

10 MAI 1985

DISTRIBUTION DANS LE TEMPS ET L'ESPACE DES THONIDES JUVENILES
TROUVES DANS LES CONTENUS STOMACaux DES THONIDES PRIS
A LA CANNE DANS LE PACIFIQUE CENTRAL ET OCCIDENTAL

A.W. Argue, F. Conand¹
et
D. Whyman²

Programme d'évaluation des stocks de thonidés et marlins
Rapport technique No.9

Commission du Pacifique Sud
Nouméa, Nouvelle-Calédonie
Février 1985

309/85

LIBRARY
SOUTH PACIFIC COMMISSION

© Copyright Commission du Pacifique Sud, 1985.

Tous droits réservés. Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage sous quelque forme et par quelque procédé que ce soit, en vue de vente, d'opération commerciale, d'échange ou de cession à titre gratuit, est interdite sans autorisation écrite de l'éditeur.

Texte original : anglais

L'édition originale de ce *Rapport technique* No. 9 du Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites, a été publiée en août 1983 sous le titre :

'Spatial and temporal distributions of juvenile tunas from stomachs of tunas caught by pole-and-line gear in the central and western Pacific Ocean'. *Technical Report* No. 9.

L'édition française a été revue et corrigée par M. F. Conand.

1. Adresse actuelle : Antenne ORSTOM
COB – B.P. 339
29 273 BREST
France.
2. Adresse actuelle : P.O. Box 2
Brightwater
NELSON
New Zealand.

PREFACE

Le Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites était un élément du Programme de travail de la Commission du Pacifique Sud financé hors budget par les gouvernements de l'Australie, des Etats-Unis d'Amérique, de la France, du Japon, de la Nouvelle-Zélande et du Royaume-Uni.

A ce Programme bonite a succédé le Programme d'évaluation des stocks de thonidés et marlins, financé par l'Australie, les Etats-Unis d'Amérique, la France et la Nouvelle-Zélande. Le Programme thonidés doit permettre de mieux connaître les stocks de thonidés et marlins présentant un intérêt commercial dans la région. La publication des résultats finals du Programme bonite se poursuit dans le cadre du Programme thonidés.

L'effectif du Programme à l'époque où a été établi le présent rapport était le suivant : Coordonnateur du Programme, R.E. Kearney; chargé de recherche, A.W. Argue, C.P. Ellway, R. Farman, R.D. Gillett, P. Kleiber, J.R. Sibert, W.A. Smith et M.J. Williams; assistantes de recherche, Susan Van Lopik et Veronica van Kouwen; et secrétaire du Programme, Carol Moulin.

Les responsables du Programme thonidé adressent leurs remerciements pour la révision du manuscrit et les améliorations proposées au Professeur S. Frontier (Faculté des sciences et techniques de Lille), à M. W.L. Klawe (Commission interaméricaine du thon tropical), à M. A.D. Lewis (Ministère de l'agriculture et des pêches de Fidji), à M. W.M. Matsumoto (United States National Marine Fisheries Service, laboratoire d'Honolulu) et à M. Shoji Ueyanagi (Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japon).

Les responsables du Programme thonidés
Commission du Pacifique Sud

SOMMAIRE

L'examen des contenus stomacaux de 12 135 thons pris à la canne entre octobre 1977 et août 1980 a permis d'acquérir de nouvelles données sur la distribution et l'abondance relative des thonidés juvéniles dans l'Océan Pacifique central et occidental. Les bonites représentant plus des trois-quarts des échantillons de prédateurs et de proies, les analyses ont porté principalement sur les bonites juvéniles trouvées dans les estomacs des bonites adultes. Deux indices, le pourcentage de présence et le nombre de juvéniles pour 100 estomacs de prédateurs ont été utilisés pour déterminer l'abondance relative des juvéniles. Les tests G d'indépendance à 3 et 4 variables ont été utilisés pour évaluer les variations de présence de juvéniles dans les estomacs des prédateurs suivant la distance par rapport à la terre, l'heure du jour, la saison et la zone géographique d'où provenaient les échantillons de prédateurs.

Des bonites juvéniles ont été trouvées dans 4,5 pour 100 des estomacs des 8 175 bonites adultes des eaux tropicales et dans 2 pour 100 des 1 711 thons jaunes des eaux tropicales. Les autres juvéniles souvent rencontrés étaient des tazars, des germons et des bonites à dos rayé; dans chacun de ces cas, leur pourcentage de présence était inférieur à 1 pour 100. Le pourcentage de présence des juvéniles de bonite dans les estomacs de bonites adultes était plus élevé en fin de journée et lorsque la distance par rapport à la terre était importante, et il est apparu manifeste que les bonites juvéniles formaient des bancs. On a considéré que cette répartition des juvéniles favorisait une réduction de la mortalité due aux prédateurs de surface.

Les bonites juvéniles étaient absentes des estomacs de thonidés capturés dans les eaux sub-tropicales et rares dans ceux provenant de la région du contre-courant équatorial nord et de la région de l'upwelling équatorial. Une fréquence maximale de bonites juvéniles dans les estomacs de bonites adultes a été observée entre octobre et mars au sud de l'équateur et dans deux vastes zones géographiques, l'une couvrant la Polynésie française orientale et l'autre englobant la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les Iles Salomon et Vanuatu. On a émis l'hypothèse que dans la zone étudiée c'était au cours de ces mois et dans ces régions que la reproduction des bonites était la plus intense.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
PREFACE	iii
SOMMAIRE	iv
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTES DES FIGURES	vii
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 METHODES	1
2.1 Recueil des données	1
2.2 Identification des thonidés juvéniles	3
2.3 Groupement géographique des échantillons	4
2.4 Analyses statistiques	4
3.0 RESULTATS ET DISCUSSIONS	7
3.1 Total des données	7
3.1.1 Taille des prédateurs examinés	7
3.1.2 Taille de thonidés juvéniles	9
3.1.3 Répartition des espèces de thonidés juvéniles	9
3.2 Taille des proies	9
3.3 Variation dans le temps et dans l'espace du nombre de thonidés juvéniles	12
3.3.1 Saisons	12
3.3.2 Heure du jour et distance à la terre	17
3.3.3 Variations géographiques	20
3.3.4 Distribution au hasard ou distribution groupée des bonites juvéniles	25
3.4 Taille des bonites juvéniles	28
3.5 Importance des thonidés juvéniles par rapport aux composantes de l'alimentation	30
4.0 DISCUSSION SUR LA PRESENCE DE THONIDES JUVENILES	31
5.0 RESUME ET CONCLUSIONS	34
BIBLIOGRAPHIE	36
ANNEXES	
A Liste des zones étudiées au cours des campagnes des navires de recherche du Programme bonite	41
B Nombre de prédateurs échantillonnés pour la recherche de thonidés juvéniles et nombre de thonidés juvéniles observés dans les estomacs de prédateurs pour chaque visite de pays	43
C Nombre de bonites juvéniles pour 100 estomacs de bonites pour chaque visite de pays	45
D Contenus stomacaux de toutes les bonites et tous les thons jaunes échantillonnés dans le cadre du Programme bonite en eaux tropicales entre octobre 1977 et août 1980	46

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau</u>		<u>Page</u>
1	Groupes géographiques de pays et territoires en eaux tropicales	5
2	Nombre et fréquence des thonidés juvéniles dans les estomacs de tous les prédateurs échantillonnés en eaux tropicales	6
3	Nombre de proies pour 100 estomacs de prédateurs et pourcentage de présence des bonites juvéniles dans les estomacs de bonites pour des périodes de trois mois et des intervalles de 12° de latitude	14
4	Les différences saisonnières du pourcentage de présence des bonites juvéniles trouvés dans les estomacs de bonites prédatrices de 42 à 58,9 cm pour quelques pays	15
5	Pourcentage de présence de thonidés juvéniles pour deux intervalles de distance à la terre, deux intervalles d'heures du jour et cinq groupes de pays (bonites seulement)	19
6	Coefficients G des tests d'indépendance de la classification quadruple des bonites juvéniles présentes	20
7	Pourcentage de présence de bonites juvéniles dans les estomacs de bonites d'octobre à mars, à deux moments de la journée et dans cinq groupes de pays	21
8	Nombre de bonites prédatrices (toutes longueurs) ayant absorbé des bonites juvéniles pour des classes de nombre de proies observées par prédateur	27
9	Données et résultats d'analyses de variance à une entrée sur les variations de longueur des bonites-proies à l'intérieur des bonites prédatrices et entre celles-ci	27
10	Longueur-type moyenne des bonites juvéniles trouvées dans trois catégories de taille de bonites prédatrices	28
11	Comparaison des contenus stomacaux des bonites prédatrices contenant des bonites juvéniles et de celles n'en contenant pas pour des nombres égaux de bonites prédatrices dans des bancs individuels	31

LISTE DES FIGURES

<u>Figure</u>		<u>Page</u>
1	Zone d'action de la Commission du Pacifique Sud	2
2	Répartition par fréquence de taille des thonidés et autres espèces examinées pour la recherche de thonidés juvéniles	8
3	Répartition par fréquence de taille de thonidés juvéniles provenant des estomacs de toutes les espèces examinées pour la recherche de thonidés juvéniles	10
4	Nombre de bonites juvéniles pour 100 estomacs de prédateurs, pourcentage de présence et nombre moyen de bonites juvéniles par prédateur contenant ces juvéniles, les prédateurs étant classés en intervalles de longueur de 1 cm	11
5	Nombre de bonites juvéniles pour 100 estomacs de prédateurs, pourcentage de présence et nombre moyen de bonites juvéniles par prédateur contenant ces juvéniles pour les thons jaunes prédateurs par intervalles de longueur de 5 cm	13
6	Indice gonadosomatique moyen et intervalle de confiance de part la moyenne par mois pour les bonites femelles échantillonnées dans les eaux tropicales au sud de l'équateur	16
7	Pourcentage de présence de juvéniles de bonites et d'auxides dans les estomacs de bonites prédatrices de 42 à 58,9 cm selon l'heure du jour et la distance à la terre à laquelle les prédateurs ont été capturés	18
8	Abondance apparente des bonites juvéniles (nombre de juvéniles pour 100 estomacs de bonites prédatrices) chez des bonites adultes de 42 à 58,9 cm échantillonnées dans des mailles de 12° de latitude sur 10° de longitude	22
9	Indice gonadosomatique pour des bonites femelles de 42 à 58,9 cm échantillonnées dans des mailles de 12° de latitude sur 10° de longitude	23
10	Rapport entre les bonites juvéniles pour 100 estomacs de bonites et l'indice gonadosomatique des bonites femelles, pour adultes de 42 à 58,9 cm prélevés dans des mailles de 12° de latitude sur 10° de longitude	24
11	Fréquence du gène estérase dans le sérum des bonites pour 163 échantillons pris dans des bancs différents de bonites selon la longitude où a été recueilli l'échantillon	26
12	Comparaison saisonnière des longueurs-types moyennes des bonites juvéniles pour des intervalles de 12° de latitude au sud de l'équateur	29

13	Succès de l'appâtage et nombre de poissons (bonites essentiellement) pris par banc positif selon l'heure du jour et la distance à la terre	32
----	--	----

DISTRIBUTION DANS LE TEMPS ET L'ESPACE DES THONIDES JUVENILES
TROUVES DANS LES CONTENUS STOMACaux DES THONIDES PRIS
A LA CANNE DANS LE PACIFIQUE CENTRAL ET OCCIDENTAL

1.0 INTRODUCTION

Les thonidés juvéniles et larvaires sont fréquents dans les eaux tropicales de surface du Pacifique, mais, pour la plupart des espèces, deviennent rares entre l'isotherme de surface de 24°C et le pôle (Klawe 1963; Ueyanagi 1969; Yoshida 1971; Mori 1972). Les connaissances sur la répartition générale des larves de thonidés dans le Pacifique obtenues par des pêches de plancton, sont résumées par plusieurs auteurs (Matsumoto 1966; Nishikawa et al. 1978; Suzuki, Tomlinson et Honma 1978; Matsumoto et Skillman ms.). On ne dispose toutefois que de peu d'informations sur l'abondance relative des thonidés aux premiers stades de leur vie, particulièrement dans le Pacifique central et occidental, ce qui pour la bonite (*Katsuwonus pelamis*), empêche de bien comprendre la structure de la population et le recrutement (Anon. 1983; Programme bonite 1981).

On a déjà utilisé le nombre de thonidés juvéniles trouvés dans les estomacs des prédateurs pour déterminer la distribution et l'abondance relative des thonidés juvéniles dans certaines parties de la zone d'étude du Programme bonite (Waldon et King 1963; Nakamura 1965a; Yoshida 1971; Mori 1972). Le Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites a permis d'étudier la répartition et l'abondance relative des thonidés juvéniles dans une vaste zone du Pacifique central et occidental (figure 1) grâce à l'examen des juvéniles trouvés dans les estomacs des thonidés pris à la canne.

