

COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

QUELQUES HYPOTHESES CONCERNANT LA BONITE
(KATSUWONUS PELAMIS) DE L'OCEAN PACIFIQUE

R. E. Kearney

Le présent document constitue une version révisée d'un rapport non publié présenté sous le même titre comme Document de travail N° 5 à la réunion spéciale d'experts consacrée aux problèmes d'exploitation de la bonite réalisations et recherche
Nouméa, 6 - 10 décembre 1976.

SPC Library

35964
Bibliothèque CPS

Commission du Pacifique Sud
Nouméa, Nouvelle-Calédonie
Août 1978

TABLE DES MATIERES

	Page
1. <u>Introduction</u>	1
2. <u>Répartition de la bonite dans l'Océan Pacifique</u>	1
2.1 Répartition des larves	1
2.2 Répartition des juvéniles	2
2.3 Répartition des adultes	3
2.4 Répartition des adultes géniteurs	5
2.5 Incidence possible du chevauchement dans la répartition des bonites larvaires, juvéniles et adultes	5
2.6 Hypothèse concernant la répartition générale de la bonite	7
3. <u>Populations</u>	8
4. <u>Croissance</u>	9
5. <u>L'environnement et les contraintes physiologiques qu'il impose à la bonite</u>	12
6. <u>Discussion</u>	14
7. <u>Conclusions concernant l'évaluation des stocks</u>	17
<u>Références</u>	20
Figure 1 Répartition approximative des bonites adultes et larvaires dans l'Océan Pacifique, d'après Joseph et Calkins, 1969 (pour les adultes) et Matsumoto et Skillman (pour les juvéniles).	22
Figure 2 Evolution dans le temps de la taille moyenne des bonites capturées par chacune des quatre sociétés de pêche opérant en Papouasie-Nouvelle-Guinée (d'après Kearney, 1977).	23
Figure 3 Situation des zones de pêche exclusive à l'appât pratiquée par chacune des sociétés opérant en Papouasie-Nouvelle-Guinée (d'après Kearney, 1977).	24
Figure 4 Habitats supposés de la sous-population du Pacifique occidental et de celle (ou celles) du Pacifique centre-est (voir Fujino, 1972, figure 4 pour de plus amples détails).	25
Figure 5 Sous-populations de bonites susceptibles d'exister dans l'Océan Pacifique selon l'hypothèse de Sharp (d'après la Commission du Pacifique Sud, 1977).	26

I. Introduction

Bien que la bonite (Katsuwonus pelamis) soit maintenant, et de loin, l'espèce de thonidés la plus pêchée dans le monde, les recherches entreprises à son sujet sont relativement limitées. On considère généralement que les réserves de bonites de l'Océan Pacifique sont encore largement sous-exploitées, mais les auteurs des rapports publiés à l'appui de cette théorie se sont fondés sur l'absence d'éléments contradictoires pour étayer leur point de vue. Dans le présent document, j'ai regroupé plusieurs hypothèses concernant le cycle biologique et les moeurs des bonites pour tenter de déterminer certaines des lacunes existant dans nos connaissances actuelles et de formuler une opinion quant à la situation des stocks de bonites exploités dans le Pacifique. La version originale du présent document a été soumise pour la première fois en octobre 1976 afin de susciter un débat entre les experts et les administrateurs s'occupant de recherche et de développement dans le domaine de la pêche à la bonite, et cela demeure son objectif essentiel.

2. Répartition de la bonite dans l'Océan Pacifique

Les bonites sont présentes dans toute la région tropicale et sub-tropicale de l'Océan Pacifique. Les limites géographiques approximatives de leur habitat sont les 40èmes parallèles, les concentrations exploitables étant normalement limitées aux régions où l'isotherme de surface est de 20°C (Fig. 1). Le fait que les bonites aient apparemment besoin d'eau d'une température d'environ 20° C au moins en surface limite la répartition nord-sud de ce poisson lorsque c'est l'hiver dans l'un ou l'autre hémisphère, ce qui entraîne une modification saisonnière de la répartition des bonites par rapport aux pôles.

Comme l'indique la figure 1, les bonites larvaires et adultes ont des habitats différents ; si l'on considère les variations éventuelles intervenant dans la répartition verticale observée dans ces zones, il faut examiner séparément chaque grand stade de la croissance de la bonite.

2.1 Répartition des larves

Il existe de nombreux rapports sur la répartition des bonites larvaires (Kawasaki 1965, Klawe et Miyake 1967, Joseph et Calkins 1969, Mori 1972, Matsumoto et Skillman 1975), mais malgré l'importance des stocks de bonites adultes, les recherches sur les divers stades du cycle biologique de ce poisson sont limitées. Il est admis que l'habitat des larves de bonites dans l'Océan Pacifique ne dépasse pas la zone comprise entre les limites nord et sud de l'isotherme de 24°, la concentration des larves augmentant progressivement vers l'ouest. On considère également que les larves sont davantage concentrées dans les régions proprement équatoriales du Pacifique oriental, alors qu'on en observe jusqu'aux 35èmes parallèles dans les régions occidentales. Même dans le Pacifique ouest, on estime que les larves sont concentrées davantage dans les régions équatoriales, bien que d'après les données fournies par Ueyanagi (1969), il semble qu'une eau d'une température supérieure à 28° C ne constitue pas un milieu vraiment favorable aux larves de bonites.

Des données concernant la répartition verticale des bonites montrent que ces dernières sont concentrées au-dessus du gradient thermique même si quelques larves ont été prises au-dessous de cette limite apparente. D'après l'hypothèse avancée par Matsumoto et Skillman (1978), les larves de bonites seraient concentrées dans les eaux de surface jusqu'à une profondeur d'environ 60 m, et une faible proportion seulement se trouverait à plus de 60 - 70 m, indépendamment de la profondeur du gradient thermique. La température la plus basse à laquelle on observe des concentrations de larves de bonites semble être d'environ 21° C.

2.2 Répartition des juvéniles

Un élément frappant qui ressort de l'étude sur les bonites juvéniles (c'est-à-dire de moins de 350 mm de long) est la rareté de ces individus, qui a été constatée au cours d'opérations de pêche effectuées à titre commercial ou expérimental. Des spécimens semblent être pris presque exclusivement au cours de prélèvements expérimentaux de plancton ou dans l'estomac de prédateurs "terminaux" ; peu de juvéniles semblent avoir été pris accidentellement au cours d'opérations de pêche commerciale.

L'un des documents les plus détaillés concernant la répartition de la bonite juvénile est celui de Mori (1972), qui est fondé sur les analyses du contenu stomacal de prédateurs "terminaux" autres que la bonite. Mori considère les bonites de moins de 15 cm de long comme des juvéniles et classe celles qui ont entre 15 et 35 cm de longueur dans la catégorie des jeunes poissons. Il estime que la répartition des juvéniles est la même que celle des larves et qu'elle est fondamentalement limitée par l'isotherme de 24° C en surface, mais que la répartition des jeunes est plus large, et guère différente de celle des adultes. Il suppose que la répartition s'élargit lorsque la bonite est jeune et mesure de 15 à 35 cm. Fondant son hypothèse sur une estimation de la fréquence relative des poissons selon leur longueur aux environs de l'isotherme de 24° C, il suppose en outre qu'en atteignant une longueur de 30 cm, les jeunes bonites commencent à se disperser au delà des zones de reproduction. Les théories avancées dans la suite du présent document concordent avec le principe fondamentale de Mori concernant le développement des juvéniles dans les zones de reproduction et la dispersion et la croissance ultérieures, bien que je soupçonne que la dispersion commence chez des bonites de tailles plus variées que ne le pense Mori.

Quoi qu'il soit généralement admis que les bonites larvaires et post-larvaires sont concentrées dans les régions équatoriales du Pacifique central et occidental, les zones où l'on observe le plus de premières recrues (bonites post-juvéniles de 350 à 450 mm) pour les opérations de pêche commerciale, sont situées aux extrêmes limites de la zone habitée par l'espèce, c'est-à-dire au large du Japon (40-45° N, 145° E), de la Nouvelle-Zélande (35-40° S, 175° E), de la Basse Californie (20 à 30° N, 100° W) et du nord du Chili (20° S, 85° O). Cela indique une migration générale depuis les basses latitudes vers les hautes latitudes, et dans le cas de certains poissons, vers l'est, en gros au cours de leur première année d'existence. Cela indique également une migration générale de bonites juvéniles en dehors des zones où existent les plus fortes concentrations d'individus de grande taille.

Mes observations personnelles et les discussions que j'ai pu avoir avec des chercheurs et des pêcheurs professionnels m'ont amené à conclure que les bancs de surface de bonites juvéniles sont rares, bien qu'il existe nécessairement de grandes quantités de juvéniles. Cela laisse penser que les bonites juvéniles ne se rassemblent pas en bancs de la même manière que les adultes et que leur répartition verticale est également différente. Bien que cette théorie soit fondée en grande partie sur des constatations empiriques, j'émetts l'hypothèse selon laquelle, en plus d'importantes migrations latérales, les bonites en cours de croissance effectuent une migration verticale dans la colonne d'eau, et qu'elles ont tendance à écarter les juvéniles des parties de la colonne d'eau qui ont la population la plus dense de bonites adultes se nourrissant d'individus plus jeunes.

