles très diverses dans les mêmes lieux ; lors de la dernière croisière de l'*Orsom III*, elle a paru jouer un rôle important dans la nutrition des Thons, des Espadons et même des requins. Aux avantages énumérés, l'*Alepisaurus* joint en effet celui d'être aisé à identifier même sous forme de débris partiellement digérés.

Autre aspect de sa biologie : bien qu'il se prenne aux mêmes hameçons que les Germons, sa répartition semble plus ou moins complémentaire de la leur. En effet, on peut résumer ainsi les résultats de l'*Orsom III* :

Nombre de stations longue-ligne classées par importance des captures de Germons	Nombre moyen de Germons pris par opération	Nombre moyen d' <i>Alepisaurus</i> pris par opération
0 à 3 Germons : 5	1,2	2,6
5 à 7 Germons : 6	6,2	1,8
10 à 12 Germons : 3	10,7	1,0

Les résultats américains confirment cette différence de distribution. puisqu'on peut tirer les chiffres suivants des résultats longue-ligne publiés :

— Pacifique Nord (Germon prédominant) (123 Germons — 3 Thons à nageoires jaunes, 104 stations),

71 stations sans observation de Germons,

171 *Alepisaurus*, observés dans 76 % des cas, soit une moyenne de 2,4 par station,

33 stations donnant une capture totale de 123 Germons,

46 *Alepisaurus*, observés dans 60 % des cas, soit une moyenne de 1,4 par station.

— Pacifique central (Thon à nageoires jaunes prédominant) (178 Germons — 1 540 Thons à nageoires jaunes, 227 stations),

194 stations sans observation d'*Alepisaurus*,

159 Germons, observés dans 26 % des cas, soit une moyenne de 0,8 par station,

33 stations donnant une capture totale de 46 *Alepisaurus*,

19 Germons, observés dans 15 % des cas, soit une moyenne de 0,6 par station.

On voit donc se confirmer un léger décalage dans la distribution des deux espèces. Y a-t-il une différence de distribution entre les Germons et les *Alepisaurus*, du moins à la partie supérieure de l'habitat de ces derniers, ou cette différence est-elle une résultante particulière des dégâts faits sur les appâts par les *Alepisaurus*, dégâts qui sont fréquemment observés mais ne paraissent pas décisifs ? Une étude plus poussée saurait seule y répondre.

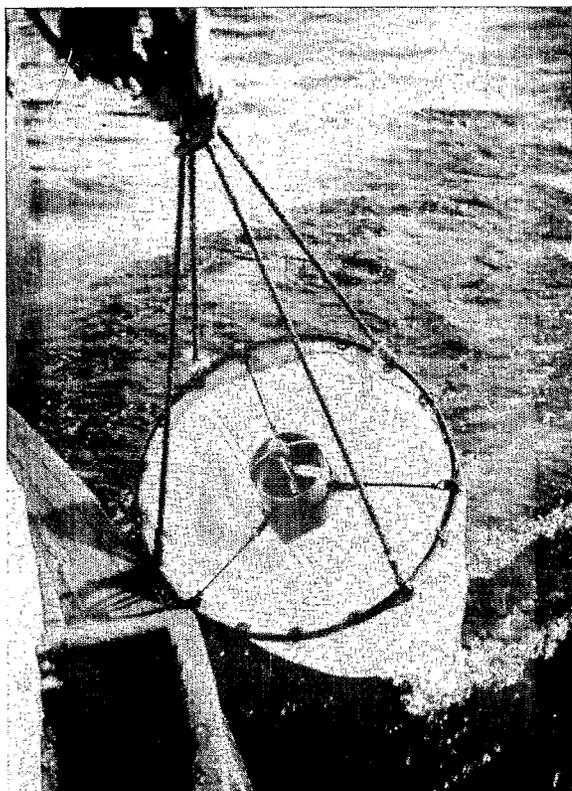
En tout cas, cette espèce se révèle intéressante à plus d'un titre et peut être un lien sérieux entre les autres espèces du necton et le zooplancton.