Dans ce document, on trouvera une description générale de l'ensemble des données, suivie d'une présentation des résultats d'analyses des variations du nombre de thonidés juvéniles dans les estomacs de prédateurs en fonction de la taille des prédateurs, de la distance par rapport à la terre, de l'heure du jour, de la saison et du lieu d'échantillonnage. Ces analyses portent essentiellement sur les bonites juvéniles puisque, dans plus des trois-quarts des cas, c'est cette espèce qui est trouvée dans les estomacs des prédateurs. Dans cette étude, on appelle "prédateurs" les espèces prises à la canne et se nourrissant entre autres de thonidés juvéniles, et "juvéniles" les thonidés allant du stade post-larvaire (10-12 mm de longueur totale) à une longueur-type de 150 mm (Matsumoto 1958; Mori 1972).

2.0 METHODES

2.1 Recueil des données

La récolte des données sur les thonidés juvéniles a été limitée par les objectifs du Programme bonite, particulièrement axé sur les marquages. On s'est efforcé de faire correspondre les activités de marquage et les études sur les ressources dans les eaux des pays et territoires, avec l'activité saisonnière des pêcheries locales de bonite ou avec les périodes (présumées ou connues) d'abondance de la bonite dans les pays et territoires n'ayant pas de pêcheries (Kearney 1984). Les résultats présentés dans ce rapport concernent la bonite et d'autres espèces,

essentiellement le thon jaune immature (Thunnus albacares). Les observations ont été effectuées sur les individus n'ayant pas été marqués pour diverses raisons comme des blessures provoquées par l'hameçon ou une durée de manipulation excessive.

Entre octobre 1977 et août 1980, trois campagnes ont été effectuées dans le cadre du Programme, chacune d'une durée d'environ dix mois, avec un canneur d'immatriculation japonaise pêchant à l'appât vivant. L'annexe A donne la liste des pays et territoires visités à chaque campagne, et l'annexe B donne par pays et campagne l'ensemble des observations de prédateurs et de juvéniles.

Des échantillons ont été recueillis chaque mois sauf en août et en septembre, au sud de l'équateur, et au début (octobre, novembre) et à la fin (juillet, août) de chaque croisière, au nord de l'équateur. Etant donné que les itinéraires et les dates des trois campagnes étaient très différents et que seuls quelques pays et territoires ont été visités à la même saison au cours des voyages successifs, la variabilité des données sur les thonidés juvéniles entre les différentes années n'a pas été étudiée.

Argue (1984) a exposé en détail les méthodes de travail en mer du Programme bonite pour recueillir des données biologiques générales, échantillonner les thonidés juvéniles et décrire les bancs de thonidés. On a limité l'examen d'estomacs pour la recherche des thonidés juvéniles à un maximum de 20 poissons par espèce et par banc. Par ailleurs, les contenus stomacaux d'un maximum de cinq poissons par espèce et par banc ont été classés, sur le terrain, en grandes catégories taxonomiques facilement reconnaissables - en général au niveau de la famille pour les poissons et de la classe ou de l'ordre pour les invertébrés.

2.2 Identification des thonidés juvéniles

Les échantillons de thonidés juvéniles ont été accumulés à bord du navire de recherche et envoyés tous les deux ou trois mois à Nouméa au laboratoire de l'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (ORSTOM) où chaque individu a été mesuré (longueur-type) et identifié, dans toute la mesure du possible. Pour les spécimens endommagés, les longueurs ont été évaluées au millimètre près au moyen des équations de régression de Yoshida (1971); dans les cas où ceci était impossible, on a défini un ordre de grandeur d'après les fragments de la colonne vertébrale et du crâne.

La plupart des critères utilisés pour identifier les thonidés juvéniles se fondent sur l'anatomie de la colonne vertébrale décrite par plusieurs auteurs, essentiellement Nakamura (1965b), Gibbs et Collette (1967), Potthoff et Richards (1970), et Potthoff (1974). C'est un travail très délicat étant donné les variations entre individus et la fragilité de certaines parties du corps, particulièrement pour les spécimens endommagés par la digestion. L'utilisation d'alizarine, qui teint les os en rouge, a souvent permis de faire ressortir des caractères du squelette particulièrement difficiles à observer (par exemple la prézygapophyse hémale). On a essayé dans la mesure du possible d'utiliser plusieurs caractères distinctifs pour identifier les juvéniles (Conand et Argue 1980).

Il est généralement possible de déterminer au niveau générique les thonidés juvéniles en suivant les procédures ci-dessus (98% des spécimens ont été identifiés au niveau générique); l'identification au niveau spécifique est également possible, mais souvent difficile. Par exemple,

dans le genre Thunnus, le germon juvénile (T. alalunga) se distingue facilement du thon jaune (T. albacares) et du thon obèse (T. obesus), mais nous n'avons pas réussi à faire la distinction entre ces deux dernières espèces. Dans cette étude, les thons obèses et les thons à nageoires jaunes ont été placés dans le même groupe et tous les spécimens de ces espèces ont été conservés dans l'espoir qu'il sera possible ultérieurement de les distinguer. Les résultats obtenus pour plusieurs spécimens des principales espèces ont été confirmés par le docteur Shoji Ueyanagi, Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japan Fisheries Agency.

2.3 Groupeement géographique des échantillons

Au cours des 30 mois d'échantillonnage, 59 visites distinctes ont été effectuées dans les pays, territoires et leurs subdivisions. Certains pays et territoires ont reçu plusieurs de ces "visites de pays". Bien que l'échantillonnage ait porté sur une très vaste zone du Pacifique central et occidental, les échantillons recueillis à chacune des visites étaient de taille restreinte. Ainsi, pour déterminer statistiquement dans quelle mesure la présence des thonidés juvéniles variait avec l'emplacement géographique, la saison, l'heure du jour et la distance de la terre, il a fallu combiner les données relatives à plusieurs visites. On s'est fondé pour cela sur les critères géographiques et océanographiques (tableau 1) puisque ces conditions sont susceptibles d'influer sur la présence des thonidés juvéniles.

2.4 Analyses statistiques

Deux indices sur la présence des thonidés juvéniles dans les estomacs de prédateurs, censée fournir des renseignements sur l'abondance relative des thonidés juvéniles, sont utilisés dans cette étude. Le premier indice est le nombre de prédateurs contenant un ou plusieurs thonidés juvéniles identifiables dans leur estomac, nombre exprimé en pourcentage du nombre de prédateurs dont les estomacs sont examinés à la recherche de thonidés juvéniles (pourcentage de présence). Le deuxième indice se fonde sur le nombre de proies d'une espèce particulière trouvées pour 100 estomacs de prédateurs. Yoshida (1971) et Mori (1972) ont appelé cela un indice "d'abondance apparente" des thonidés juvéniles dans leurs analyses sur les bonites trouvées dans les estomacs de plusieurs espèces de thonidés et marlins. Ces deux indices ne peuvent que minimiser la réalité puisqu'une proportion inconnue mais sans doute relativement constante de thonidés juvéniles n'a pu être prise en considération en raison des effets de la digestion.

Les analyses statistiques des variations dans le temps et dans l'espace du nombre de thonidés juvéniles sont effectuées selon la présence ou l'absence de juvéniles (nombre d'échantillons de prédateurs avec ou sans juvéniles), à l'aide de tests G d'indépendance à trois et quatre variables (Sokal et Rohlf 1969, p. 601). Les prédateurs avec ou sans juvéniles sont classés d'après l'heure du jour, la distance de la terre, la saison et le lieu géographique (groupe de pays) de leur capture. Des tests du χ^2 sont utilisés pour certaines comparaisons entre les classifications.

Des analyses de variance permettent de comparer la taille des bonites juvéniles trouvées dans les estomacs pour divers groupes de taille des prédateurs, groupes de pays, périodes de la journée et distances de la terre ainsi que de comparer la variance dans la taille des bonites juvéniles entre différents prédateurs et chez les prédateurs pris individuellement. On a exclu des analyses les juvéniles dont on ne connaissait qu'approximativement la longueur.

TABLEAU 1. GROUPES GEOGRAPHIQUES DE PAYS ET TERRITOIRES EN EAUX TROPICALES

Numéro du groupe	Pays et territoires	Caractéristiques océanographiques et géographiques en surface*
1	Papouasie-Nouvelle-Guinée Iles Salomon Vanuatu	Température de l'eau élevée; salinité faible; masses terrestres grandes et élevées; courant équatorial sud.
2	Samoa américaines Samoa-Occidental Fidji Niue Wallis et Futuna Tonga	Température de l'eau élevée; salinité modérée; îles hautes; courant équatorial sud.
3	Iles Cook du Sud Iles de la Société Iles Tuamotu	Température de l'eau élevée; salinité élevée; surtout petites îles et atolls; courant équatorial sud.
4	Iles Marquises	Température de l'eau élevée; salinité élevée; petites îles (quelques hautes îles).
5	Etats Fédérés de Micronésie Iles Marshall Iles Mariannes du Nord Palau	Température de l'eau élevée; salinité faible; mélange de petites îles (certaines hautes) et atolls; contre-courant équatorial nord.
6	Kiribati Nauru Tokelau Tuvalu Iles Cook du Nord	Température de l'eau modérée; salinité élevée; atolls; région de l'upwelling équatorial.
7	Queensland Nouvelle-Calédonie	Fortes variations saisonnières de la température de l'eau; salinité élevée; grandes masses terrestres; Mer de Corail.
8	Iles Gambier Iles Pitcairn	Fortes variations saisonnières de la température de l'eau; salinité modérée; petites îles.

* Température annuelle moyenne de l'eau élevée....~28,0°C à 30,0°C
Température annuelle moyenne de l'eau modérée...~25,0°C à 27,9°C
Salinité de surface annuelle moyenne élevée.....supérieure à ~35,5%
Salinité de surface annuelle moyenne modérée....~34,5% à 35,5%
Salinité de surface annuelle moyenne faible.....inférieure à ~34,5%

TABLEAU 2. NOMBRE ET FREQUENCE DES THONIDES JUVENILES DANS LES ESTOMACS DE TOUS LES PREDATEURS
ECHANTILLONNES EN EAUX TROPICALES

Prédateur	Nombre de prédateurs dont on a examiné tout le contenu stomacal	Nombre de prédateurs examinés à la recherche de thonidés juvéniles	Espèce de proies	Nombre de juvéniles	Prédateurs avec juvéniles	Juvéniles pour 100 prédateurs	Pourcentage de prédateurs avec juvéniles
Bonite	3896	8175	bonite	884	364	10,81	4,45
<u>Katsuwonus pelamis</u>			thon jaune/thon obèse	17	14	0,21	0,17
			bonite à dos rayé	31	19	0,38	0,23
			auxide	148	60	1,81	0,73
			germon	52	38	0,64	0,46
			thon à dents de chien	2	2	0,02	0,02
			<u>Thunnus</u> sp.	1	1	0,01	0,01
			thonidé juvénile non identifié	1	1	0,01	0,01
Thon jaune	1018	1711	bonite	122	34	7,13	1,99
<u>Thunnus albacares</u>			thon jaune/thon obèse	2	1	0,12	0,06
			bonite à dos rayé	30	2	1,75	0,12
			auxide	20	3	1,17	0,18
			<u>Thunnus</u> sp.	1	1	0,06	0,06
Bonite à dos rayé	145	233	bonite à dos rayé	2	1	0,90	0,45
<u>Euthynnus affinis</u>							
Auxide	90	146	bonite	23	3	15,75	2,05
<u>Auxis thazard</u>							
Coryphène	31	33	thon jaune/thon obèse	7	3	21,21	9,09
<u>Coryphaena hippurus</u>							
Thazard du large	2	2	bonite	2	1	100,00	50,00
<u>Acanthocybium solandri</u>			germon	1	1	50,00	50,00
Coureur-arc-en-ciel	197	273					
<u>Elagatis bipinnulatus</u>							
Thon obèse	17	17					
<u>Thunnus obesus</u>							
Thon à dents de chien	9	9					
<u>Gymnosarda unicolor</u>							
Maquereau saumon	7	7					
<u>Grammatocynus bicarinatus</u>							
Thazard du lagon	3	3					
<u>Scomberomorus commerson</u>							
Chinchard de Layang	2	2					
<u>Decapterus macrosoma</u>							
Baliste gris	1	1					
<u>Canthidermis rotundatus</u>							
Requin	1	1					
<u>Carcharinus</u> sp.							
Barracuda	1	1					
<u>Sphyræna</u> sp.							
TOTAUX	5416	10604		1346			

3.0 RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Total des données

Au cours des 30 mois d'activité en mer, 12 135 estomacs de thonidés et autres prédateurs ont été examinés pour la recherche de thonidés juvéniles; 10 604 échantillons, soit 87 pour 100, provenaient de poisson pris dans les eaux tropicales (tableau 2). A l'annexe B sont indiquées, pour chaque visite de pays, les tailles des échantillons pour chaque espèce de prédateur et les quantités de thonidés juvéniles de chaque espèce trouvées dans les estomacs des prédateurs. Soixante-dix-sept pour cent du total des 1 346 juvéniles étaient des bonites et 86 pour 100 des bonites juvéniles ont été trouvées dans les estomacs de bonites adultes. On donne à l'annexe C le nombre de bonites juvéniles pour 100 bonites prédatrices pour chaque visite de pays.