2.3 Répartition des adultes

Etant donné que la taille à laquelle la bonite acquiert les caractéristiques associées à l'âge adulte varient en fonction de nombreux facteurs externes, il n'est pas possible de définir de façon précise la bonite adulte selon sa longueur ou son poids. Pour étudier la répartition des bonites, il est commode de considérer les individus d'une taille égale ou supérieure à celles des premières recrues des pêcheries commerciales comme des "adultes" même si cette catégorie peut inclure des juvéniles parvenant à maturité, ou bien des poissons "jeunes" ou adolescents. Il a déjà été dit que l'habitat de ces poissons d'une taille supérieure à celle des recrues correspondait en gros à la zone délimitée par l'isotherme de 20° C en surface, comme indiqué dans la figure 1.

Dans l'ensemble de cette zone, il existe apparemment une spécificité marquée de la taille des bonites dans certaines régions et peut-être également des groupements génétiques (examinés plus bas) qui donnent lieu à des différences relativement importantes d'une zone à l'autre. La répartition des réserves entre les deux principales zones de pêche situées dans a) le Pacifique oriental et b) le Pacifique occidental pourrait également être prise en compte.

Les connaissances générales actuelles sur la bonite dans le Pacifique oriental peuvent être résumées de la façon suivante (d'après Forsbergth et Francis, communication personnelle de 1976) ;

- (1) Les bonites capturées en surface dans le Pacifique oriental sont issues d'une ponte qui a eu lieu dans des zones situées à l'ouest du lieu de leur capture (probablement entre 180° et 130° Ouest).
- (2) Elles migrent dans la zone de pêche (essentiellement le long des côtes de Basse Californie et d'Amérique centrale et du Sud) apparaissant pour la première fois lorsque leur longueur totale atteint environ 40 cm (leur âge étant probablement d'environ 1 an).
- (3) Elles restent dans la zone de pêche pendant 1 à 2 ans, après quoi elles reviennent vers l'ouest.

Il existe bien de grosses bonites (de plus de 5 kg) dans la zone de pêche du Pacifique oriental, particulièrement certaines années, mais la grande majorité des bonites qui y sont capturées pèsent moins de 4,5 kg. Les expériences de marquage ont montré que les individus migrant à partir de cette région vers le Pacifique central atteignaient rapidement une très grande taille.

La répartition des bonites par taille dans le Pacifique occidental semble plus complexe. Le résumé suivant est extrait en grande partie d'une publication antérieure (Kearney 1975).

Pour la plus grande part, les prises de bonites du Pacifique occidental sont effectuées par des sociétés japonaises pratiquant la pêche à la canne, localement ou en haute mer au sud du Japon, et dans le cadre d'opérations en association effectuées en Papouasie-Nouvelle-Guinée, aux Iles Salomon et à Fidji. Des données relatives à la répartition des bonites par tailles sont fournies par toutes ces sociétés de pêche ; même si elles sont loin d'être exhaustives, elles suffisent à permettre de classer les prises en deux catégories, selon que le poisson pêché pèse plus ou moins de 6 kg, ce qui constitue une démarcation significative pour la description du stock, comme indiqué ci-dessous. Les bonites capturées dans les eaux côtières japonaises pèsent le plus souvent de 1,2 à 3,4 kg (Suda 1971) tandis que celles qui sont prises sous des latitudes plus basses par des navires japonais de pêche hauturière ont tendance à être plus grosses. Les chiffres relatifs à la taille moyenne des bonites (Kearney 1977) et les analyses portant sur la fréquence des longueurs de ces poissons (Ministère des industries primaires, Papouasie-Nouvelle-Guinée, données inédites) destinés aux pêcheries de Papouasie-Nouvelle-Guinée révèlent que les bonites d'un poids supérieur à 6 kg sont rares et qu'elles représentent nettement moins de 1% du volume total des prises annuelles, tandis que les pièces de plus de 7 kg sont rarissimes. Par contre, dans le Pacifique central, des bonites d'au moins 8 kg sont courantes à Hawaï (Rothschild 1965) et en Polynésie française on en capture d'encore plus grosses en certaines saisons (Doumenge 1973).

Les prises de bonites à la palangre ont tendance à renforcer la thèse selon laquelle il existerait des différences entre les parties orientale et occidentale du Pacifique ; cependant, étant donné que ce poisson n'est pas particulièrement recherché par les palangriers, il ne faut pas accorder une valeur excessive à cette thèse. Les engins et appâts utilisés pour la pêche du thon à la palangre sont conçus pour des espèces de thonidés de plus grande taille, et particulièrement pour les grosses bonites. Les bonites prises à la palangre sont donc généralement plus grosses que celles qui sont prises en surface. Cependant, les données relatives à la pêche à la palangre démontrent que les prises de bonites effectuées par unité d'effort utilisant ce procédé sont plus importantes dans l'Est que dans l'Ouest du Pacifique (Kasahara 1968, Miyake 1968). En outre, les bonites capturées dans les régions équatoriales du Pacifique occidental ont tendance à être plus petites que dans les autres régions (Miyake 1968).

Cette tendance à une spécificité locale de la taille des bonites s'observe non seulement au niveau de vastes sous-régions, mais également dans le cadre des zones de pêche d'un pays donné, comme c'est le cas de la Papouasie-Nouvelle-Guinée. La figure 2 montre que les bonites prises par une société de pêche (société C) ont été d'une taille relativement uniforme (environ 5 kg) et nettement plus grosses que celles qui ont été capturées dans d'autres zones (moyenne 3,2 kg) bien que la zone de pêche où opère la société C (figure 3) n'ait été distante des autres zones de pêche que de 400 km. Des expériences de marquage ont fait apparaître l'existence d'une migration depuis les zones de pêche des sociétés A et B vers celle de la société C et il ne fait guère de doute qu'une partie au moins des poissons observés dans toutes ces zones proviennent d'un stock commun. Le fait que les poissons de grande taille prédominent dans la zone C et seulement dans cette zone confirme la thèse selon laquelle la taille des bonites diffère d'une zone à l'autre.

2.4 Répartition des adultes géniteurs

Bien que les données disponibles concernant la taille des bonites parvenant à maturité dans le Pacifique oriental et occidental (Brock 1964, Orange 1961, Lewis et al 1974) ne soient pas concluantes, il semblerait que dans les deux régions, la bonite mesure environ 45 cm lorsqu'elle parvient à maturité et que les bonites capturées sous des latitudes plus élevées ont des gonades moins développées quelle que soit leur taille. Les études concernant les gonades de la bonite laissent également penser que la ponte se produit tout au long de l'année dans les régions équatoriales du Pacifique occidental mais que ce phénomène revêt un caractère plus saisonnier à mesure que l'on se dirige vers de plus hautes latitudes où il a lieu essentiellement au cours des mois d'été. Les analyses des gonades de bonites du Pacifique occidental indiquent que la ponte est limitée dans cette région. En général, les données biologiques relatives à la reproduction de la bonite confirment celles qui ont trait à la répartition des larves et des juvéniles qui ont déjà été examinées et renforcent la théorie selon laquelle l'isotherme de 24° C en surface, qui se déplace de façon saisonnière (figure 1) délimite approximativement la zone de ponte de la bonite, c'est-à-dire essentiellement dans les régions équatoriales et occidentales de l'océan Pacifique.

2.5. Incidence possible du chevauchement dans la répartition des bonites larvaires, juvéniles et adultes

La répartition latérale des bonites dans tout l'Océan Pacifique selon leurs nombreux stades de développement a été traitée séparément pour chaque stade, de l'état larvaire à l'état adulte, et elle est généralement telle qu'elle est décrite à la figure 1. Il apparaît clairement que les données disponibles sur la répartition verticale de la bonite sont insuffisantes pour permettre de faire une description valable de ce phénomène, mais elles laissent toutefois penser qu'il pourrait exister une interaction marquée entre les bonites de diverses tailles au cours du cycle biologique.

La similitude existant entre les répartitions latérales et verticales des bonites larvaires, post-larvaires et adultes, à quoi s'ajoute la conviction que les bonites mangent toute nourriture qui se présente, incite fortement à penser que les bonites adultes mangent de grandes quantités de larves et de juvéniles

de leur propre espèce. Cette hypothèse est étayée par des éléments prouvant que les bonites sont effectivement cannibales (Nakamura 1965). Des conclusions récentes - quoiqu'encore inédites - de l'étude du programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites entrepris par la Commission du Pacifique Sud ont montré que de petites bonites étaient fréquemment trouvées dans les estomacs de leurs congénères de taille supérieure et qu'elles constituaient peut-être l'un de leurs principaux aliments. Cette hypothèse peut être approfondie car il ne fait pas de doute que la bonite adulte représente la plus grande biomasse de prédateurs identifiables dans la zone du Pacifique où la présence de bonites larvaires est connue (c'est-à-dire dans les couches de surface des eaux les plus tropicales), et c'est la raison pour laquelle la thèse selon laquelle les bonites sont peut-être les plus grands prédateurs de leur propre espèce, du moins quantitativement, doit être prise au sérieux.

D'un point de vue biologique théorique, il est intéressant d'approfondir quelque peu cette idée du point de vue de la productivité de l'ensemble du milieu dans lequel vit la bonite. Il est reconnu que les eaux du Pacifique équatorial central et occidental ont une faible productivité organique globale par rapport à la plupart des autres grandes régions océaniques du monde. La production de réserves de poissons pélagiques y est limitée, les réserves benthiques étant quant à elles inconnues, mais jugées minimales. La bonite y est certainement l'espèce de poisson la plus exploitée commercialement et cette vaste région relativement improductive semble ne contenir que peu d'autres ressources importantes.

Les bonites adultes sont la proie de nombreuses espèces de marlins mais elles ne sont probablement pas victimes de beaucoup d'autres grands prédateurs. Leur rôle comme prédateurs terminaux et leur domination des échelons supérieurs de la chaîne alimentaire sont donc très considérables.