V. CONCLUSION

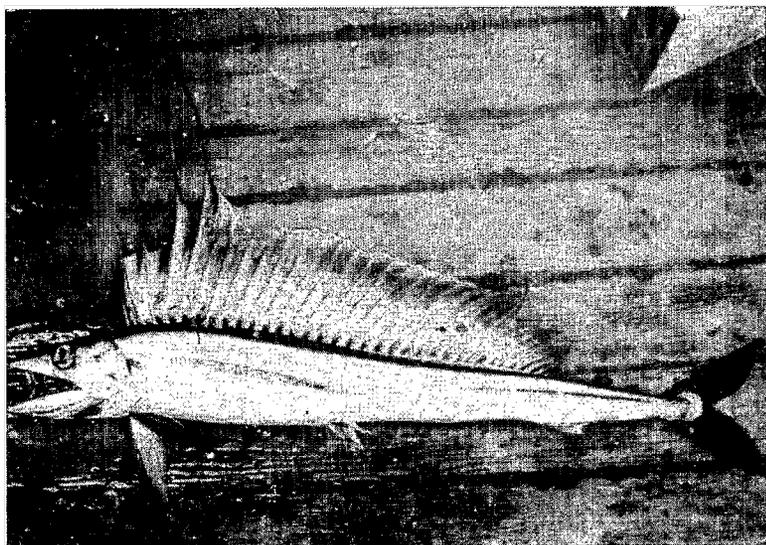
La participation française aux recherches océanographiques dans les eaux pélagiques du Pacifique Sud, bien que limitée et récente, n'en a pas moins produit, on vient de le voir, des résultats encourageants. Encore, dois-je rappeler qu'on n'a pas abordé ici, parmi les travaux effectués au Centre, ceux relatifs à l'Océanographie physique dont M. H. ROTSCHE est responsable, les recherches production primaire de M. M. ANGOT et les déterminations de phytoplancton commencées par M. R. DESROSIÈRES avant sa mobilisation*. Cet ensemble est beaucoup plus considérable que tout ce que nous venons d'exposer.

Le Centre d'Océanographie de l'Institut Français d'Océanie en est au stade où, d'une part, ses efforts antérieurs conduisent aux premières conclusions et où, d'autre part, ses prétentions à l'acquisition d'une position internationale dans le Pacifique prennent corps peu à peu. C'est malheureusement aussi la période des problèmes, l'*Orsom III* vieillit et approche du moment où il ne faudra plus lui demander des travaux importants et suivis; il s'était révélé trop lent dès l'origine, et il est aussi trop petit pour supporter le matériel de prélèvement nécessaire et opérer régulièrement, comme il devrait le faire, sur de grands parcours : en cela il est déjà distancé

* M. B. WAUTHY a été récemment adjoint à notre équipe. Sa présence permettra d'élargir le champ des recherches biologiques.



La remontée du filet à plancton à bord de l'*Orsom III*.



Un très bon collecteur de petit necton et de plancton : l'*Alepisaurus* sp.

dans certains aspects, par le niveau actuel des possibilités du Centre. Cependant, celui-ci a lui-même besoin de moyens de travail à terre renforcés pour maintenir et poursuivre valablement son implantation dans le Pacifique. Mais son avenir scientifique paraît dépendre très étroitement de celui de l'Océanographie française tout entière, qui est, on le sait, l'objet d'un renouveau d'intérêt dans notre pays.

Cette encourageante perspective l'est à plusieurs titres : le moindre n'est pas le renforcement des liens entre les océanographes français.