Aucun thonidé juvénile n'a été trouvé dans l'important échantillonnage d'estomacs de prédateurs (1 511) pris dans les eaux subtropicales de Nouvelle-Zélande, de l'Île Norfolk, de la Nouvelle-Galles du Sud et dans un petit échantillon (20) pris à proximité des Îles Bonin. Dans les eaux tropicales, le nombre de bonites juvéniles pour 100 bonites prédatrices variait de valeurs élevées (25 à 50) aux Îles Marquises, à Vanuatu, et à Wallis et Futuna jusqu'à des niveaux faibles (0 à 4) dans la région du contre-courant équatorial nord (Etats Fédérés de Micronésie, Îles Marshall, Îles Mariannes du Nord, Palau) et dans la région de l'upwelling équatorial (Kiribati, Nauru, Tokelau, Tuvalu, Îles Cook du nord), (voir annexe C).

Le tableau 2 donne le nombre de thonidés juvéniles capturés par 100 prédateurs et le pourcentage de présence de ces juvéniles pour l'ensemble des données concernant les eaux tropicales. Les bonites juvéniles ont été observées plus souvent que les autres espèces dans les estomacs de bonites adultes (4,5% des cas) et de thons jaunes (2,0%). Les auxides (Auxis thazard) et les germons, qui viennent en seconde et troisième position parmi les espèces les plus fréquemment trouvées dans les estomacs de bonites, n'ont été observés chacun que dans moins d'un pour cent des cas. Les germons juvéniles étaient peu répandus (annexe B) et ont été trouvés principalement dans deux secteurs - les Îles Tuamotu et à proximité de Wallis.

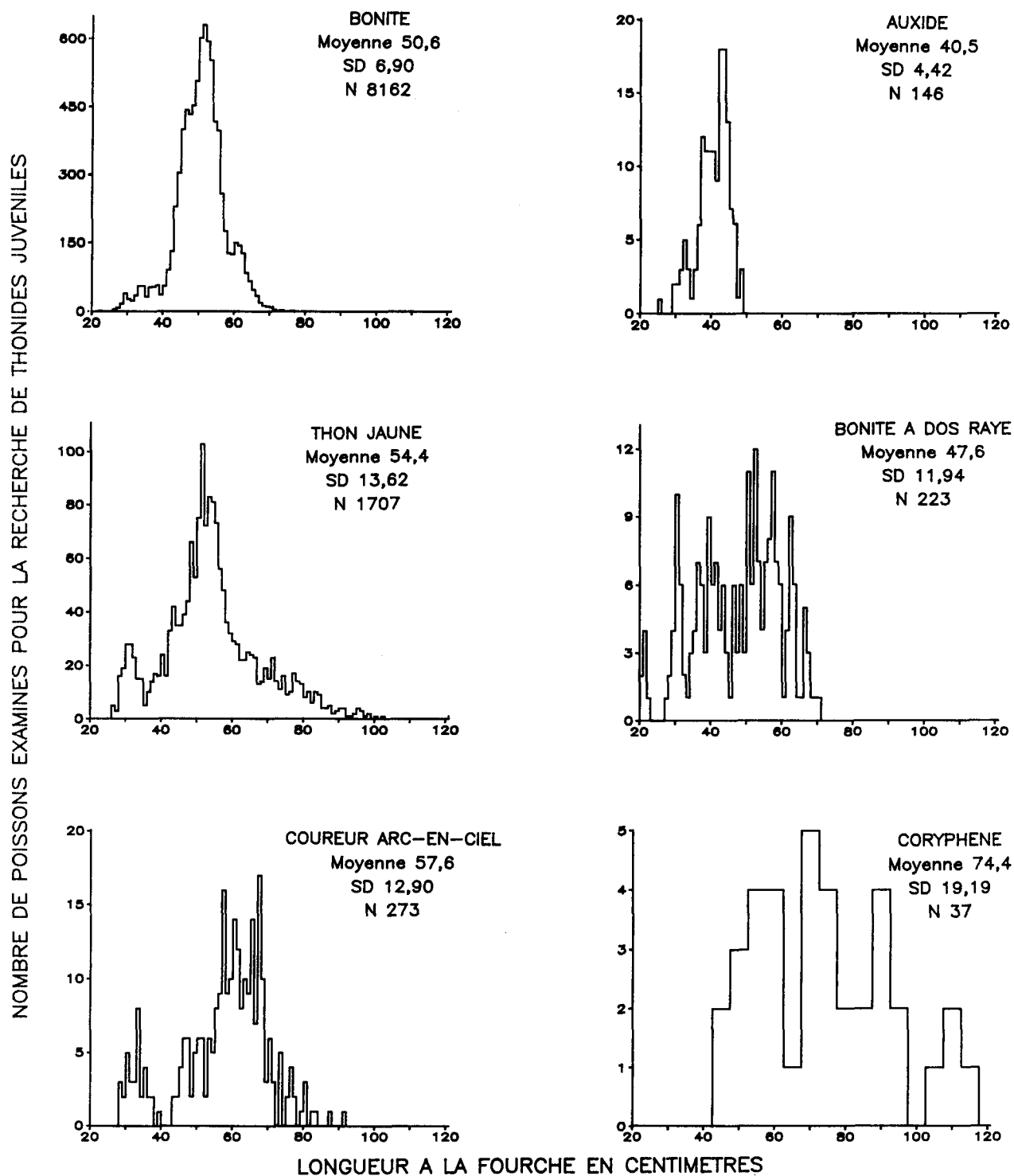
Aucun thonidé juvénile n'a été trouvé dans les estomacs des 273 coureurs arc-en-ciel (Elagatis bipinnulatus) examinés, provenant pour la plupart de zones où les juvéniles étaient fréquents dans les estomacs des autres prédateurs.

Sauf indication contraire, les analyses suivantes ne tiennent pas compte des échantillons de prédateurs subtropicaux.

3.1.1 Taille des prédateurs examinés

La distribution des fréquences de taille des prédateurs (figure 2) indique la gamme de taille et la longueur moyenne des poissons examinés dans les eaux tropicales pour la recherche de thonidés juvéniles. Les auxides sont les plus petits des prédateurs examinés et, comme pour la bonite, la répartition par fréquence de taille est assez étroite. Les thons jaunes, les coureurs arc-en-ciel et les dorades tropicales (Coryphaena hippurus) sont plus grands et de longueurs plus diverses. La

FIGURE 2. REPARTITION PAR FREQUENCE DE TAILLE DES THONIDES ET AUTRES ESPECES EXAMINEES POUR LA RECHERCHE DE THONIDES JUVENILES. Longueur moyenne à la fourche, écart-type de la moyenne (SD) et taille de l'échantillon (N) indiqués sur chaque graphique.



distribution par taille sous-représentée, à des degrés variables, les prédateurs les plus petits et les plus grands de chaque espèce en raison de la sélection de taille qu'implique la technique de pêche à la canne et les variations de son efficacité suivant les différentes catégories de taille de prédateurs.

3.1.2 Taille de thonidés juvéniles

La longueur standard des thonidés juvéniles va de 15 à 240 mm et la longueur moyenne est de 69 mm (figure 3, courbe inférieure droite). Moins de deux pour cent des poissons dépassent la limite supérieure arbitraire de 150 mm fixée par Mori (1972) pour distinguer les juvéniles des jeunes. Les répartitions par taille pour les juvéniles de chaque espèce ont une forte variance et sont dissymétriques avec une queue vers les grandes tailles (figure 3); d'une façon générale, les répartitions sont de forme relativement semblable. Les longueurs modales vont de 35 mm pour la bonite à 85 mm pour le germon. Au cours des deux campagnes en Polynésie française, un grand nombre de petites bonites juvéniles (20 à 40 mm) ont été trouvées dans les estomacs de prédateurs. L'exclusion de ces échantillons déplace la longueur modale des bonites juvéniles à 35 à 75 mm. Les fortes diminutions du nombre de juvéniles dans les petites tailles, observées pour chacune des espèces de proie sont probablement dues aux effets combinés du choix de taille effectué par les prédateurs dans leur alimentation et d'une digestion rapide des petites proies devenues impossibles à identifier au moment de l'échantillonnage. La diminution plus graduelle du nombre de juvéniles de grande taille est probablement due à une combinaison du choix de taille effectué par les prédateurs, de la capacité accrue des proies de plus grande taille à échapper aux prédateurs et du nombre restreint des individus de plus grande taille.

3.1.3 Répartition des espèces de thonidés juvéniles

Dans les estomacs de bonites, le rapport total entre les bonites juvéniles et les autres juvéniles de thonidés était de 3,5:1 et le rapport entre les juvéniles de bonites et ceux du "thon jaune/thon obèse" était de 52:1 (tableau 2). Ce dernier chiffre est beaucoup plus élevé que les valeurs de 4:1 ou moins citées par Matsumoto (1966) et Higgins (1970) pour les larves et les tous petits juvéniles de ces espèces échantillonnés avec des filets à plancton et des chaluts flottants dans les eaux hawaïennes et pour les larves échantillonnées avec des filets à plancton dans les eaux des Iles Marquises (Nakamura et Matsumoto 1967) ainsi que de la beaucoup plus grande région Indo-Pacifique (Ueyanagi 1969). Toutefois, on s'approche du rapport de 24:1 donné par Waldron et King (1963) pour les juvéniles trouvés dans les estomacs de bonites prises dans le Pacifique central. Il se peut que les bonites préfèrent se nourrir de leurs propres juvéniles. Il est également possible qu'entre les stades larvaires et juvéniles, l'abondance du "thon jaune/thon obèse", ou sa disponibilité, diminue beaucoup plus rapidement que celle de la bonite.

3.2 Taille des proies

D'après les études effectuées sur l'alimentation des bonites dans les eaux des Iles Hawaï (Yuen 1959; Waldron et King 1963) et des Iles Marquises (Nakamura 1965a), le pourcentage de présence et le volume de poisson trouvé dans les contenus stomacaux des bonites augmentaient avec la taille de celles-ci. De même, la figure 4 montre une relation positive entre la taille des bonites prédatrices et l'indice d'abondance apparente (courbe supérieure) d'une part et le pourcentage de présence des bonites juvéniles

FIGURE 3. REPARTITION PAR FREQUENCE DE TAILLE DE THONIDES JUVENILES PROVENANT DES ESTOMACS DE TOUTES LES ESPECES EXAMINEES POUR LA RECHERCHE DE THONIDES JUVENILES. Longueur standard moyenne, écart-type de la moyenne (SD) et taille de l'échantillon (N) indiqués sur chaque graphique.