Etant donné que la bonite est extrêmement mobile et que son taux de métabolisme est probablement aussi élevé que celui de n'importe quel autre poisson vivant, il peut paraître surprenant de la trouver dans une zone à faible productivité. Manifestement, son excellent hydrodynamisme et sa grande rapidité lui permettent de parcourir de vastes zones océaniques à la recherche de nourriture, et de se nourrir efficacement lorsqu'elle trouve une proie. Dans les sections précédentes, il a été supposé qu'au moins une partie de ces proies était constituée de bonites larvaires, post-larvaires ou juvéniles, et il est possible que la quantité disponible de jeunes de la même espèce constitue une part très importante de la nourriture de la bonite adulte. S'il en est ainsi, comme cela paraît probable, il est bon de considérer cette interaction adultes/jeunes non pas comme un phénomène autodestructeur négatif, mais comme un mécanisme qui s'est élaboré au cours des temps et qui permet à l'espèce de tirer un meilleur parti de l'ensemble du milieu où elle vit. On sait que la bonite est très féconde et qu'elle peut pondre de façon pratiquement continue, du moins en région tropicale. En outre, si l'on suppose que les bonites post-larvaires et les petites bonites juvéniles se nourrissent de formes planctoniques plus petites que celles qu'affectionnent les adultes, l'hypothèse selon laquelle les très petites

bonites servent de collecteurs de nourriture pour les adultes apparaît alors très plausible (le concept d' "enfants" comme organe collecteur de nourriture des copépodes dans un milieu relativement pauvre en aliments a été suggéré par Obrebsky, communication personnelle). Je n'estime pas pour ma part que chez la bonite, cette habitude s'est développée au point que ce poisson recherche activement les concentrations de juvéniles pour se nourrir, mais simplement que leur absorption occasionnelle augmente la quantité de nourriture dont disposent les adultes et permet peut-être à la bonite en tant qu'espèce de tirer un meilleur parti des réserves alimentaires disponibles.

Il existe logiquement dans le cycle de croissance de la bonite un point au-delà duquel un individu d'une certaine taille constitue une proie moins vulnérable ou peut-être moins tentante pour ses aînés. On peut également supposer qu'en grandissant, les juvéniles adoptent un comportement instinctif évolué de caractère défensif leur permettant d'éviter d'être la proie des adultes. Les différences pouvant exister dans la répartition verticale des juvéniles ont déjà été indiquées (section 2.2) et le fait qu'il n'existe pas de bancs de juvéniles en surface a été invoqué pour prouver qu'il se produit bien une ségrégation. D'après le peu de données dont on dispose et l'hypothèse exposée plus haut, je serais d'avis que les bonites juvéniles ont tendance à éviter la prédation cannibale en occupant la partie inférieure de la colonne d'eau située un peu au-dessus de l'isotherme de 20° C.

2.6 Hypothèse concernant la répartition générale de la bonite

L'hypothèse suivante en huit points regroupe les questions abordées aux paragraphes 2.1 à 2.5.

- 1) Dans l'Océan Pacifique, c'est dans les eaux chaudes des régions équatoriales que les bonites pondent le plus, particulièrement dans les régions occidentales.
- 2) Les oeufs sont répartis et les larves se développent dans toute la colonne d'eau au-dessus du gradient thermique, bien qu'il semble que leur répartition verticale dans toute cette masse d'eau ne soit pas homogène.
- 3) Le développement et la croissance des larves semblent se faire de préférence dans des eaux légèrement plus fraîches ($< 28^{\circ}\text{C}$), les juvéniles de plus grandes tailles préférant quant à eux des eaux encore plus froides.
- 4) Les bonites post-larvaires et les petites bonites juvéniles ont tendance à migrer verticalement vers les environ de l'isotherme de 20° où ils ont tendance à éviter d'être la proie des bonites adultes.
- 5) Les juvéniles tendent à rester sur l'isotherme de 20° (ou aux environs) en migrant vers les pôles ou vers l'est tout en se nourrissant et en croissant.

6) Elles montent à la surface environ un an plus tard à l'endroit où l'isotherme de 20° passe par les eaux de surface (au large du Japon et de la Nouvelle-Zélande dans le Pacifique occidental et au large de la Basse Californie et du Pérou méridional, dans le Pacifique oriental ; à ce moment, elles ont atteint une quarantaine de centimètres de longueur.

7) Elles restent dès lors dans les couches d'eau superficielles, pour migrer lentement vers des régions situées plus près de l'équateur afin d'y pondre.

8) Les bonites adultes ont tendance à effectuer des migrations plus courtes chaque année suivante, et à mesure qu'elles deviennent véritablement des poissons de grandes tailles, elles se cantonnent progressivement à un habitat nettement réduit du fait des contraintes physiologiques que leur impose leur milieu.

3. Populations

De nombreuses définitions ont été données aux populations, sous-populations, stocks, etc. de poissons et pour éviter toute ambiguïté dans les sections qui suivent, la terminologie fixée lors de la réunion spéciale d'experts qui s'est tenue à Nouméa en décembre 1976 (Commission du Pacifique Sud, 1977), a été utilisée constamment dans le présent document.

Population : tous les individus d'une même espèce habitant une région donnée (exemple : toutes les bonites de l'Océan Pacifique).

Sous-population : un sous-groupe représentant une unité génétique autonome (la sous-population du Pacifique occidental de Fujino (1972).

Stock : l'ensemble exploitable de poissons existant dans une zone donnée à un moment donné (exemple : l'ensemble de bonites exploitées par la Nouvelle-Zélande dans sa campagne de pêche au filet tournant de 1975-76).

On rappelle qu'un stock peut comprendre plusieurs sous-populations et qu'une sous-population donnée peut être composée de tout ou partie de plusieurs stocks.

Depuis que Fujino a avancé en 1972 l'hypothèse selon laquelle les stocks de bonites du Pacifique pouvaient se subdiviser en deux sous-populations au moins, l'identité génétique des bonites vivant dans cet océan suscite un intérêt croissant. D'après les différenciations de Fujino qui étaient fondées sur des analyses génétiques biochimiques des systèmes d'estérase du sang de la bonite, les réserves de bonites du Pacifique se répartissaient en sous-populations orientale et occidentale comme indiqué à la figure 4, et cette dernière semblait pouvoir faire l'objet d'une division plus poussée.

Dans un précédent rapport (Kearney 1975), j'ai résumé les données relatives à la répartition par tailles, aux migrations et à la croissance qui étayent fortement la thèse de la division des stocks de bonites du Pacifique en deux grands groupes et laissent penser que la sous-population occidentale peut faire l'objet de subdivisions. Aucun des arguments avancés dans ce précédent rapport n'a été pour l'instant réfuté et en fait, la thèse qui y est exposée a été étayée par de nouvelles données plus récentes. Depuis 1975, Sharp (Commission du Pacifique Sud 1977) a montré que dans les régions équatoriales du Pacifique occidental, la structure des sous-populations de bonites était encore plus complexe, particulièrement dans la région de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, mais il a également affirmé que les poissons pris en 1976, dans les zones de pêche néo-zélandaises étaient homogènes (voir figure 5).

Ces récentes études ont nettement accru les connaissances que nous avons de la structure de la population de bonites du Pacifique. Cependant, il est clair que nous sommes encore loin d'avoir des connaissances suffisantes sur l'homogénéité et la répartition des divers sous-populations ou stocks. Nous en savons encore moins sur la dynamique de ces diverses sous-populations, particulièrement en ce qui concerne les effets de l'intensification des opérations de pêche ou les changements intervenus dans l'ampleur ou la répartition des stocks voisins ou connexes.

4. Croissance

Bien que les données relatives à la croissance de la bonite du Pacifique occidental soient limitées, les renseignements rassemblés jusqu'à maintenant montrent nettement qu'il existe une différence de taux de croissance et de L_{∞} entre les bonites des populations de l'ouest et du centre-est. Joseph et Calkins (1969) examinent d'anciennes estimations concernant la croissance de la bonite du Pacifique et en utilisant différentes techniques et méthodes d'analyse des données, ils effectuent en outre des estimations concernant la croissance (de 11,16 à 21,84 cm par an) et la longueur (729 à 881 mm) des poissons dans la région est. La croissance de la bonite est estimée en moyenne de 10,8 cm par an pour la région est (Diaz 1966 et à 27 cm par an dans les eaux voisines de Hawaï (Brock 1954).

Ces dernières années, des études de marquage effectuées dans les eaux de la Papouasie-Nouvelle-Guinée ont fait apparaître une croissance annuelle moyenne d'environ 7 cm et une L_{∞} de 65 cm pour les bonites de cette zone de pêche, (c'est-à-dire des individus pesant entre 2 et 6 kgs). Ces estimations sont effectuées à partir de poissons marqués et recapturés qui ont été en liberté pendant des périodes allant jusqu'à 789 jours. Des expériences de fixation de l'âge à partir des otolithes ont confirmé ce lent taux de croissance pour les poissons du Pacifique occidental (Struhsaker 1976, communication personnelle).

Les résultats du marquage ont également montré que même si elles étaient importantes, particulièrement vers les pôles, les migrations de bonites à partir des régions occidentales ne dépassaient pas les limites de l'habitat de la sous-population occidentale définie par Fujino (Kearney 1975). Par conséquent, les informations fournies par les marquages, complétées par une comparaison de la répartition par tailles des prises effectuées de chaque côté de la ligne de démarcation fixée par Fujino laissent peu de doute quant au fait que le taux de croissance et la taille maximum des bonites observés dans la sous-population occidentale sont beaucoup plus faibles que dans le cas des sous-populations des régions plus orientales. Il est très peu probable que ces différences de taille soient dues à l'exploitation de différentes catégories de tailles d'une même sous-population.