VI. — BIBLIOGRAPHIE

- AN. — The *Galathea* deep-sea expedition 1950-1953.
Allen George, London, 1956.
- AN. — *Orsom III*. Compte rendu des croisières du deuxième semestre 1957.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Cr. n° 1*, Novembre 1958.
- AN. — Rapport présenté par la France pour la Conférence U. N. E. S. C. O. sur l'Océanographie des mers de Corail et de Tasman, Cronulla, 9/14 Août 1958.
- AN. — New Zealand statement for U. N. E. S. C. O. Conference on the Oceanography of the Tasman and Coral seas at Cronulla, Aug. 9/14, 1958.
- AN. — Australian documents prepared for the U. N. E. S. C. O. Conference on the Oceanography of the Tasman and Coral seas held at Cronulla, Aug. 9/14, 1958.
Div. of Fish. and Ocean. C. S. I. R. O. Marine Biological Laboratory Cronulla-Sydney, 1958.
- AN. — U. N. E. S. C. O. Conference on the Oceanography of the Coral and Tasman seas. Cronulla, Aug. 8/13, 1958 — Proceedings — Div. of Fish. and Ocean. C. S. I. R. O., Cronulla-Sydney, 1958.
- AN. — *Orsom III*. Compte rendu des croisières de l'année 1958.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Cr. n° 2*, Nouméa, 1959.
- AN. — (F. A. O.) *Yearbook of Fishery statistics 1958*, vol. IX.
F. A. O., 1959, Rome.
- AN. — *Orsom III*. Compte rendu des croisières de l'année 1959.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Cr. n° 3*, Nouméa, 1960.
- ANGOT M. — Aperçu et remarques sur les recherches marines menées par les Américains dans les eaux de la Polynésie française.
Rapport dactylographié pour l'O. R. S. T. O. M., Nouméa, Juillet 1959.
- ANGOT M. et CRIOU R. — La pêche du Thon à la longue-ligne.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., Nouméa, 1959.
- AUSTIN T. S. — « Mid Pacific Oceanography ». Part V, Transequatorial waters. May-June 1952-August 1952.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 136, Washington, Nov. 1954.
- AUSTIN T. S. — Summary oceanographic and fishery data, Marquesas Islands area August-September 1956 (« Equapac »).
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 127, Washington, 1957.
- BERNARD M. — Le cycle de la vie dans les mers.
Science et Vie n° 51 (La Mer), p. 66-71, 1960.
- DOUMENGE F. — L'essor de la pêche maritime dans les mers tropicales.
Les Cahiers d'Outre-Mer, t. XIII, p. 133-139, 1960.
- EMERY K. O. et SEAR M. — An international directory of oceanographers, 3^e édition,
Nat. Res. Comm., Washington, 1960.
- GRAHAM J. C. — Central north Pacific Albacore surveys, May to November 1955.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 202, Washington 1957.
- GRAHAM J. C. — Northeastern Pacific Albacore surveys, Part I. Biological observations.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 310, Washington, 1959.
- HIDA T. S. et KING J. E. — Vertical distribution of zooplankton in the central equatorial Pacific, July-August 1952.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 144, Washington, 1955.

- IVERSEN E. S. — Size variation of central and western Pacific Yellowfin tuna.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 174, Washington, June 1956.
- KING J. E. et DEMOND J. — Zooplankton abundance in the central Pacific.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Fish. Bull. 82, vol. 54, Washington, 1953.
- KING J. E. et DOTY M. S. — Preliminary Report on expedition « Eastropic ».
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 201, Washington, 1957.
- KUROGANE K. et HIYAMA Y. — Morphometric comparison of the Albacore from the north west, the equatorial and the south west Pacific.
Rec. of Oceans. Works and Japan, vol. 4, n° 2, Mars 1958, p. 200-209.
- LEGAND M. — *Orsom III*. Résultats biologiques de l'expédition « Equapac ».
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 1*, Nouméa, 1957.
- LEGAND M. — Variations quantitatives du zooplancton récolté par l'*Orsom III* pendant la croisière « Equapac ».
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 2*, Nouméa, 1957.
- LEGAND M. — Étude sommaire des variations quantitatives diurnes du zooplancton autour de la Nouvelle-Calédonie.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 6*, Nouméa, 1958.
- LEGAND M. — Activité et besoins du Centre d'Océanographie de Nouméa.
Rapport ronéotypé O. R. S. T. O. M., Paris, 1960.
- LEGAND M. — *Orsom III*. Compte rendu de la croisière longue-ligne (60-5), 21-28 Juin 1960. Rapport dactylographié I. F. O., pour O. R. S. T. O. M., Nouméa, Juillet 1960.
- LEGAND M. et DESROSIÈRES R. — Zooplancton quantitatif du nord-est de la mer de Corail.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 10*, Nouméa, 1959.
- LEGAND M. et DESROSIÈRES R. — Premières données sur le Thon à nageoires jaunes de Nouvelle-Calédonie.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 11*, Nouméa, 1960.
- LEGAND M. et ROTTSCHI H. — Rapport sur la visite à Nouméa du R. V. *Vitiaz* de l'Académie des sciences d'U. R. S. S. 26-29, Juin 1958.
Rapport dactylographié I. F. O., pour O. R. S. T. O. M., Nouméa, 5 Février 1958.
- LEGAND M. et ROTTSCHI H. — Rapport sur la conférence U. N. E. S. C. O. sur l'Océanographie des mers de Corail et de Tasman — Wellington (Nouvelle-Zélande), 29 Août-2 Septembre 1960.
Rapport dactylographié I. F. O., pour O. R. S. T. O. M., Nouméa, Septembre 1960.
- MOORE M. B. — The relation between the scattering layers and the Euphausiacea. Woods Hole Ocean. Inst. Coll. Repr. cont. 535, p. 81-212.
- MURPHY G. I. — Longline fishing for deep swimming tunas in the central Pacific, Aug.-Nov. 1952.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 137, Washington, 1955.
- MURPHY G. I. et SHOMURA R. S. — Longline fishing for deep swimming tunas in the central Pacific, Jan.-June 1952.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 108, Washington, Août 1953.
- OTSU T. — Albacore migration and growth in the north Pacific ocean as estimates from tag recoveries.
Pacific Science, vol. XIV, n° 3, Jul. 1960, p. 257-266, Univ. of Hawaii.
- REINTJES J. W. et KING J. E. — Food of Yellowfin tuna in the central Pacific.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Fish. Bull. 81, vol. 54, Washington, 1953.
- ROTSCHI H. — Expédition océanographique « Capricorn » de la Scripps Institution of Oceanography de l'Université de Californie.
Bull. Inf. C. C. O. E. C., vol. 10, Décembre 1953.
- ROTSCHI H. — *Orsom III*. Expédition « Equapac » Océanographie physique.
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 3*, Nouméa, 1957.
- ROTSCHI H. — Hydrologie et dynamique du nord-est de la mer de Corail.
Cahiers Océanographiques du C. O. E. C., XI, 10, Décembre 1959.