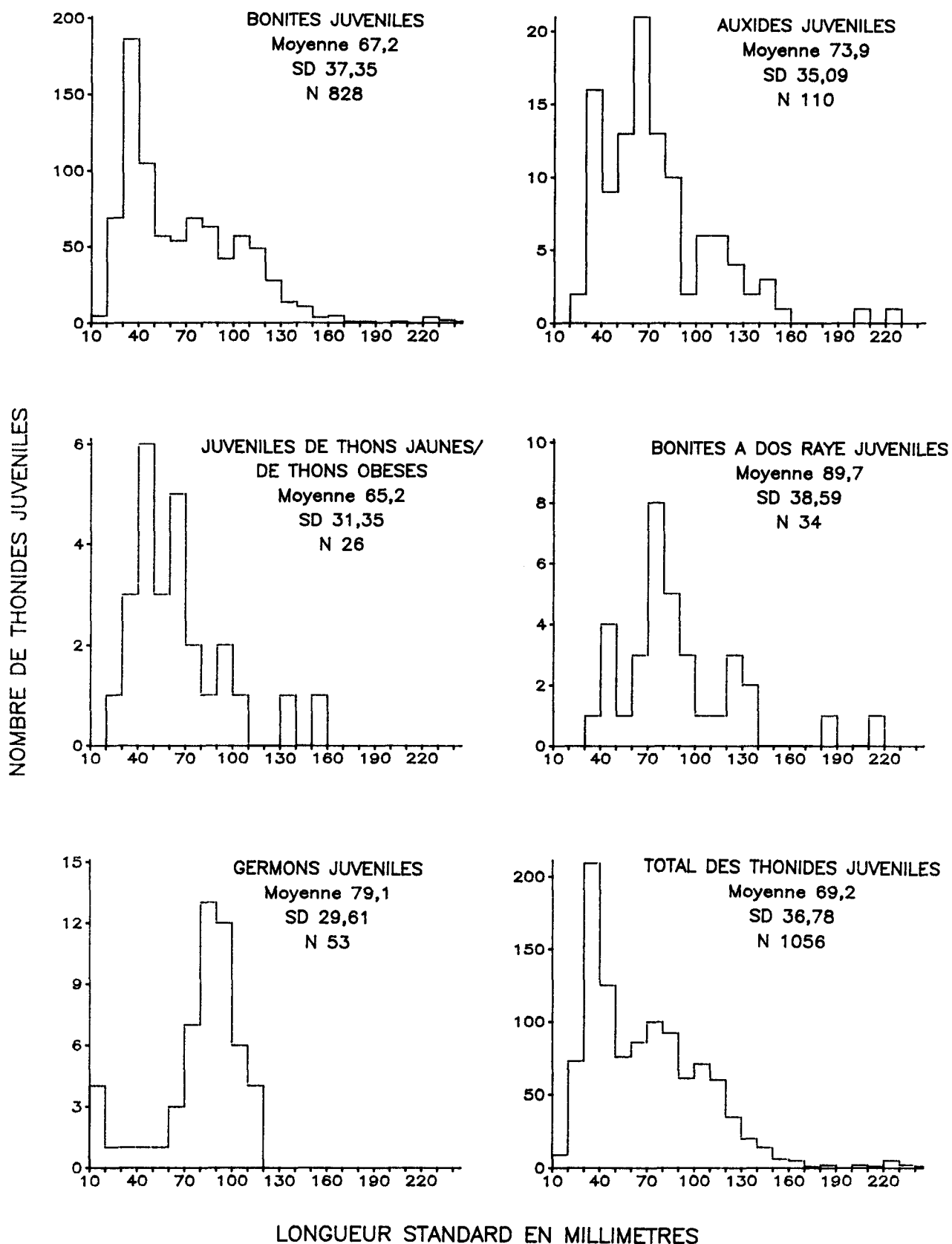
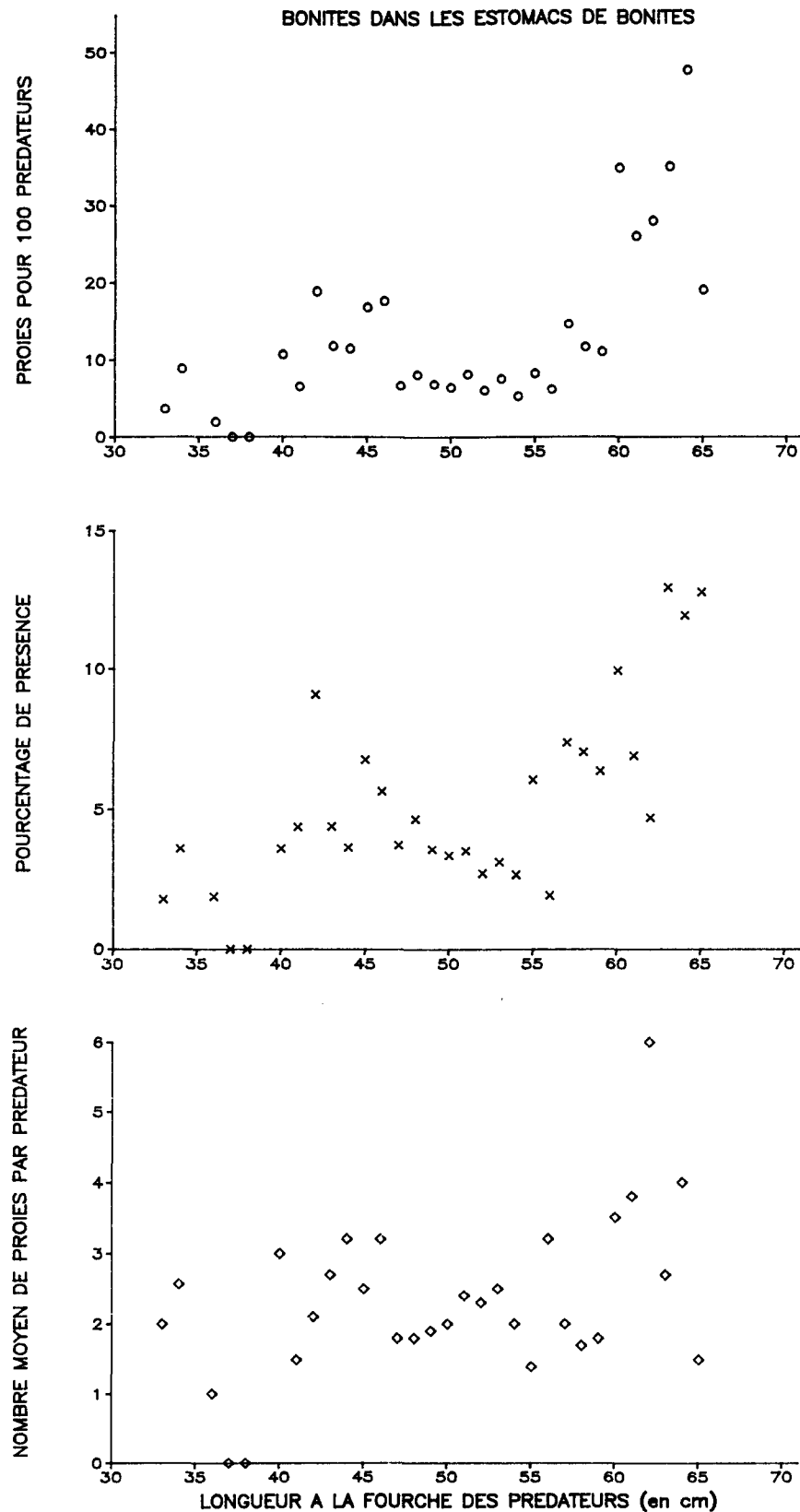


FIGURE 4. NOMBRE DE BONITES JUVENILES POUR 100 ESTOMACS DE PREDATEURS (graphique du haut), POURCENTAGE DE PRESENCE (graphique du milieu) ET NOMBRE MOYEN DE BONITES JUVENILES PAR PREDATEUR CONTENANT CES JUVENILES (graphique du bas), LES PREDATEURS ETANT CLASSES EN INTERVALLES DE LONGUEUR DE 1 CM. Echantillons ≥ 40 prédateurs par intervalle de taille; pas de points pour les intervalles sans échantillons.



(courbe du milieu), d'autre part. D'après les tests t, les pentes de régression linéaire de ces indices de présence des juvéniles par rapport à la longueur des prédateurs sont toutes nettement supérieures à 0 ($p < 0,05$). Le nombre de bonites juvéniles par prédateur en ayant absorbé (courbe inférieure) varie entre un et quatre pour la plupart des tailles des prédateurs. Pour les thons jaunes, dont la gamme de tailles est supérieure à celle des bonites, les rapports entre les indices de présence de bonites juvéniles et la taille du prédateur sont semblables (figure 5).

Si l'on observe plus attentivement les figures 4 et 5, il apparaît que les deux indices, le nombre de proies pour 100 prédateurs et le pourcentage de présence, sont relativement constants pour les prédateurs d'une taille allant de 42 à 59 cm environ. Dans cette gamme de tailles, les pentes de régression linéaire ne s'écartent pas de façon significative de 0 ($p > 0,10$). Par conséquent, pour minimiser dans les indices de présence la variabilité due au choix de taille des proies, les prédateurs de taille inférieure à 42 cm ou supérieure à 58,9 cm ont été exclus, sauf indication contraire, des autres analyses. Cet ajustement ou ce filtre concernant la sélection présumée des proies en fonction de la taille est apparu comme la méthode la plus simple pour minimiser une source possible de déviation tout en conservant des échantillons suffisants (8 018 sur 10 604 prédateurs) pour les analyses restantes.

3.3 Variation dans le temps et dans l'espace du nombre de thonidés juvéniles

3.3.1 Saisons

Dans un rapport préliminaire, Conand et Argue (1980) ont estimé qu'il y avait peu de différences saisonnières dans le nombre de bonites juvéniles trouvé chez les bonites adultes entre l'équateur et 25° sud. Les données recueillies entre novembre 1979 et la fin des campagnes en août 1980, sont maintenant groupées avec celles du rapport préliminaire et sont présentées par intervalles de trois mois et de 12° de latitude au tableau 3. Les échantillons sont insuffisants au nord de l'équateur pour examiner les variations saisonnières de présence de juvéniles. Entre l'équateur et 24° sud, les bonites juvéniles sont particulièrement fréquentes dans l'alimentation des adultes d'octobre à mars. Toutefois, au sud de l'équateur, les bateaux ont recueilli des échantillons dans une zone plus vaste et diversifiée, depuis l'Île Manus, en Papouasie-Nouvelle-Guinée à l'ouest jusqu'à l'Île Pitcairn à l'est. La température de l'eau de surface et la salinité varient considérablement sur l'ensemble de cette zone de même que l'époque des grandes précipitations (Donguy et Henin 1976). Ces différences, associées à une répartition inégale des échantillons dans le temps (les échantillons à l'est du 150° ouest de longitude ont été recueillis entre décembre et février), peuvent être à l'origine des différences saisonnières observées dans la présence des juvéniles pour l'ensemble des données.

Les études effectuées dans les eaux de Papouasie-Nouvelle-Guinée, des Îles Salomon, du Queensland, de la Nouvelle-Calédonie, de Vanuatu et de Fidji ont été réalisées pendant les périodes allant d'octobre à mars d'une part et d'avril à août d'autre part, et trois séries de données correspondant à trois sous-zones géographiques ont été établies afin d'examiner les différences saisonnières de présence de juvéniles (tableau 4). Pour chaque série de données, le pourcentage de présence des bonites juvéniles au cours de la période d'octobre à mars est environ le double de celui de la période avril-septembre, bien qu'aucune des

FIGURE 5. NOMBRE DE BONITES JUVENILES POUR 100 ESTOMACS DE PREDATEURS (graphique du haut), POURCENTAGE DE PRESENCE (graphique du milieu) ET NOMBRE MOYEN DE BONITES JUVENILES PAR PREDATEUR CONTENANT CES JUVENILES (graphique du bas) POUR LES THONS JAUNES PREDATEURS PAR INTERVALLES DE LONGUEUR DE 5 CM. Echantillons ≥ 10 prédateurs par intervalle de taille.