En outre, les informations antérieurement présentées au sujet de la répartition des larves et de la ponte (section 2) font nettement apparaître que cette dernière a lieu essentiellement près de l'équateur et dans les régions occidentales du Pacifique. Il a également été supposé que la ponte s'effectuait pendant toute l'année, à l'ouest de la ligne de démarcation fixée par Fujino (1972). Il apparaît donc que parallèlement aux différences observées entre les taux de croissance des bonites vivant respectivement à l'est et à l'ouest de l'Océan Pacifique, il existe une relation inverse entre la reproduction et la croissance, cette dernière étant d'autant plus lente que l'activité reproductrice est intense.

Il est certes bien connu que les taux de croissance de la bonite tels qu'ils sont mesurés par un allongement progressif varient selon la taille du poisson, mais il n'est pas encore admis universellement qu'il existe des moments précis auxquels le taux de croissance se modifie. En fait, si l'on accepte les fonctions figurées par des courbes sur lesquelles sont fondées la plupart des estimations de croissance, cela implique une modification progressive plus ou moins régulière des taux.

M'écartant des modèles classiques de croissance de la bonite, j'émet l'hypothèse selon laquelle les diagrammes relatifs à l'allongement progressif des bonites vivant en liberté, marquées et recapturées dans le Pacifique occidental indiquent un point d'infléchissement coïncidant à peu près avec la longueur de la bonite au moment de sa première ponte. En fait, pour la bonite du Pacifique occidental, le passage d'un taux de croissance relativement rapide à un taux de croissance très lent approchant L_{∞} se produit chez des individus d'une taille bien déterminée (45-50 cm) correspondant à la période de développement rapide des gonades et à la ponte qui en résulte. Un ralentissement analogue peut être observé dans la croissance d'autres espèces de thonidés (par exemple le thon rouge du sud), mais comme dans le cas de la bonite vivant dans d'autres régions, la longueur du poisson au moment où ce ralentissement se produit est variable (dans le cas du thon rouge du sud, il se produit lorsque le poisson mesure environ 112 cm).

Selon moi, le taux de croissance de la bonite jusqu'à 45 cm est plus ou moins linéaire en ce qui concerne la longueur ; on constate ensuite une légère

diminution du taux de croissance lié au fait que les réserves d'énergie servent au développement des gonades. Cette diminution est plus marquée dans les eaux tropicales et elle ne doit pas se produire dans les régions où le développement des gonades ne s'intensifie pas lorsque le poisson a environ cette longueur. La ponte entraîne un ralentissement encore plus marqué de la croissance. Si les gonades de la bonite parviennent à maturité sans qu'il y ait une ponte c'est probablement parce que le milieu ne s'y prête pas et la croissance peut s'accélérer pour retrouver son rythme antérieur.

Si l'on accepte de telles phases linéaires de croissance pour la bonite, et si certains poissons ont la capacité d'atteindre la catégorie de taille d'une cohorte précédente qui a pondé de façon plus intensive, la tâche consistant à identifier les cohortes selon le taux de fréquence des longueurs devient extrêmement difficile dans les régions où deux cohortes se chevauchent, et pratiquement impossible là où certains éléments d'une cohorte ont été exposés à différentes conditions d'environnement qui ont pu être plus ou moins propices à la ponte.

Il est peut être exagéré de dire qu'une relation aussi précise entre la ponte et la croissance est à l'origine des grandes différences de L_{∞} existant entre les divers poissons constituant les sous-populations de l'ouest et de l'est. Je serais cependant enclin à supposer que des mutations génétiques résultant de cette relation ponte/croissance ou des contraintes physiologiques imposées aux sous-populations occidentales par leur milieu (voir section suivante), ou encore des deux à la fois, ont pu entraîner la constitution de stocks génétiquement distincts ayant des modes de développement différents.

Si le schéma de développement de la bonite comprend plusieurs phases linéaires (en ce qui concerne la longueur), il convient alors de repenser la pratique actuellement en vigueur consistant à utiliser une fonction ou une courbe de croissance du type von Bertalanffy. Même si la meilleure façon de décrire le croissance de la bonite consiste à utiliser plusieurs phases linéaires ou quasi linéaires, il est très possible que l'élément le plus important intervenant dans la structure globale de la croissance soit le rythme auquel cette dernière passe du taux juvénile à un taux beaucoup plus lent à mesure que la bonite approche de sa taille maximum. Si tel est effectivement le cas, une valeur K obtenue en adaptant une fonction du type von Bertalanffy pour représenter la croissance peut n'entraîner aucune erreur décelable, même si cette représentation ne peut être figurée avec précision par une courbe. Il faut cependant veiller attentivement à ne pas attribuer une valeur constante K aux différentes sous-populations, pas plus pour des périodes différentes du cycle biologique de la bonite que pour une période plus longue que celle sur laquelle portent les données utilisées pour évaluer K . En d'autres termes, des taux de croissance déterminés de façon expérimentale doivent être considérés comme applicables seulement à la sous-population dans laquelle ils sont mesurés et seulement pour la catégorie particulière de tailles sur laquelle ont porté les expériences.

Accepter pour la bonite une structure de croissance linéaire multiphasée pose pour moi un grand problème : comment justifier sur le plan biologique une relation linéaire entre un changement de longueur dans le temps alors que c'est une fonction cubique qui donne la meilleure relation poids/longueur et qu'un gain de poids est peut-être le meilleur indice de croissance. Je considère donc que les moments auxquels la croissance se ralentit sont visibles en raison des grandes modifications de la croissance qui coïncident avec eux, et que les phases effectives de croissance sont probablement curvilinéaires mais paraissent linéaires à cause de la grande différence relative entre les taux de croissance existant avant et après la maturité, la ponte ou l'intervention d'autres facteurs ayant une incidence importante.

5. Le milieu et les contraintes physiologiques qu'il impose à la bonite

Ces dernières années, de grands progrès ont été réalisés dans la définition des besoins de la bonite. On a montré qu'en ce qui concerne l'oxygène et la dispersion de la chaleur les besoins de cette espèce étaient tels que les plus grands individus ne pouvaient survivre longtemps dans des eaux très chaudes pauvres en oxygène, et il est maintenant possible de définir le milieu convenant le mieux aux individus d'un grand nombre de catégories de tailles. Élément particulièrement important : on a reconnu qu'il existait de grandes différences entre les milieux les plus appropriés aux bonites de différentes tailles, et qu'une bonite d'une taille donnée pouvait ne pas survivre dans un environnement propice à une bonite d'une autre taille. Si ce fait a été particulièrement bien mis en évidence dans le cas des bonites les plus grosses, qui semblent ne pas pouvoir vivre longtemps dans des eaux d'une température supérieure à 22° C ou dans la teneur en oxygène est inférieure à 3,5 ml /L (comme expliqué plus bas), il n'en reste pas moins que les sujets appartenant à d'autres catégories de tailles montrent une préférence pour certaines conditions d'environnement qui n'ont pas été encore décrites de façon approfondie.

Bien que l'on s'emploie encore actuellement à définir avec davantage de précision les conditions optimales d'environnement pour les bonites de toutes tailles, il est intéressant d'émettre des hypothèses sur la répartition des réserves de bonites du Pacifique en fonction des données disponibles

- (1) Il semble que les zones de pêche traditionnelles du Pacifique oriental et les régions du Pacifique occidental situées à des altitudes plus élevées (30° N ou S) aient en commun le fait de contenir les bonites ayant la taille minimum pour pouvoir être capturées au moyen des engins de pêche de surface actuellement utilisés. Ces régions ont également un autre trait commun ; elles ne conviennent pas à la bonite larvaire ou juvénile, ni même peut-être au développement des gonades chez les adultes. Les caractéristiques communes de ces régions qui constituent autant d'éléments peu propices à la présence de la bonite semblent être la très faible profondeur de la couche d'eau superficielle d'une température appropriée (plus de 20° C) et les très basses températures des couches inférieures qui semblent ne convenir à aucune bonite, de quelque taille que ce soit. L'amplitude verticale du milieu convenant à l'espèce est donc très limitée.

- (2) Les parties occidentales des zones de pêche de l'Est du Pacifique, qui sont peut-être semblables aux zones comprises entre les 10ème et 30ème° de latitude nord ou sud du Pacifique occidental, paraissent convenir mieux aux bonites d'un poids compris entre 3 et 5 kg et contenir de façon saisonnière des concentrations variables de bonites de cette taille. Il est difficile de faire entrer ces régions dans une catégorie précise, mais elles représentent clairement un degré intermédiaire entre l'habitat des premières recrues et celui des géniteurs des régions équatoriales. Etant donné que les bonites de 3 à 5 kg sont des poissons "de taille moyenne", il n'est pas surprenant que leur habitat soit plus vaste et qu'il ait des limites moins précises que celui des poissons de plus grande ou de plus petite taille.
- (3) Les régions équatoriales du Pacifique occidental semblent totalement inadaptées aux bonites de plus de 6 kg, mais idéales pour le développement des gonades, la ponte et les larves, tout au moins dans des eaux d'une température inférieure à 20° C pour ce qui est des larves. Cette région est caractérisée par des eaux de surface chaudes (25° à 31° C) et une colonne d'eau profonde (environ 200 m) au-dessus de l'isotherme de 20° C, conditions qu'on ne trouve que dans la région équatoriale occidentale.
- (4) Les plus grosses bonites (plus de 10 kg) ne sont observées régulièrement en bancs de surface que dans certaines parties du Pacifique central. Selon Barkley, Neill et Gooding (1978), ces régions présentent les caractéristiques suivantes : les eaux de surface sont très riches en oxygène (3,5 ml/l) et la température de l'eau est comprise entre 18 et 21° C. Les très grosses bonites peuvent certes supporter pendant de brèves périodes des eaux de surface aux températures élevées, mais elles doivent pouvoir accéder rapidement à des eaux plus fraîches fortement oxygénées pour pouvoir récupérer après des incursions dans des zones qui leur sont peu favorables.