- ROTSCHI H., ANGOT M., LEGAND M. — *Orsom III. Résultats de la croisière « Astrolabe », 2° partie, Chimie, Productivité, Zooplancton.*
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 9*, Nouméa, 1959.
- ROTSCHI H., ANGOT M., LEGAND M. — *Orsom III. Résultats de la croisière « Boussole »*
O. R. S. T. O. M., I. F. O., *Rapp. Sc. n° 13*, Nouméa 1949.
- ROUCH J. — *Les découvertes océanographiques modernes.*
Payot, Paris, 1959.
- ROYCE W. F. — Preliminary report on a comparison of the stocks of Yellowfin tuna.
I. P. F. C., 4th Meet. Proceedings, Sect. II, p. 130-145, Bangkok, 1953.
- SCHAEFER M. B. — Morphometric comparison of Yellowfin tuna from south east Polynesia central, America and Hawaii.
Int. Am. Trop. Tuna Comm. Bull., vol. I, n° 4, 1955.
- SETTE O. E. et al. — Progress in Pacific oceanic fishery investigations 1950-53.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 116, Washington, 1954.
- SHOMURA R. S. et MURPHY G. I. — Longline fishing for deep swimming tunas in the central Pacific, 1953.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 157, Washington, Septembre 1955.
- SHOMURA R. S. et OTSU T. — Central north Pacific Albacore surveys, January 1954, February 1955.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 173, Washington, 1956.
- STRASBURG D. W. — Estimates of larval tuna abundance in the central Pacific.
Fish Bull. 167, vol. 60, Washington, 1960.
- SVERDRUP H. U., JOHNSON M. W., FLEMING R. H. — The oceans, their physics, chemistry and general biology.
New York Prentice Hall Inc., 1949.
- WILSON R. C., NAKAMURA E. L. et YOSHIDA H. O. — Marquesas area fishery and environment data Oct. 1957-June 1958.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 283, Washington, 1958.
- WILSON R. C. et RINKEL M. O. — Marquesas area oceanographic and fishery data January-March 1957.
U. S. Fish and Wildl. Serv. Spec. Scient. Rep. Fish. n° 238, Washington, 1957.

800

**ASPECTS
DES RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES
DANS LE PACIFIQUE SUD**

QUELQUES RÉSULTATS BIOLOGIQUES

par

Michel LEGAND

Océanographe biologiste
Centre d'Océanographie de l'Institut Français d'Océanie

Extrait des *Cahiers du Pacifique*, n° 3 (juin 1961)

115 B 150,21