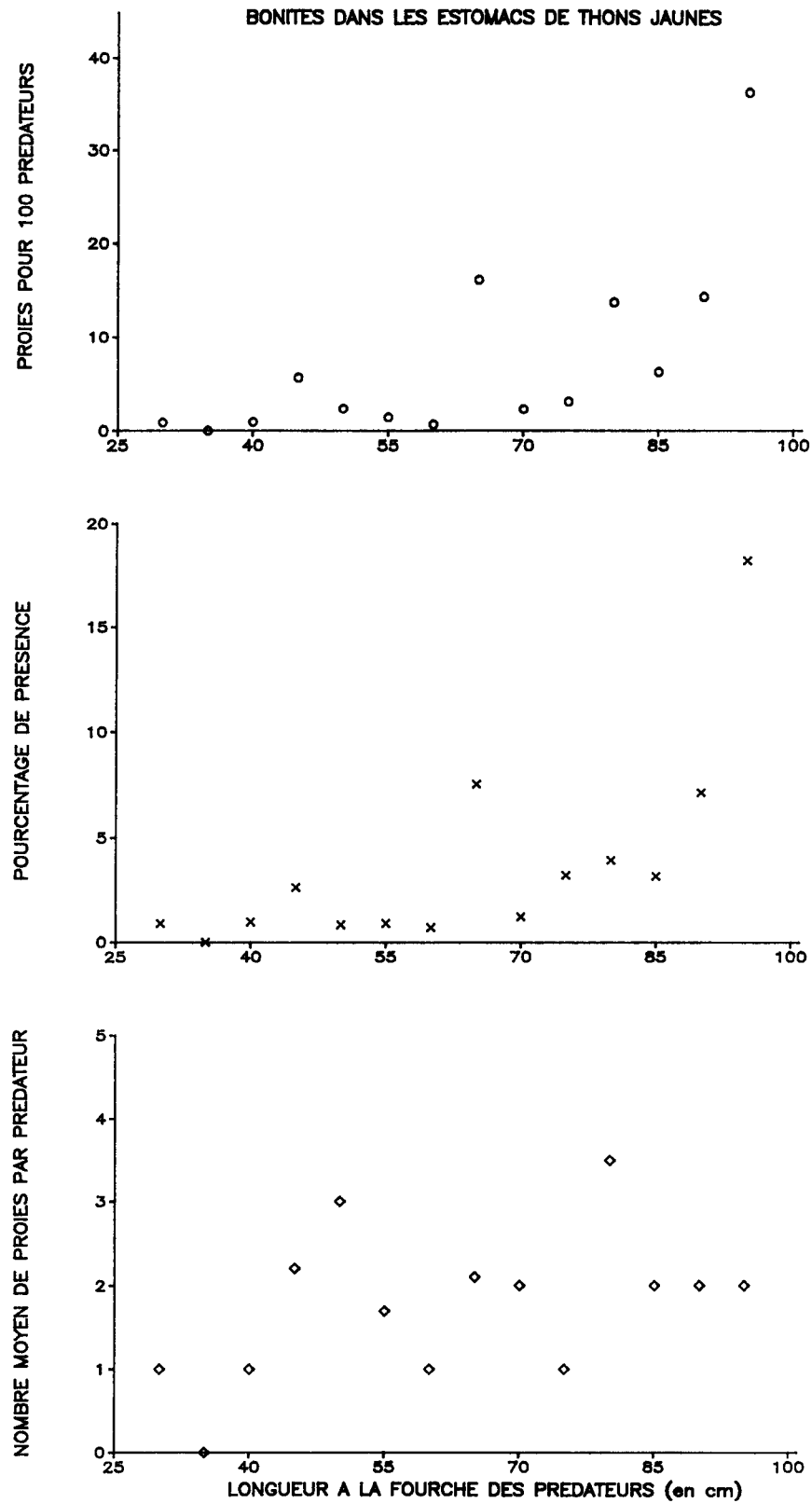


TABLEAU 3. NOMBRE DE PROIES POUR 100 ESTOMACS DE PREDATEURS ET POURCENTAGE DE PRESENCE DES BONITES JUVENILES DANS LES ESTOMACS DE BONITES POUR DES PERIODES DE TROIS MOIS ET DES INTERVALLES DE 12° DE LATITUDE. Les bonites mesurant moins de 42 cm et plus de 58,9 cm ont été exclues. N est le nombre de bonites prédatrices, le pourcentage de présence correspond au pourcentage de bonites prédatrices contenant des bonites.

Latitude	janvier-mars			avril-juin			juillet-août*			octobre/décembre		
	N	Proies pour 100 prédateurs	% de présence	N	Proies pour 100 prédateurs	% de présence	N	Proies pour 100 prédateurs	% de présence	N	Proies pour 100 prédateurs	% de présence
24°00-35°59'N	0	-	-	0	-	-	0	-	-	20	-	-
12°00-23°59'N	34	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
00°00-11°59'N	0	-	-	0	-	-	297	0,67	0,34	198	1,52	1,01
00°00-11°59'S	856	7,24	5,25	1091	3,21	2,93	136	2,21	1,47	1132	24,21	7,86
12°00-23°59'S	1040	9,14	4,23	1219	5,33	2,38	0	-	-	644	10,40	5,12
24°00-35°59'S	462	0	0	448	0	0	0	-	-	0	-	-
36°00-44°59'S	247	0	0	98	0	0	0	-	-	0	-	-
* Aucun échantillon n'a été recueilli en septembre.												

différences individuelles observées ne soit statistiquement importante d'après les tests du χ^2 . Les résultats obtenus grâce à un test plus puissant, le test G d'indépendance à trois variables (deux périodes, trois groupes de pays et présence) ont montré que, collectivement, le pourcentage de présence des bonites juvéniles était plus élevé entre octobre et mars ($p < 0,001$). Le test de l'interaction n'a pas donné de résultats significatifs. Une semblable période d'abondance maximale des bonites juvéniles de grand taille trouvées dans les estomacs de marlins capturés dans les eaux tropicales australes entre 180° et 137° ouest est suggérée par les données de Yoshida (1971). Nakamura et Matsumoto (1967) ont observé dans les Iles Marquises que les larves de bonite étaient plus abondantes entre janvier et avril.

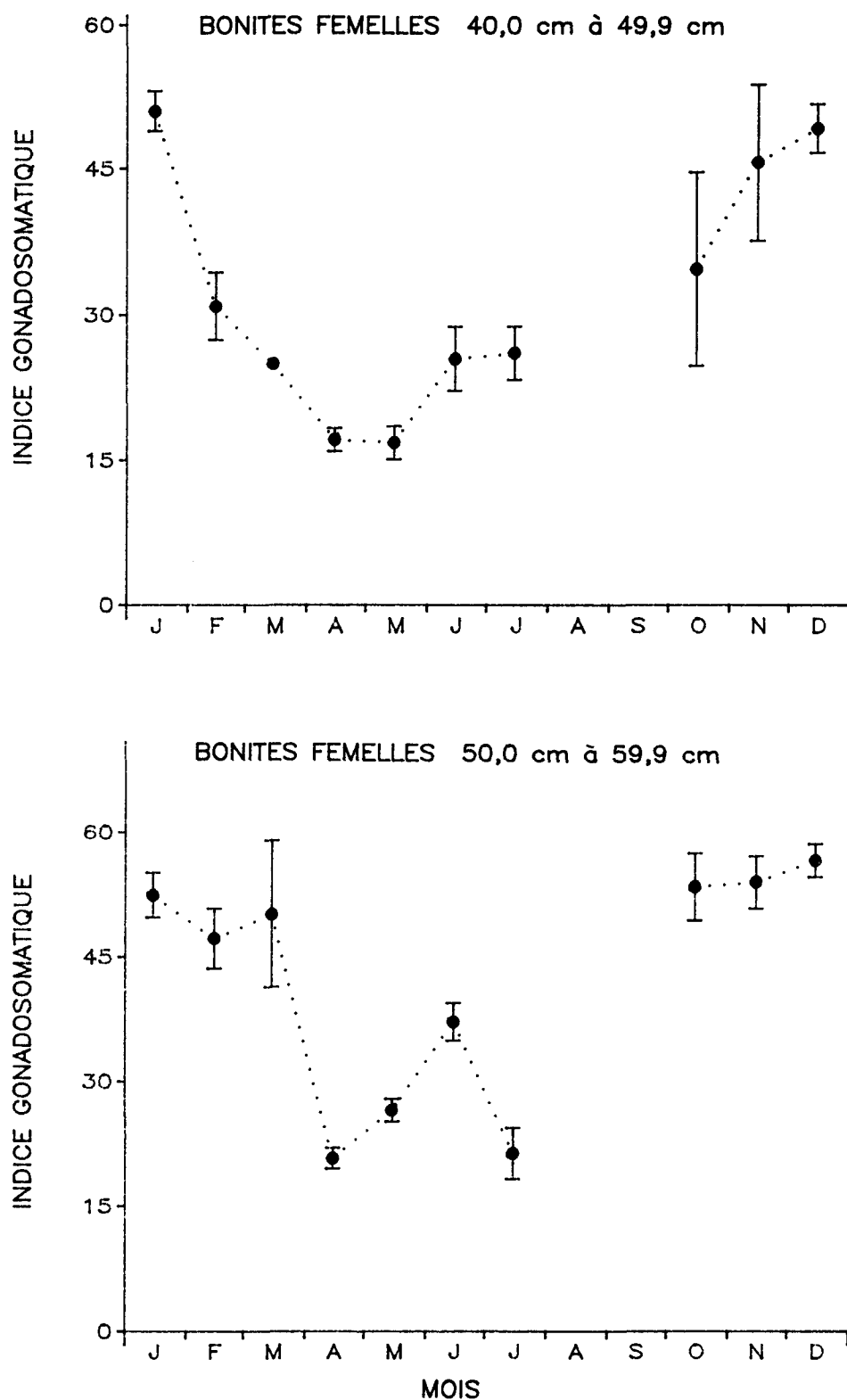
TABLEAU 4. LES DIFFERENCES SAISONNIERES DU POURCENTAGE DE PRESENCE DES BONITES JUVENILES TROUVES DANS LES ESTOMACS DE BONITES PREDATRICES DE 42 A 58,9 CM POUR QUELQUES PAYS. N est le nombre de prédateurs examinés.

		octobre- mars	avril- août	Total	Khi ²	Probabilité
Papouasie-Nouvelle-Guinée	%	5,33	3,47	3,96	2,14	0,144
Iles Salomon	N	319	894	1213		
Queensland	%	6,05	2,42	5,39	2,62	0,106
Nouvelle-Calédonie	N	562	124	686		
Vanuatu						
Fidji	%	3,68	1,87	2,21	2,02	0,155
	N	163	697	860		
TOTAUX	Prédateurs					
	contenant	57	47	104	12,78*	<0,001
	des proies					
	N	1044	1715	2759		

* Coefficients G, 1 degrés de liberté.

Selon les indices gonadosomatiques des femelles (figure 6), il existe également une variation saisonnière dans le développement des gonades. Les indices gonadosomatiques étaient plus élevés (45-60) de novembre à février, soit approximativement au cours de l'été austral. Les valeurs supérieures à 50 correspondent aux bonites femelles dont les gonades ont un pourcentage élevé d'oeufs prêts à être pondus (Raju 1964). Les résultats de la figure 6 sont semblables à ceux de Lewis (1981) et Wilson (1982) pour les bonites femelles échantillonnées en Papouasie-Nouvelle-Guinée à partir de prises à la canne. Des résultats similaires ont également été obtenus par Naganuma (1979) pour un important échantillonnage de bonites femelles couvrant une large zone au sud de l'équateur, ainsi que par Yoshida (1966) pour des bonites femelles provenant des Iles Marquises et Tuamotu de Polynésie française.

FIGURE 6. INDICE GONADOSOMATIQUE MOYEN (cercles) ET INTERVALLE DE CONFIANCE DE PART LA MOYENNE (lignes verticales) PAR MOIS POUR LES BONITES FEMELLES ECHANTILLONNEES DANS LES EAUX TROPICALES AU SUD DE L'EQUATEUR. Intervalle de confiance omis pour un petit (<5) échantillon (graphique du haut, mars); les autres échantillons étaient au moins de 8 et la plupart dépassaient 100. Aucun échantillon pour août et septembre. Indice gonadosomatique = 10^7 (poids des gonades en grammes/(longueur du poisson en mm)³) d'après Schaeffer et Orange (1956).



Argue et Kearney (1983) ont fait une comparaison des indices de maturité des bonites femelles entre les eaux tropicales et subtropicales pour les échantillons de bonites pris au sud de l'équateur entre décembre et avril. Aucune des bonites provenant des eaux subtropicales ne montrait de signes de ponte, ce qui correspond bien à l'absence de bonites juvéniles dans les analyses d'estomacs de prédateurs pris dans ces eaux à cette période.

3.3.2 Heure du jour et distance à la terre

On a utilisé les données concernant les juvéniles de bonite, d'auxide et de bonite à dos rayé, trouvés dans les estomacs de bonite et de thon jaune dans les eaux tropicales pour déterminer si le nombre de juvéniles présents varie avec l'heure du jour et la distance à la terre. Ces données n'incluent pas certains échantillons recueillis à la première campagne (octobre 1977 à août 1978) et pour lesquels la distance à la terre n'avait pas été notée.

La courbe supérieure de la figure 7 montre que le pourcentage de présence de bonites et d'auxides juvéniles dans l'alimentation des bonites augmente considérablement après 17 heures. Les mêmes données sont réparties alors en huit intervalles de distance à la terre. Les résultats présentés dans la courbe inférieure de la figure 7 montrent que la présence de bonites juvéniles augmente avec l'éloignement de la terre. Par contre, le nombre d'auxides juvéniles est relativement constant quelle que soit la distance à la terre.

Cette simple présentation peut suffire si l'on admet que les effets de l'heure du jour et de la distance à la terre sont indépendants. Pour tenir compte des effets combinés de ces deux facteurs, une classification quadruple des données a été établie. Il a fallu choisir, pour les heures et les distances, des intervalles permettant d'obtenir des nombres d'échantillons utilisables dans chacune des quatre classifications. Les catégories choisies ont été la distance à la terre ($\leq 10,0$ milles, $> 10,0$ milles), l'heure du jour ($< 15h$, $\geq 15h$), les groupes de pays (1, 2, 3, 4, 5 et 6 combinés, voir tableau 1), et enfin la présence/absence de thonidés juvéniles. Etant donné que les groupes 5 et 6 sont contigus et se composent essentiellement d'atolls, ils ont été combinés afin d'augmenter la taille de l'échantillon. Pour les bonites juvéniles trouvées dans les estomacs de bonites, le nombre d'échantillons dans chaque strate était suffisant. Pour les bonites juvéniles dans les estomacs de thons jaunes, les auxides juvéniles dans les estomacs de bonites et les bonites à dos rayé juvéniles dans les estomacs de bonites, le nombre de données n'a permis qu'une classification triple (en regroupant tous les pays). Au tableau 5 figurent le pourcentage de présence et les tailles d'échantillons pour cette analyse.