Bien que la teneur en oxygène et la profondeur à laquelle passe l'isotherme de 20°C soient apparemment des facteurs critiques qui font que des zones particulières conviennent ou non aux bonites de différentes tailles, il est extrêmement difficile de fixer les limites de chaque habitat, particulièrement en raison des changements constants du milieu océanique. En outre, même si, du fait des différences importantes existant respectivement entre le milieu océanique des régions équatoriales et celui de la zone comprise entre les 30 et 40 parallèles nord ou sud, il est relativement facile d'expliquer les raisons des différences existant dans la répartition des bonites selon leur taille, le fait qu'il existe des zones beaucoup plus petites distantes de quelques centaines de kilomètres seulement les unes des autres (voir section 2.3), où les bonites d'une taille donnée sont plus ou moins abondantes, rend plus difficile une explication globale.

Conformément à l'hypothèse précédemment examinée au sujet de la spécificité de la croissance et de la taille dans un habitat donné (pages 4, 5), il est très possible que les bonites migrant dans une zone C en ayant atteint

une taille inférieure à la moyenne de la région, par exemple 4 kg, voient leur croissance se poursuivre rapidement jusqu'à ce que des contraintes dues au milieu limitent leur poids à environ 5 kg. Des poissons plus gros migrant dans la région verraient leur croissance se ralentir. Cette différence possible dans les taux de croissance observés dans une région donnée aiderait à expliquer la relative régularité de la taille des bonites qui indique

- a) Une limitation de la croissance et/ou
- b) un recrutement constant lié à une taille spécifique, ces deux éléments laissant supposer l'existence d'une sélectivité par les conditions d'environnement de la région.

Il devrait être relativement facile de vérifier le premier de ces deux éléments en examinant la croissance des poissons marqués dans d'autres régions, alors qu'ils avaient une taille inférieure, et recapturés par la suite dans une zone C. Si le taux de croissance est tel qu'une taille asymptotique d'environ 5 kg est rapidement en passe d'être atteinte, le taux de croissance des poissons qui ont vécu en liberté pendant des laps de temps plus courts sera relativement plus important que celui des poissons restés dans la région pendant de longues périodes, ou même de ceux qui ont mis davantage de temps à y effectuer leur migration.

6. Discussion

Les observations qui précèdent au sujet des régions où l'on constate la présence de bonites larvaires, juvéniles et adultes (section 2) sont des éléments du plus grand intérêt pour l'examen de la dynamique de la bonite du Pacifique, en ce sens qu'elles fournissent une description partielle de la ségrégation existant entre les bonites aux différents stades de leur cycle biologique. Il semble que la ségrégation initialement verticale, et ensuite latérale de très petits individus (larvaires et post-larvaires) par rapport aux stocks de parents puisse servir à réduire la fréquence du cannibalisme qui, dans le milieu hauturier de la bonite, est considéré comme le principal facteur potentiel de mortalité par prédation pour les très petits sujets. L'insuffisance des données concernant la prédation dont sont victimes les petites bonites de la part de l'ensemble de toutes les espèces des thonidés empêche de déterminer si la bonite est le principal prédateur de sa propre espèce et de définir à quel stade du cycle biologique cette prédation est la plus intense. Cependant, si elles étaient effectuées selon un protocole expérimental minutieusement étudié, les analyses du contenu stomacal de nombreuses espèces de thonidés pourraient nous permettre d'en savoir beaucoup plus sur la répartition et la migration des bonites, particulièrement des juvéniles, et nous aider à expliquer de façon plus complète la relation prédateur /proie existant entre les espèces en question et la bonite.

Si, comme le laisse penser un examen superficiel de la répartition de la bonite, cette espèce est pour elle-même son principal prédateur, il est impératif d'étudier avec toute l'attention voulue l'incidence de l'abondance et de la répartition des cohortes de bonites suffisamment grandes pour être des prédateurs, sur l'abondance des cohortes suivantes. Si une telle prédation

limite la biomasse des cohortes en passe de constituer des recrues plus sérieusement que ne le font d'autres paramètres déterminant la densité (par exemple la disponibilité d'autres aliments). Les techniques d'estimation des rendements soutenus que peuvent espérer les pêcheries de bonites doivent être radicalement modifiées. Si les larves et les juvéniles ne peuvent éviter les adultes ou si les juvéniles sont activement recherchés comme nourriture par les adultes, alors la prédation est susceptible de toucher surtout les très jeunes bonites (de moins de 70 mm) sous des latitudes comprises entre les 10èmes parallèles nord et sud. et des opérations de pêche plus intensives dans ces régions pourraient entraîner non pas une diminution mais peut-être un accroissement du recrutement pour les pêcheries de bonites sous des latitudes plus élevées. Pour vérifier une telle hypothèse, à défaut d'observer les modifications des taux de prises dans des régions données à mesure que les opérations de pêche s'intensifient progressivement, il faudrait disposer de données détaillées qui sont pour l'instant impossibles à obtenir - sur les taux de mortalité instantanée des bonites à tous les stades de leur cycle biologique.

Si le cannibalisme se produit effectivement sur une grande échelle chez la bonite, il est très important de déterminer si ce phénomène se produit avant ou après la période où les quantités de poissons destinés à constituer le recrutement ultérieur diminuent le plus. L'absence de corrélation décelable entre l'abondance des adultes en âge de pondre une année donnée et l'importance des cohortes de recrues apparaissant ultérieurement laisse penser qu'il existe des facteurs qui ont, sur le recrutement un effet plus limitatif que le nombre des géniteurs.

Les progrès réalisés récemment dans l'identification de nombreuses populations de bonites vivant dans le Pacifique nous ont beaucoup aidés à fixer les limites des stocks du point de vue de la dynamique des populations (section 3) Mais ce que l'on n'a pas même tenté de faire jusqu'à maintenant, c'est de définir l'interaction dynamique existant entre ces diverses populations. Il est relativement facile de définir verbalement des groupes de bonites en les classant en populations, sous-populations, groupes, etc, qu'il est possible de distinguer génétiquement, mais les conclusions à tirer de l'existence de ces nombreux groupes pour l'évaluation des réserves de bonites du Pacifique sont beaucoup plus floues. Les divers stocks utilisent-ils des parties identiques ou même semblables du volume total de nourriture existant ou bien l'épuisement d'une partie de cette nourriture par un stock se traduit-il par une augmentation ou une diminution correspondante de l'abondance d'un autre stock ? Si l'auto-prédation des bonites est un facteur limitatif important, ne se produit-elle qu'au sein d'un même stock ? L'abondance d'un stock donné augmente-t-elle si celle d'un autre stock, peut-être voisin, diminue du fait de l'intensité des opérations de pêche ?

De récentes études sur la croissance de la bonite laissent peu de doutes quant à l'existence d'une grande différence de croissance et de L_{∞} entre les bonites présentes respectivement dans le centre-est et l'ouest du Pacifique (section 4). Je suis parti du principe selon lequel cette différence fondamentale de croissance était liée aux différences d'environnement et, par voie de conséquence, à l'activité reproductrice des poissons des diverses régions.

J'ai supposé que des facteurs du même ordre (c'est-à-dire une activité reproductrice variable et l'existence d'environnements propices à la croissance) pouvaient être à l'origine d'une croissance variable au sein des diverses "populations". J'ai supposé en outre l'existence éventuelle de phases de croissance linéaires chez la bonite et indiqué que l'acceptation actuelle de la représentation mathématique d'une fonction commune de croissance de type von Bertalanffy risquait, par généralisation excessive, d'entraîner dans les estimations de la croissance des erreurs telles qu'il faudrait cesser d'utiliser de telles méthodes. Je n'entends pas dire par là que le principe d'une dérivation de la fonction de type von Bertalanffy n'est pas applicable à la bonite. Je suis au contraire convaincu que c'est précisément la nature de la relation anabolisme/catabolisme, sur laquelle est fondée la méthode von Bertalanffy, qui est responsable de la variabilité importante de la croissance que j'ai érigée en théorie. Je pose seulement la question de savoir si la croissance de la bonite peut être représentée par une seule fonction figurée par une courbe et si les techniques mathématiques actuellement en vogue pour la dérivation de K à partir de fonctions de type von Bertalanffy sont représentatives des circonstances effectives dans lesquelles s'opère la croissance des individus. Les valeurs K ainsi dérivées tendent manifestement à représenter des situations moyennes de façon plus précise que des situations individuelles, mais il faut étudier la question de savoir si une telle valeur peut être justifiée et utilisée dans des modèles ultérieurs de dynamique de la bonite, ou si une autre valeur correspondant davantage à la réalité est nécessaire et peut être dérivée. Il est certain que les estimations relatives à la croissance d'une sous-population donnée ne doivent pas être acceptées aveuglément pour d'autres sous-populations, et il faut reconnaître le caractère variable du taux de croissance des poissons - même au plan individuel - selon la taille, l'âge et les conditions d'environnement. On a déjà parlé de l'incidence que les différences d'environnement pourraient avoir sur les migrations et la croissance de la bonite (section 5). Cependant, il faut examiner plus avant l'hypothèse selon laquelle les besoins changeants de la bonite en matière d'environnement au cours de son cycle biologique et les fluctuations des données quantitatives finies relatives à chaque environnement propice non seulement restreindraient la croissance et l'activité reproductrice des individus, mais pourraient bien avoir une grande incidence sur la mortalité de la bonite à maintes reprises au cours de son cycle biologique.