On s'est servi d'un test G d'indépendance à quatre variables pour vérifier l'hypothèse selon laquelle la présence de bonites juvéniles dans les estomacs de bonites est indépendante de l'heure du jour, de la distance à la terre et du groupe de pays. On suppose ici que l'heure du jour, l'éloignement de la terre et les caractéristiques du pays sont indépendantes de la saison où les données ont été recueillies. Le tableau 6 donne les coefficients G ainsi obtenus. Le test d'interaction, permettant de déterminer si le degré d'association entre une paire de facteurs varie selon les niveaux des autres, est significatif ($P=0,043$). Tous les tests G d'indépendance à trois variables sont significatifs (tableau 6), de même que les coefficients G d'effet principal concernant la

FIGURE 7. POURCENTAGE DE PRESENCE DE JUVENILES DE BONITES ET D'AUXIDES DANS LES ESTOMACS DE BONITES PREDATRICES DE 42 A 58,9 CM SELON L'HEURE DU JOUR (graphique supérieur) ET LA DISTANCE A LA TERRE (graphique inférieur) A LAQUELLE LES PREDATEURS ONT ETE CAPTURES. Les échantillons de prédateurs avaient un effectif supérieur à 75 et généralement dépassant 500 pour toutes les heures et toutes les distances.

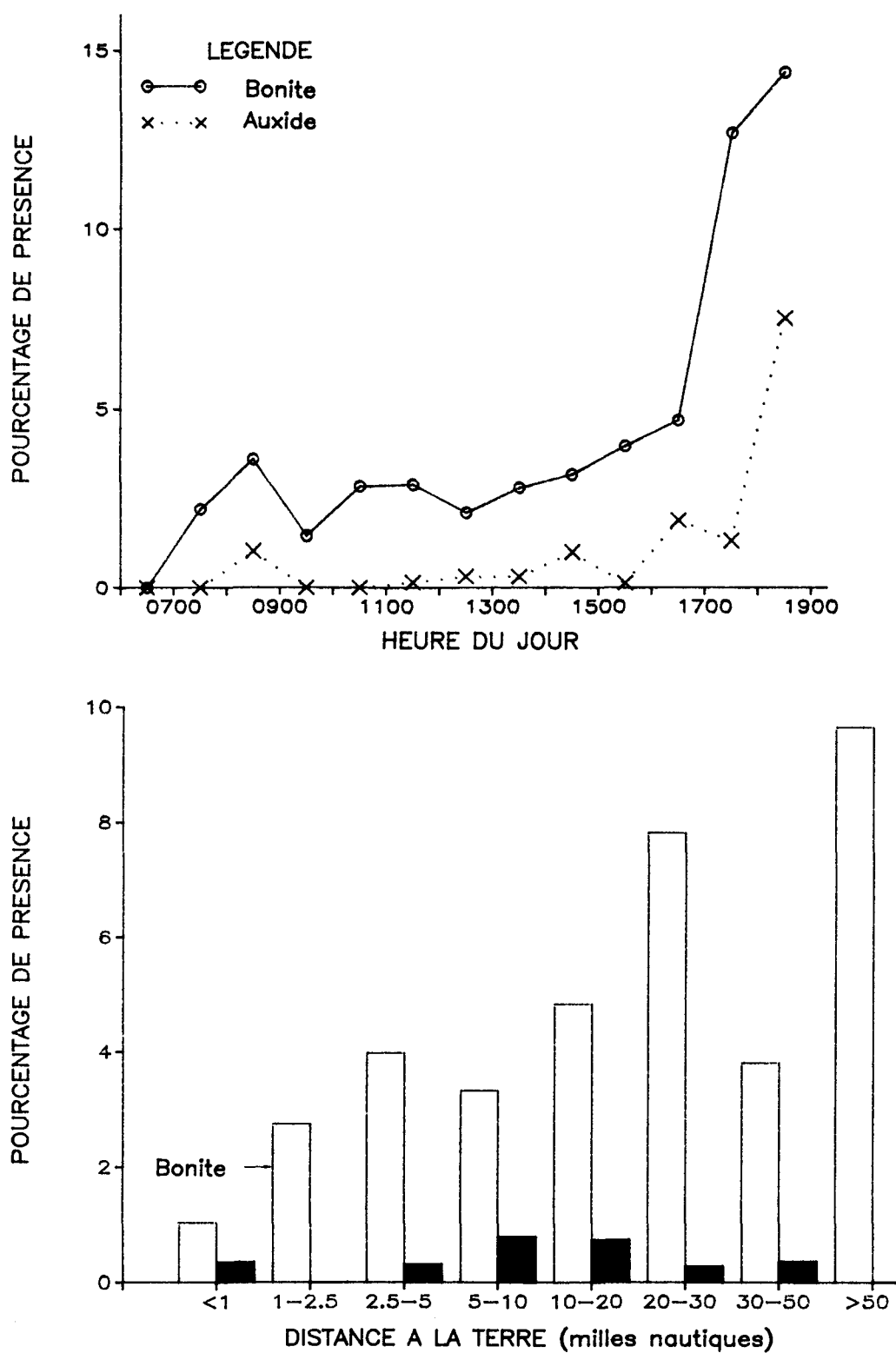


TABLEAU 5. POURCENTAGE DE PRESENCE DE THONIDES JUVENILES POUR DEUX INTERVALLES DE DISTANCE A LA TERRE, DEUX INTERVALLES D'HEURES DU JOUR ET CINQ GROUPES DE PAYS (BONITES SEULEMENT). Les bonites prédatrices mesurant moins de 42 cm et plus de 58,9 cm ont été exclues. N est le nombre de prédateurs examinés.

Espèces de proies/ Espèces de prédateurs	Groupe de pays		0-10,0 milles			>10,0 milles			Total		
			<15 h	≥15 h	Total	<15 h	≥15 h	Total	<15 h	≥15 h	Total
Bonite/ bonite	1	%	1,38	2,61	1,73	2,32	8,95	4,88	1,86	6,56	3,46
		N	290	115	405	302	190	492	592	305	897
Bonite/ bonite	2	%	0,76	1,36	0,92	2,55	5,13	2,77	1,70	2,15	1,78
		N	395	147	542	431	39	470	826	186	1012
Bonite/ bonite	3	%	0,85	5,35	2,68	6,98	7,69	7,20	2,85	5,92	4,01
		N	354	243	597	172	78	250	526	321	847
Bonite/ bonite	4	%	3,70	10,82	6,39	3,59	16,88	11,39	3,68	13,15	7,83
		N	622	379	1001	167	237	404	789	616	1405
Bonite/ bonite	5 & 6	%	1,73	-	1,46	-	4,05	2,94	1,63	1,89	1,70
		N	462	85	547	28	74	102	490	159	649
Bonite/ bonite	TOTAUX	%	1,93	6,09	3,23	3,27	11,00	6,05	2,39	8,00	4,24
		N	2123	969	3092	1100	618	1718	3223	1587	4810
Bonite/ thon jaune	TOTAUX	%	0,35	1,35	0,55	0,30	13,70	2,74	0,33	7,48	1,71
		N	287	74	361	328	73	401	615	147	762
Auxide/ bonite	TOTAUX	%	0,18	1,08	0,47	0,27	0,78	0,46	0,21	0,96	0,46
		N	2206	1018	3224	1104	641	1745	3310	1659	4969
Bonite à dos rayé/ bonite	TOTAUX	%	0,09	0,59	0,25	0,09	0,31	0,17	0,09	0,48	0,22
		N	2206	1018	3224	1104	641	1745	3310	1659	4969

présence des bonites juvéniles dans l'estomac des bonites par rapport à la distance à la terre, l'heure du jour et aux groupes de pays ($P < 0,001$). On voit aux cinq premières lignes de données du tableau 5 que pour chaque groupe de pays, le pourcentage de présence de bonites juvéniles est plus élevé après 15 heures et à plus de 10 milles de la terre (8 comparaisons sur 10). On peut donc en conclure que les bonites juvéniles sont plus fréquentes dans l'alimentation des bonites adultes en fin d'après-midi et à une plus grande distance de la terre.

TABLEAU 6. COEFFICIENTS G DES TESTS D'INDEPENDANCE DE LA CLASSIFICATION QUADRUPLE DES BONITES JUVENILES PRESENTES. C représente le groupe de pays, D la distance à la terre, T l'heure du jour et 0 la fréquence.

Hypothèses	Degrés de liberté	Coefficients G
CxDxTx0 interaction	4	9,88*
CxDx0 indépendance	13	459,94***
CxTx0 indépendance	13	342,42***
DxTx0 indépendance	4	104,48***
CxDxT indépendance	13	831,84***
Dx0 indépendance	1	20,72***
Tx0 indépendance	1	76,40***
Cx0 indépendance	4	70,02***
* $p < 0,05$.		
*** $p < 0,001$.		

Pour l'ensemble des groupes de pays (sixième ligne, tableau 5), les bonites juvéniles sont 3,4 fois ($8,00/2,39$) plus fréquentes dans les estomacs de prédateurs après 15 heures que plus tôt dans la journée et 1,9 fois ($6,05/3,23$) plus fréquentes à distances à la terre supérieures à 10 milles, qu'entre la côte et 10 milles. Ces résultats montrent que pour les intervalles d'heure et de distance choisis, l'heure du jour a davantage d'influence sur le nombre de bonites juvéniles dans les estomacs des prédateurs que la distance à la terre.

Les tests d'indépendance triples (heure, distance, présence) ont été effectués pour les bonites juvéniles chez les thons jaunes, les auxides juvéniles chez les bonites et les bonites à dos rayé juvéniles chez les bonites. Les trois dernières lignes du tableau 5 donnent le pourcentage de présence et les tailles des échantillons pour ces tests. Les tests d'interaction ne sont pas significatifs. Tous les juvéniles, bonites, auxides et bonites à dos rayé, sont en nombre nettement plus élevé ($P < 0,01$) en fin de journée. Le nombre des auxides juvéniles et des bonites à dos rayé juvéniles ne varie pas avec la distance de la terre. Les bonites juvéniles dans les estomacs de thon jaune sont plus nombreuses à une plus grande distance de la terre ($P < 0,05$).

3.3.3 Variations géographiques

Dans le test précédent, le nombre de bonites juvéniles varie significativement en fonction du groupe de pays, impliquant que l'abondance des juvéniles varie à l'intérieur de la région de l'étude. Cette différence peut cependant être due également au fait que les échantillons

n'ont pas été recueillis partout à la même saison. Le nombre d'échantillons était suffisant d'octobre à mars pour déterminer si au cours de cette période le nombre de bonites juvéniles diffère selon les groupes de pays. On trouvera au tableau 7 les données qui ont été utilisées pour effectuer cette comparaison. Les différentes strates de distances par rapport à la terre, où la variabilité est moins grande que pour l'heure de la journée, ont dû être regroupées afin d'obtenir des échantillons suffisamment grands pour faire des comparaisons entre les groupes de pays. Les coefficients G donnés par un test d'indépendance triple entre les groupes de pays, l'heure du jour et le nombre de juvéniles présents, montrent nettement que le nombre de bonites juvéniles diffère considérablement selon les groupes de pays ($p < 0,001$) et, comme précédemment, qu'elles sont plus fréquentes dans les estomacs des prédateurs en fin de journée ($p < 0,001$). Le test d'interaction ne donne pas de résultat significatif. On voit, d'après quelques comparaisons, que le groupe 4 (Iles Marquises) et le groupe 1 (Papouasie-Nouvelle-Guinée, Iles Salomon, Vanuatu) correspondent tous deux à des nombres nettement plus élevés ($p < 0,001$) que les groupes 5 et 6 (atolls et petites îles dans la région du contre-courant équatorial nord et de l'upwelling équatorial). A la figure 8 se trouve une présentation géographique plus détaillée de l'abondance apparente (nombre de proies pour 100 prédateurs) pour les échantillons recueillis d'avril à août et d'octobre à mars, dans des mailles de 12° de latitude sur 10° de longitude. On a fait la moyenne des indices d'abondance apparente pour chacune des périodes, avant 15 heures et après 15 heures, afin de donner indépendamment du nombre d'échantillons un poids égal aux indices pour chaque période. Comme l'indiquent les isoplèthes sur la figure, les bonites juvéniles sont plus abondantes dans deux centres, situés approximativement à 3 500 milles nautiques l'un de l'autre, l'un à l'est dans la région des Iles Marquises et des Tuamotu et l'autre près des grandes masses de terre de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, des Iles Salomon et de Vanuatu à l'ouest. On a également observé un certain nombre, quoique nettement inférieur, de bonites juvéniles dans les estomacs de bonites adultes, dans la région du contre-courant équatorial nord et de l'upwelling équatorial, ainsi que dans les eaux séparant les Iles Samoa des Iles de la Société.