La bonite est un poisson unique en ce sens qu'aucune autre espèce ne semble avoir évolué en poursuivant un objectif aussi unique : avoir la capacité de nager à grande vitesse pendant longtemps. C'est le poisson vivant le plus hydrodynamique et sur le plan physiologique, il est "polarisé" sur un objectif : être capable d'un effort intense et soutenu. Il n'est donc pas étonnant que ce niveau de sélection évolutive l'ait amené pratiquement aux limites de son environnement et l'ait rendu peu tolérant aux modifications de son milieu. Par contre, sa vitesse, son endurance et sa manoeuvrabilité font de la bonite un prédateur extrêmement efficace et lui permettent d'utiliser au maximum les réserves alimentaires appropriées existant dans son environnement. Grâce à cette efficacité, l'espèce est en mesure d'utiliser de façon optimale la totalité de l'environnement auquel elle est physiologiquement adaptée, et sa vitesse et son endurance considérables lui permettent d'accroître grandement son aire géographique lorsque des conditions favorables apparaissent dans

un secteur de son habitat normal ou à proximité.

Il est probable que les fluctuations marquées de l'abondance de la bonite sont dues à la fois à l'efficacité locomotrice et prédatrice de ce poisson, et au fait que son habitat est limité de façon parfois rigide par des paramètres liés à l'environnement. Dans le monde entier sans exception, les fluctuations "naturelles" de l'abondance de la bonite - du moins comme l'indiquent les prises par unité d'effort - sont infiniment plus importantes que celles qui sont dues aux opérations de pêche. En fait, j'ai été incapable de déceler, et encore moins d'évaluer, une relation cohérente entre la fluctuation et l'effort de pêche et des prises par unité d'effort, pour aucune des pêcheries de bonites considérées. Il apparaît certain qu'aux niveaux actuels des opérations de pêche visant les réserves de bonites du Pacifique, la mortalité due à l'action de l'homme est complètement éclipsée par celle qui a des causes naturelles. En outre, les fluctuations extrêmes de l'abondance de la bonite qui se produisent d'une année à l'autre traduisent une variation importante de la mortalité naturelle de ce poisson. Par ailleurs, le fait que dans de nombreux cas, on ne parvienne pas à retrouver - si peu que soit - une classe particulièrement nombreuse de taille observée une année donnée, dans une catégorie de poissons plus vieux (plus gros) l'année - ou les années - suivante (s), indique que cette importante mortalité naturelle peut intervenir à divers stades du cycle biologique. Cette thèse d'une mortalité élevée pour une catégorie de taille donnée, qui peut varier d'une année à l'autre, est corroborée par la disparition apparente de certaines cohortes de poissons marqués et également par la brièveté relative de la période pendant laquelle une catégorie de taille particulièrement nombreuse joue un rôle important dans une pêcherie.

Il m'est impossible d'étayer ma théorie de façon concluante, mais je suis convaincu que les importantes fluctuations de la mortalité naturelle qui entraînent des fluctuations de l'abondance des stocks résultent du caractère variable de la dimension et de la productivité de l'environnement (habitat) dans lequel vivent des bonites d'une taille donnée ; je crois en outre que l'ampleur de cette mortalité peut être telle que certaines cohortes correspondant à une taille donnée sont apparemment éliminées dans un délai très bref (de l'ordre de quelques semaines).

7. Conclusions relatives à l'évaluation des stocks

Il apparaît manifestement que les données actuellement disponibles et les techniques couramment utilisées ne permettent pas d'effectuer avec précision ou certitude des estimations du rendement possible des réserves de bonites du Pacifique. Notre connaissance de la bonite se caractérise par des lacunes dont les principales sont les suivantes :

- 1) Les prises semblent s'accroître d'une façon directement proportionnelle à l'effort de pêche, sans qu'il soit possible de déceler de modifications des prises par unité d'effort dues aux opérations de pêche ;
- 2) Il est extrêmement difficile de trouver des unités de pêche dans lesquelles les poissons et l'effort puissent être considérés comme répartis de façon suffisamment aléatoire et uniforme pour permettre

d'effectuer, par des moyens conventionnels, des estimations des indices d'abondance.

- iii) Il ne nous est pas possible de suivre la progression des cohortes dans la plupart des zones de pêche de la bonite.
- iv) Il existe des stocks de bonites dont l'importance numérique et la répartition géographique restent inconnues.
- v) L'interaction entre stocks est inconnue.
- vi) On ne dispose d'aucune estimation de la mortalité, sauf pour quelques petites zones de pêche localisées et, même dans ces cas, les estimations de la mortalité manquent de précision.
- vii) Les modèles conventionnels de rendement ou de production ne paraissent pas adaptés à l'évaluation des stocks de bonite. Etant donné l'importance des variations éventuelles de M et K au cours de brèves périodes, l'utilisation de M/K comme indice de rendement doit être mise en question.
- viii) Les facteurs influant le plus sur M et K ne sont pas connus.
- ix) Il existe d'importantes fluctuations "naturelles" dans l'abondance des bonites et il n'existe aucune corrélation connue entre les bonnes ou mauvaises années successives. A l'heure actuelle, il est impossible de prévoir l'abondance approximative des stocks.

Bien qu'il soit impossible d'effectuer des estimations précises des réserves du fait des lacunes mentionnées plus haut - et qui ne sont manifestement pas les seules - de nos connaissances, il est intéressant de se poser des questions sur les rendements qui pourraient être tirés des réserves existantes, et sur la nature des facteurs limitant ces rendements. Je ne peux certes pas justifier mon opinion par des arguments mathématiques ou biologiques irréfutables, mais j'ai le sentiment que les réserves de bonites du Pacifique sont sous-exploitées et que, du moins dans les régions équatoriales du Pacifique occidental, l'espèce ne risque pas d'être surexploitée au-delà du seuil de "rendement maximum supportable du point de vue biologique", selon l'expression de Joseph et Calkin (1969). Je fonde mon opinion en grande partie sur les constatations suivantes :

- i) L'aire d'habitat de la bonite dans le Pacifique est immense.
- ii) La zone de ponte de la bonite est moins vaste que l'ensemble de son habitat, mais elle est néanmoins considérable.
- iii) Dans une grande partie de l'aire d'habitat, les concentrations de bonites sont insuffisantes pour permettre des opérations de pêche rentables.
- iv) Tout au moins dans la région équatoriale du Pacifique occidental, de nombreux bancs n'ont pas l'importance voulue pour permettre des opérations rentables de pêche au filet tournant et les bateaux canneurs ne capturent qu'une partie de chaque banc rencontré, ce

qui permet au moins à une partie des poissons de survivre, même dans les zones intensément exploitées.

- v) Au moment de la ponte, les bonites ne forment pas de concentrations se prêtant d'avantage à la pêche.
- vi) Aux stades juvéniles de leur cycle biologique, les bonites ne nécessitent pas de protection contre les opérations de pêche, que celles-ci visent la bonite ou d'autres poissons.
- vii) Les bonites sont présentes dans de nombreuses régions où les mauvaises conditions climatiques empêchent une exploitation durant toute l'année.
- viii) Du fait de la répartition de l'espèce dans l'océan, les coûts de captures sont élevés et seules les zones à fort rendement sont exploitées.
- ix) Les taux de mortalité naturelle de la bonite sont extrêmement variables.

Tant qu'une description plus précise des stocks n'aura pas été donnée, il ne sera pas possible de déterminer comment les neuf constatations énoncées plus haut s'appliquent à l'ensemble des réserves de bonite. On peut soutenir que lorsque les bonites sont présentes dans des zones où l'isotherme de 20° est proche de la surface, elles sont plus vulnérables à la pêche au filet tournant et par conséquent à la pêche en général. Dans les zones de ce genre, il est plus probable qu'une part importante de l'ensemble du stock total peut être capturée et que le recrutement ultérieur risque de s'en ressentir. Tant que la relation existant entre les poissons de ces zones et ceux qui vivent dans les régions équatoriales du Pacifique occidental n'aura pas été établie, il faudra se méfier des généralisations. J'ai cependant le sentiment que, du moins dans les régions équatoriales du Pacifique occidental, les bonites représentent une ressource qu'il sera impossible d'exploiter jusqu'au seuil du "rendement maximum supportable". Les contraintes économiques, particulièrement du fait de la hausse du coût du carburant et de la main-d'oeuvre, à quoi s'ajoute la répartition irrégulière de l'espèce du point de vue de la densité et des saisons, ont davantage de chances de nous amener à un "rendement moyen maximum réalisable" qui est en fait un "rendement maximum rentable". Cela ne signifie pas qu'il ne faudra pas gérer la pêche de la bonite de façon à obtenir les meilleurs rendements possibles, mais simplement que les politiques internationales visant à maximiser les rendements pourront être axées sur l'exploitation des réserves et la conservation des stocks plutôt que sur la préservation de l'espèce.

BIBLIOGRAPHIE

- BARKLEY, R. A. , W. H. NEILL et R. M. GOODING (1978). Hypothetical habitat of skipjack tuna based on temperature and oxygen requirements. Manuscript, National Marine Fisheries Service. Honolulu.
- BROCK, V. E. (1954). Some aspects of the biology of the aku *Katsuwonus pelamis* in the Hawaiian Islands. Pacific Science 8 (1) : 94-104.
- COMMISSION DU PACIFIQUE SUD, (1977) rapport de la réunion spéciale d'experts consacrée aux problèmes d'exploitation de la bonite réalisation et recherche. Rapport de Conférence, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 1977.
- DIAZ, E. L. (1966). Growth of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, in the eastern Pacific Ocean. Inter-American Tropical Tuna Commission, Internal Report 2 : 18 pp.
- DOUMENGE F. (1973). Développement de la pêche au thon et à la bonite en Polynésie française et expérience de la technique de l'appât vivant. Commission du Pacifique Sud, Lettre d'information sur les pêches N° 10.
- FORSBERGTH, E. C. et R. C. FRANCIS (1976). Skipjack in the Eastern Pacific. Document inédit présenté à la réunion spéciale consacrée aux problèmes d'exploitation de la bonite : réalisations et recherches. Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, décembre 1976.
- FUJINO, K. (1972) Range of the skipjack tuna subpopulation in the western Pacific Ocean. Dans Proceedings of the second symposium on the results of the co-operative study of the Kuroshio and adjacent regions. Tokyo, Japan, September 28 October. 1970, edited by K. Sugawara. Tokyo, Saikon Publ. Co. , pp 373 - 84.
- JOSEPH, J. et T. P. CALKINS (1969). Population dynamics of the skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* of the eastern Pacific Ocean. Bulletin, Inter-American Tropical Tuna Commission 13 (1) : 273.
- KAWASAKI, T. (1965). Ecology and dynamics of the skipjack population (I). Resources and fishing conditions. Study Series, Japanese Fisheries Research Conservation Association 8 (1) : 1-48. Traduit par M. P. Miyake. Inter-Américan Tropical Tuna Commission for United States Bureau of Commercial Fisheries, Etats-Unis d'Amérique, Mars 1967.
- KEARNEY, R. E. (1975). Studies on skipjack in the Pacific. The stock structure of skipjack resources and the possible implications on the développement of skipjack fisheries in the Central and Western Pacific. FAO Fisheries Technical Paper, (144) : 59-69.
- KEARNEY, R. E. (1977). An estimation of Papua New Guinea's tuna fisheries potential. Commission du Pacifique Sud, document occasionnel N° 3, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, mai 1977.

- KLAWE, W. L. et M. P. MIYAKE (1967). An annotated bibliography on the biology and fishery of the skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, of the Pacific Ocean. Bulletin, Inter-American Tropical Tuna Commission 12 (4) : 139-363.
- LEWIS, A. D. , B. R. SMITH et R. E. KEARNEY (1974). Studies on tunas and baitfish in Papua New Guinea Waters 2. Research Bulletin, Department of Agriculture, Stock and Fisheries, Port Moresby (11) 111 pp.
- MATSUMOTO, W. M. et R. A. SKILLMAN (sous presse 1978). Synopsis of biological data on skipjack tuna, Katsuwonus pelamis (Linnaeus). National Marine Fisheries Service, Honolulu, Hawaii, octobre 1975.
- MIYAKE, M. P. (1968). Distribution of skipjack in the Pacific Ocean based on record of incidental catches by the Japanese longline tuna fishery Bulletin, Inter-American Tropical Tuna Commission 12 : 511-608.
- MORI, K. (1972). Geographical distribution and relative apparent abundance of some scombroid fishes based on the occurrences in the stomachs of apex predators caught on tuna longline - I. Juvenile and young of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). Far Seas Fisheries Research Laboratory, Bulletin (6) : 111-157.
- NAKAMURA, E. L. (1965). Food and feeding habits of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) from the Marquesas and Tuamotu Islands. Transactions of the American Fisheries Society, 94 (3) : 236-242.
- ORANGE, C. J. (1961). Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern tropical Pacific, as inferred from studies on gonad development. Bulletin, Inter-American Tropical Tuna Commission 5 (6) : 457-526.
- ROTHSCHILD, B. J. (1965). Hypothesis on the origin of exploited skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) in the eastern and central Pacific Ocean. Special Scientific Report, US Fish and Wildlife Service (512) : 20 pp.
- SUDA, A. (1971). Tuna fisheries and their resources in the IPFC area. Proceedings of the Indo Pacific Fisheries Council (14 (2) : 36-66. Issued also as S Series, Far Seas Fisheries Research Laboratory (5) 58 pp.
- UEYANAGI, S. (1969). Observations on the distribution of tuna larvae in the Indo-Pacific Ocean with emphasis on the delineation of spawning areas of albacore, Thunnus alalunga. Bulletin, Far Seas Fisheries Research Laboratory (2) 177-256.

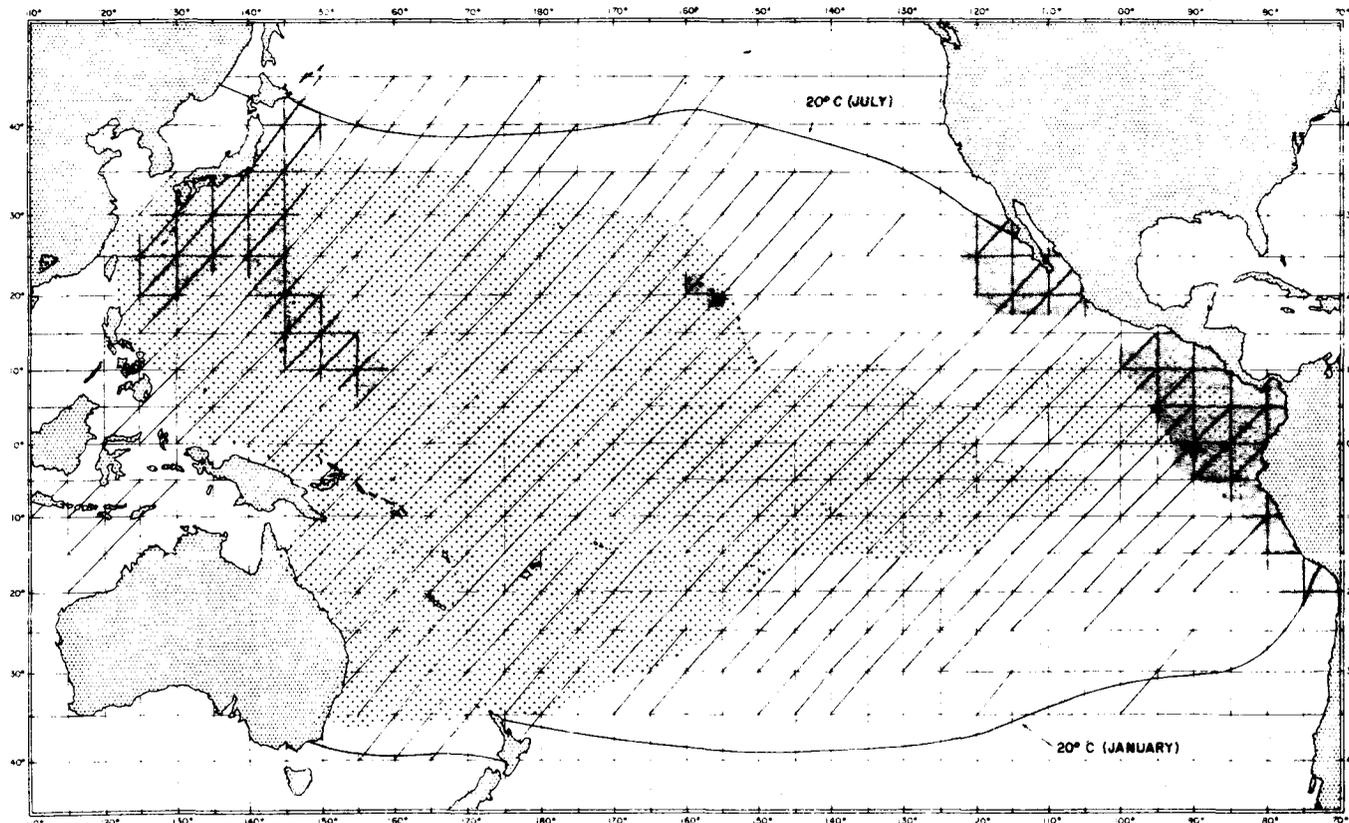


Figure 1. Répartition approximative des bonites adultes et larvaires dans l'Océan Pacifique. L'habitat des adultes et des juvéniles est indiqué respectivement par de larges rayures et un fond grisé (D'après Joseph et Calkins 1969 (pour les adultes) et Matsumoto et Skillman 1978 (pour les juvéniles)).