TABLEAU 7. POURCENTAGE DE PRESENCE DE BONITES JUVENILES DANS LES ESTOMACS DE BONITES D'OCTOBRE A MARS, A DEUX MOMENTS DE LA JOURNEE ET DANS CINQ GROUPES DE PAYS. Les prédateurs mesurant moins de 42 cm et plus de 58,9 cm ont été exclus. N est le nombre de prédateurs examinés, y compris les prédateurs appartenant à des bancs pour lesquels la distance de la terre n'a pas été notée.

Groupe de pays		<15 heures	≥15 heures	Total
1	%	3,08	10,84	6,10
	N	260	166	426
2	%	3,51	3,53	3,52
	N	171	85	256
3	%	2,85	5,92	4,01
	N	526	321	847
4	%	3,68	13,15	7,83
	N	789	616	1405
5 & 6	%	0,36	1,34	0,70
	N	550	302	852
TOTAUX	%	2,68	8,39	4,89
	N	2296	1490	3786

FIGURE 8. ABONDANCE APPARENTE DES BONITES JUVENILES (NOMBRE DE JUVENILES POUR 100 ESTOMACS DE BONITES PREDATRICES) CHEZ DES BONITES ADULTES DE 42 A 58,9 CM ECHANTILLONNEES DANS DES MAILLES DE 12° DE LATITUDE SUR 10° DE LONGITUDE. Les valeurs supérieures de chaque paire correspondent à la période d'avril à août, les valeurs inférieures à la période d'octobre à mars. On a fait la moyenne des indices d'abondance apparente sur deux périodes de la journée (<15 heures, ≥15 heures) sauf là où il y a des étoiles (une étoile=échantillon <15 heures, deux étoiles=échantillon ≥15 heures). Tous les échantillons de prédateurs sont ≥10 par saison et par cellule, la plupart >75. NS ou un blanc indique l'absence d'échantillon. Les isoplèthes d'abondance apparente ont été tracés à la main.

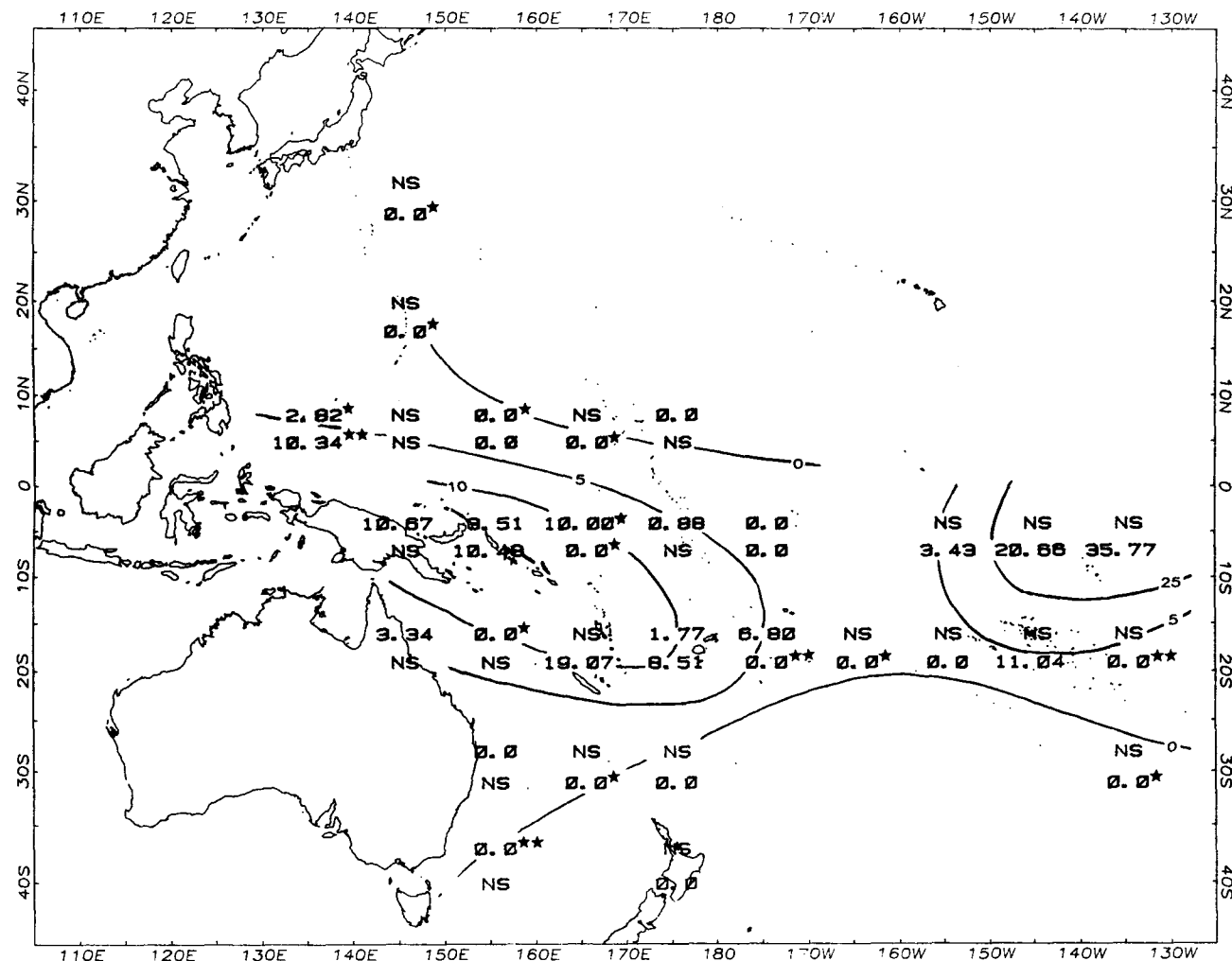
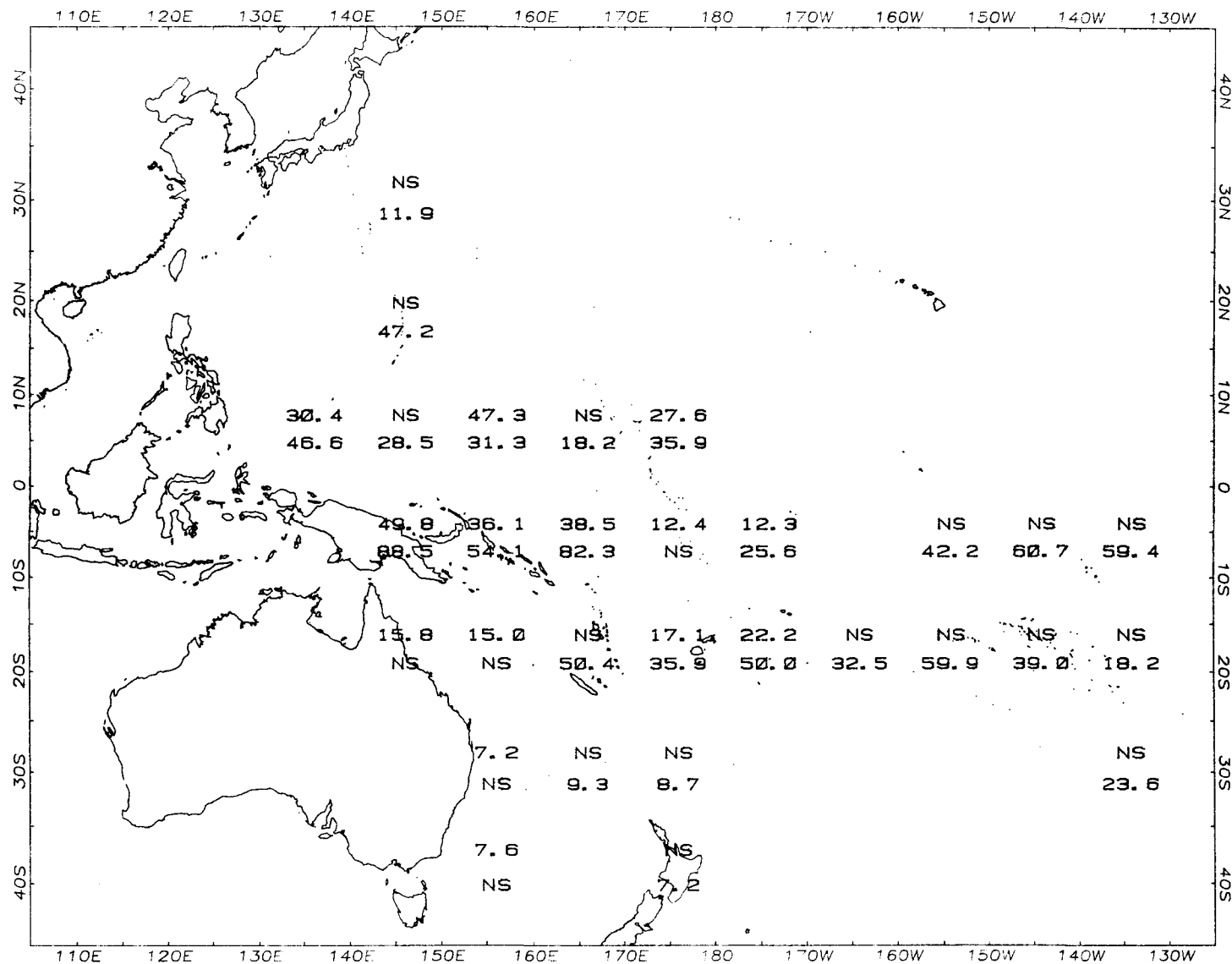
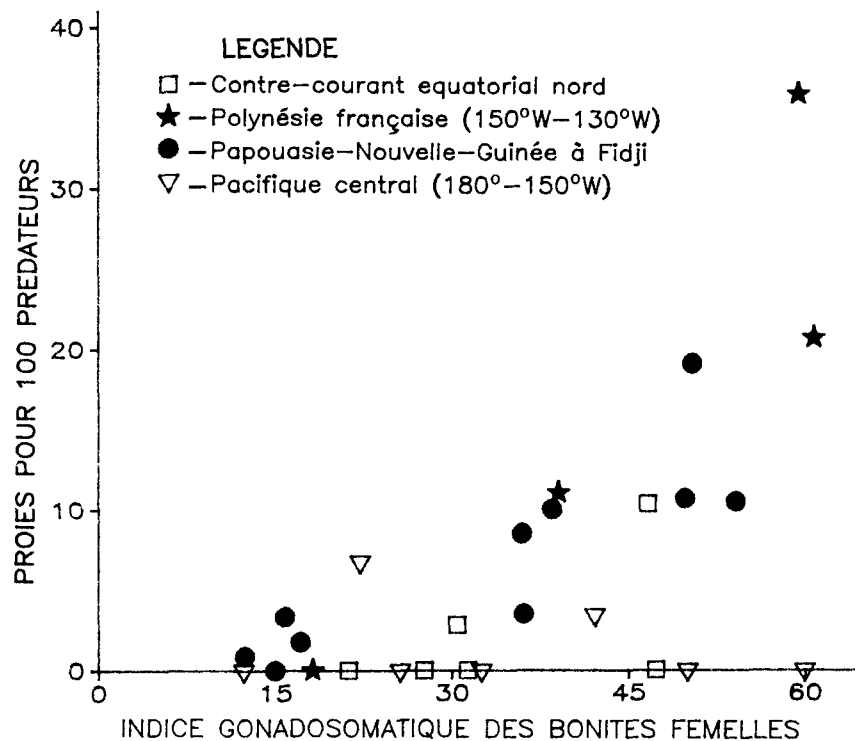


FIGURE 9. INDICE GONADOSOMATIQUE POUR DES BONITES FEMELLES DE 42 A 58,9 CM ECHANTILLONNEES DANS DES MAILLES DE 12° DE LATITUDE SUR 10° DE LONGITUDE. Les valeurs les plus hautes de chaque paire correspondent à la période d'avril à août, les valeurs les plus basses à la période d'octobre à mars. Tous les échantillons sont ≥ 5 par saison et par maille, la plupart sont >75 . NS ou un blanc indique l'absence d'échantillon.



La figure 9 (page 23) présente de manière analogue les indices gonadosomatiques des bonites femelles. La figure 10 montre la relation existant entre l'abondance apparente et l'indice gonadosomatique de bonites femelles pour les échantillons provenant des mêmes mailles de 12° de latitude sur 10° de longitude et recueillis aux mêmes saisons. On suppose que les juvéniles grandissent suffisamment vite pour que tout décalage entre les indices gonadosomatiques élevés et la présence d'un grand nombre de juvéniles soit rattrapé au cours des périodes de six mois. Les estimations de la croissance journalière des bonites juvéniles (Uchiyama et Struhsaker 1981) et des thons jaunes juvéniles (Harada, Murata et Oda 1980) à plus d'un millimètre par jour, confirment d'ailleurs cette hypothèse. On observe une corrélation positive significative entre l'abondance apparente des bonites juvéniles et la maturité des bonites, toutes deux étant nettement liées dans les échantillons provenant des deux régions où ont été observés le plus grand nombre de juvéniles (symboles noirs sur la figure 10). Les bonites juvéniles et le frai des bonites seraient donc répartis de la même façon à travers la zone étudiée.