Figure 2. Evolution dans le temps de la taille moyenne des bonites capturées par chacune des quatres sociétés de pêche opérant en Papouasie-Nouvelle-Guinée (d'après Kearney 1977)

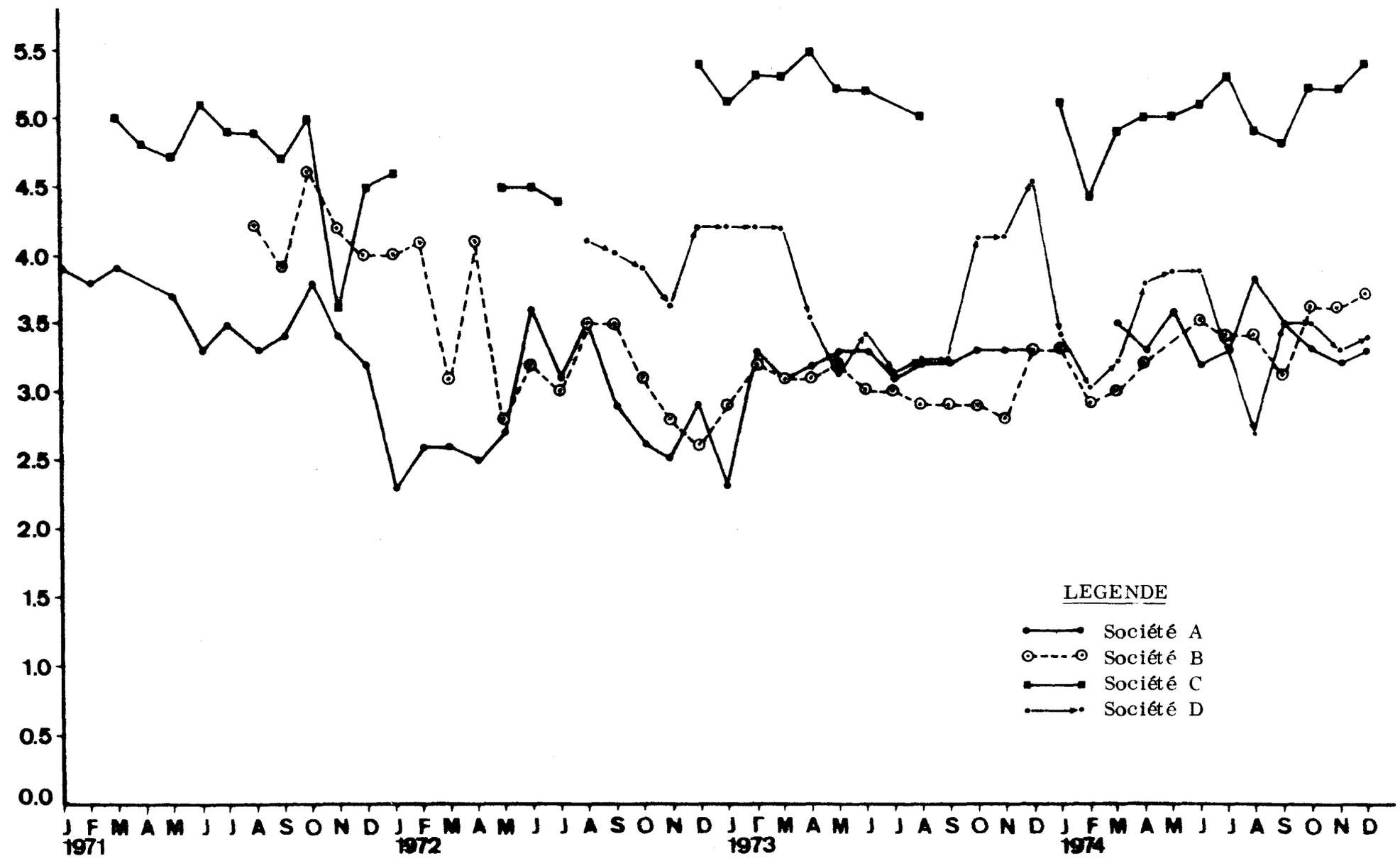
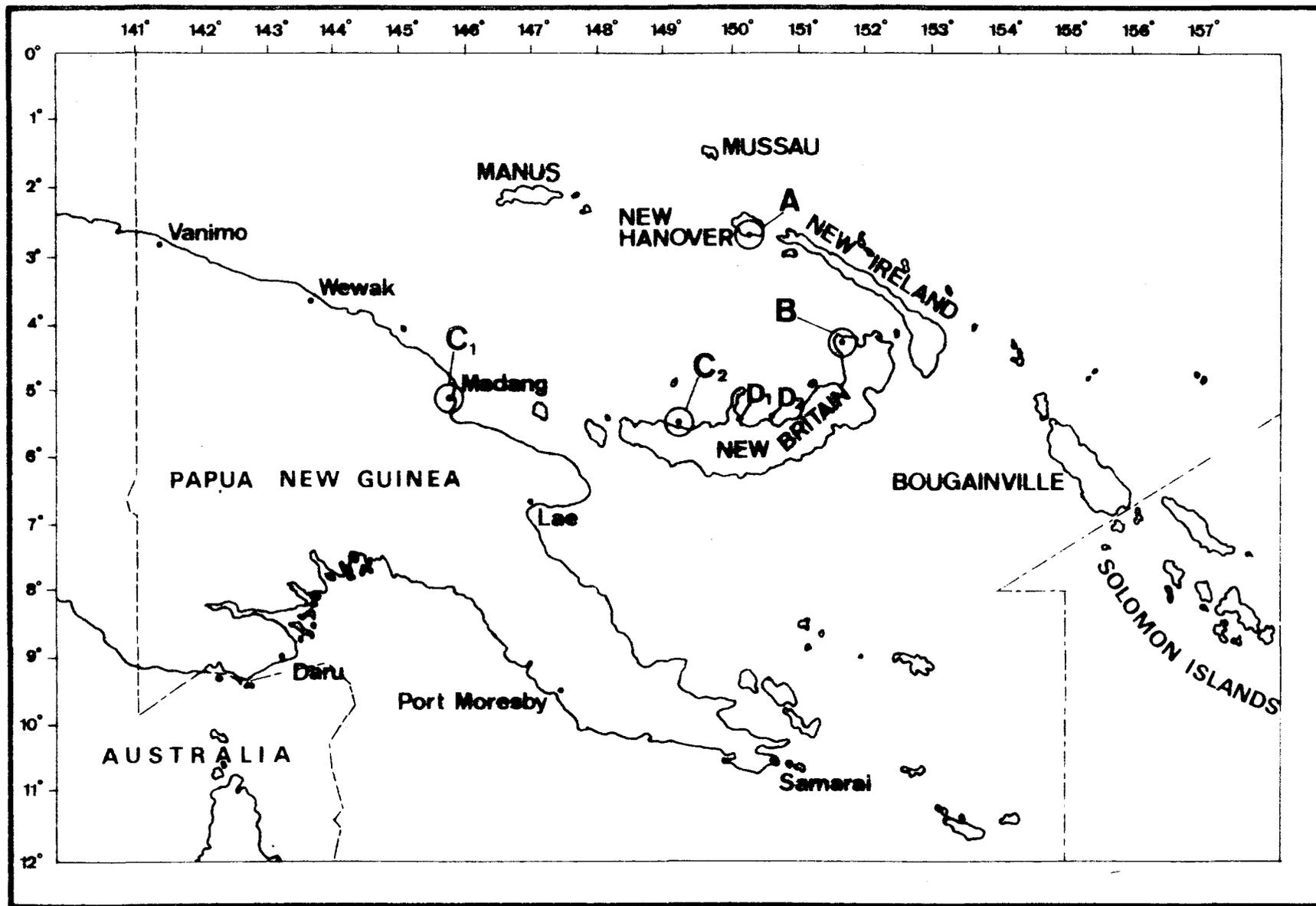


Figure 3. Situation des zones de pêche exclusive à l'appât pratiquée par chacune des sociétés opérant en Papouasie-Nouvelle-Guinée (d'après Kearney 1977)



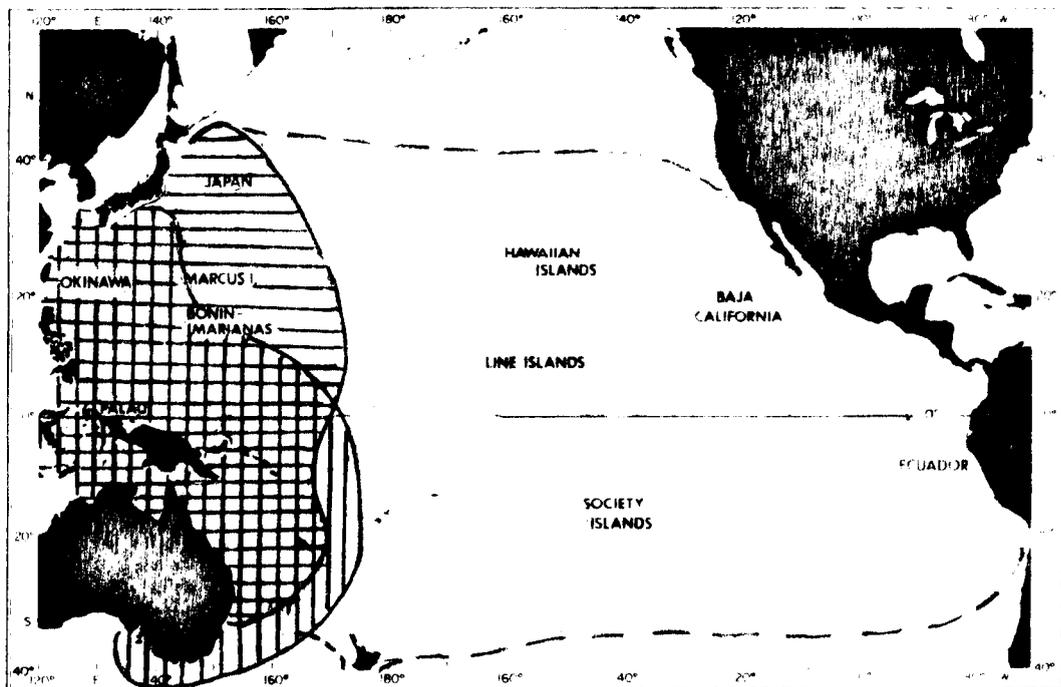


Figure 4. Habitats supposés de la sous-population du Pacifique occidental (zone hachurée horizontalement pour l'été et verticalement pour l'hiver dans l'hémisphère Nord) et de la/des sous-population (s) du Pacifique centre-est (région équatoriale non hachurée). (Voir Fujino 1972, figure 4 pour de plus amples détails).

Figure 5. Sous-populations de bonites susceptibles d'exister dans l'Océan Pacifique selon l'hypothèse de Sharp (d'après la Commission du Pacifique Sud 1977).