FIGURE 10. RAPPORT ENTRE LES BONITES JUVENILES POUR 100 ESTOMACS DE BONITES ET L'INDICE GONADOSOMATIQUE DES BONITES FEMELLES, POUR ADULTES DE 42 A 58,9 CM PRELEVES DANS DES MAILLES DE 12° DE LATITUDE SUR 10° DE LONGITUDE. Le coefficient de corrélation pour l'ensemble des données est de 0,60 ($p < 0,01$) et, pour les sous-ensembles Polynésie française-Papouasie-Nouvelle-Guinée à Fidji, il est de 0,84 ($p < 0,01$).



Il faut être prudent en interprétant ces résultats, étant donné que les fluctuations cycliques des paramètres océaniques (Wyrтки 1975; Donguy et Henin 1980; Schreiber et Schreiber 1983) peuvent modifier la répartition et l'abondance relative des bonites juvéniles. Néanmoins, ces résultats complètent les analyses sur les caractéristiques génétiques du sang qui ont été effectuées au titre du Programme (Anon. 1983). Un gradient de la fréquence du gène estérase, marqueur génétique utilisé pour déterminer la

structure de la population apparaît nettement d'ouest en est à travers le Pacifique tropical entre 120° est et 120° ouest environ (figure 11). Ce gradient correspond à une répartition relativement égale du frai des bonites dans les eaux tropicales sur l'ensemble de la zone. On a également supposé (Anon. 1983) que le gradient pouvait représenter une région de "chevauchement" des bonites provenant de deux ou plusieurs centres situés aux confins de la zone d'étude ou au-delà de celle-ci où la densité de géniteurs matures serait plus élevée. La similitude entre les fréquences du gène estérase dans le Pacifique oriental et en Polynésie française permet de penser que la bonite du Pacifique oriental et la bonite de Polynésie française ont une même origine génétique et pourraient représenter le groupe de ponte à un extrême. La très faible activité du frai dans le Pacifique oriental (Klawe 1973), vient confirmer cette hypothèse. En outre, les résultats déjà connus sur l'abondance apparente des bonites juvéniles et la maturité des bonites confirmeraient l'existence dans la zone d'étude de deux ou plusieurs centres de reproduction plus intenses ou plus "productifs".

3.3.4 Distribution au hasard ou distribution groupée des bonites juvéniles

Au tableau 8 se trouvent les nombres de prédateurs observés avec zéro, une, deux, etc., bonites juvéniles dans leur estomac. On a inclus dans les prédateurs toutes les espèces échantillonnées dans les eaux tropicales, quelle que soit leur taille. La longue queue de la distribution indiquerait une distribution contagieuse ou par groupe. Afin de vérifier cette hypothèse, on a comparé le nombre de prédateurs observés au nombre probable calculé d'après la formule de la distribution de fréquence binomiale négative. On a ensuite effectué un test de validité de l'ajustement avec un χ^2 qui a montré que les fréquences observées n'étaient guère différentes des fréquences probables ($p > 0,05$) et ce, dans chaque groupe de pays. On peut dire, d'après ces résultats, que les bonites juvéniles se trouvent réparties en groupe, si l'on admet que les prédateurs trouvant des bonites s'alimentent avec la même intensité et ingèrent tous les bonites juvéniles en un temps relativement court. Le paramètre de contagion pour la distribution binomiale négative n'a ni augmenté ni diminué de façon systématique pour différentes heures du jour, ce qui implique que le degré de regroupement des juvéniles dans les estomacs de prédateurs est approximativement le même entre 6 heures et 19 heures.

Ce regroupement des bonites juvéniles pourrait indiquer une tendance à la formation de bancs. Si tel est le cas, les proies seraient groupées en fonction de leur taille, comme les adultes en général, et par conséquent les prédateurs individuels auraient, en moyenne, des proies de taille comparable dans leur estomac. Dans ces conditions, la variance de la taille des bonites juvéniles trouvées dans l'estomac de chaque bonite devrait être inférieure à la variance de la taille moyenne des juvéniles pour l'ensemble des bonites prédatrices. Des prédateurs de même taille et contenant au moins trois bonites juvéniles ont été sélectionnés pour 10 analyses unilatérales de variance. Les tests ont été effectués pour des prédateurs d'un même banc (tableau 9). L'hypothèse d'une moindre variance de taille des juvéniles absorbés par les prédateurs a été acceptée dans six tests sur dix. Les probabilités données par chacune des analyses de variance ont ensuite été réunies selon la méthode de Sokal et Rohlf (1969, page 621) et l'hypothèse d'une moindre variance de taille entre les juvéniles absorbés par les prédateurs a été acceptée ($p < 0,001$) pour l'ensemble des données combinées au tableau 9. Ces résultats montrent que les bonites juvéniles peuvent former des bancs ou des agrégats d'individus de même taille.

FIGURE 11. FREQUENCE DU GENE ESTERASE DANS LE SERUM DES BONITES POUR 163 ECHANTILLONS PRIS DANS DES BANCS DIFFERENTS DE BONITES SELON LA LONGITUDE OU A ETE RECUEILLI L'ECHANTILLON. La ligne de régression sur la gauche de la ligne en pointillé inclut les 145 échantillons recueillis entre l'Indonésie et l'Ile Pitcairn (coefficient de corrélation $-0,81$). Les fréquences du gène estérase pour les 18 échantillons du Pacifique oriental se trouvent à droite de la ligne pointillée. Repris de Anon (1983).

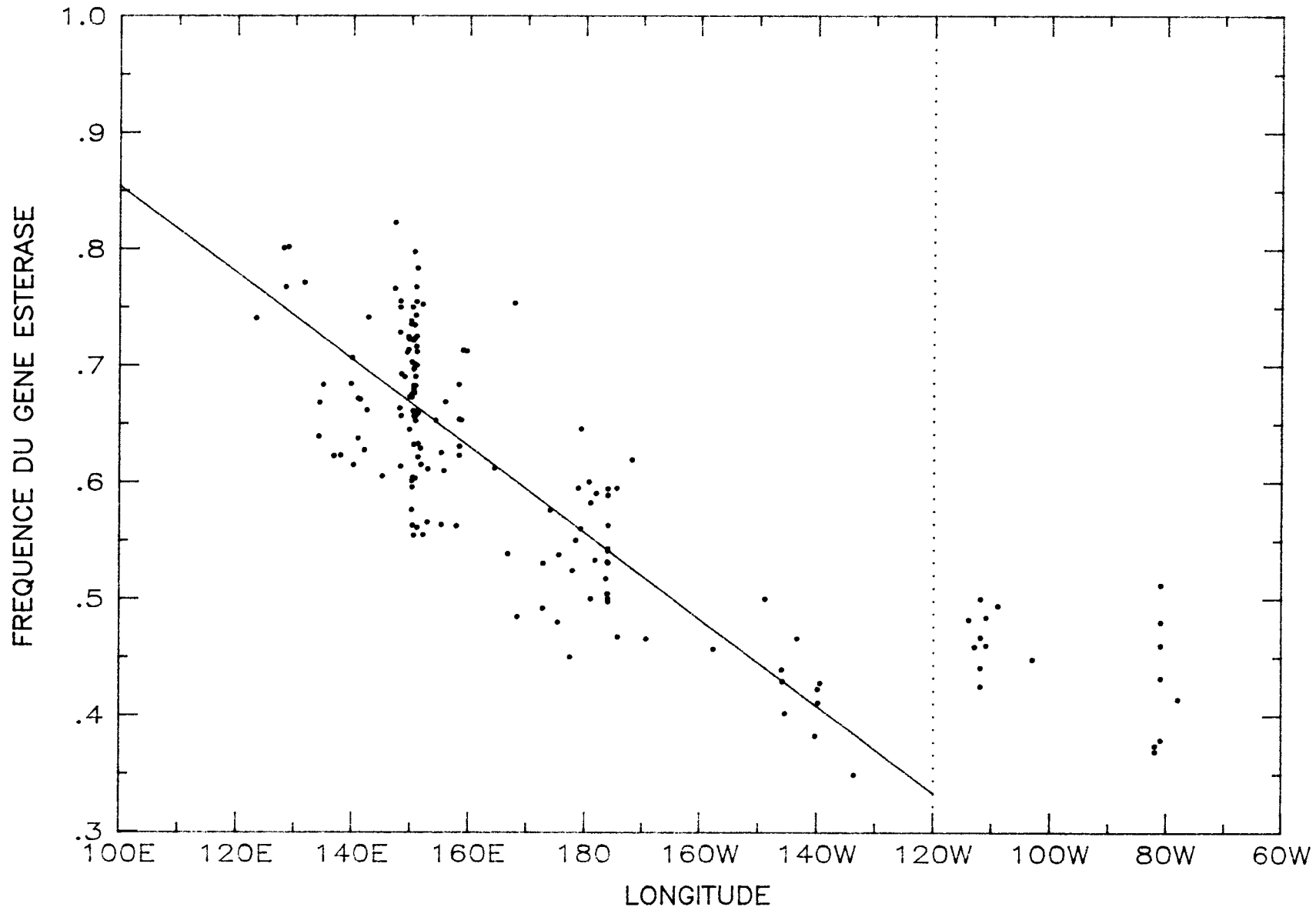


TABLEAU 8. NOMBRE DE BONITES PREDATRICES (TOUTES LONGUEURS) AYANT ABSORBE DES BONITES JUVENILES POUR DES CLASSES DE NOMBRE DE PROIES OBSERVEES PAR PREDATEUR

Nombre de proies par prédateurs	Nombre observé de prédateurs	Pourcentage observé de prédateurs	Nombre probable de prédateurs*
0	7811	95,55	7811,5
1	189	2,31	190,0
2	76	0,93	74,3
3	39	0,48	38,1
4	16	0,20	21,9
5	6	0,07	13,4
6	15	0,18	8,5
7	5	0,06	5,5
8	8	0,10	3,7
9	1	0,01	2,5
11	2	0,03	1,2
13	3	0,04	0,6
15	1	0,01	0,3
17	1	0,01	0,2
19	1	0,01	0,1
22	1	0,01	<0,1
TOTAUX	8175	100,00	
MOYENNE PROIE/ PREDATEUR	0,108		
VARIANCE: RAPPORT MOYEN	5,25		

* Selon la formule de la distribution binomiale négative.

TABLEAU 9. DONNEES ET RESULTATS D'ANALYSES DE VARIANCE A UNE ENTREE SUR LES VARIATIONS DE LONGUEUR DES BONITES-PROIES A L'INTERIEUR DES BONITES PREDATRICES ET ENTRE CELLES-CI

Número du banc	Pays/ visite*	An/Mo/Jr/heure	Latitude/longitude	Longueur du prédateur	Longueur moyenne de la proie	Nombre de proies	Rapport F	Degrés de liberté	Probabilité
1	TUA1	78 12 15 1750	14°53'S 147°35'O	552	66,0	4	3,67	3,11	0,048
	TUA1	78 12 15 1750	14°53'S 147°35'O	522	84,0	5			
	TUA1	78 12 15 1750	14°53'S 147°35'O	534	75,3	3			
	TUA1	78 12 15 1750	14°53'S 147°35'O	522	88,0	3			
2	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	458	35,2	6	3,19	11,75	0,001
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	460	47,7	6			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	473	38,0	3			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	460	39,8	8			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	545	40,7	3			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	469	37,0	3			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	466	36,3	4			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	480	38,4	7			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	520	50,1	7			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	468	35,0	6			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	457	29,7	15			
	MAQ2	79 12 22 1710	10°29'S 141°11'O	460	36,7	19			
3	MAQ2	79 12 23 1740	10°00'S 139°33'O	403	32,0	3	1,10	4,20	0,384
	MAQ2	79 12 23 1740	10°00'S 139°33'O	424	36,7	3			
	MAQ2	79 12 23 1740	10°00'S 139°33'O	396	33,5	13			
	MAQ2	79 12 23 1740	10°00'S 139°33'O	430	31,0	3			
	MAQ2	79 12 23 1740	10°00'S 139°33'O	446	33,0	3			
4	MAQ2	79 12 23 1810	10°02'S 139°30'O	528	35,0	3	3,36	3,30	0,032
	MAQ2	79 12 23 1810	10°02'S 139°30'O	538	36,3	17			
	MAQ2	79 12 23 1810	10°02'S 139°30'O	545	41,0	6			
	MAQ2	79 12 23 1810	10°02'S 139°30'O	480	33,6	8			
5	MAQ2	79 12 24 1700	09°02'S 140°11'O	508	34,0	9	9,00	1,10	0,013
	MAQ2	79 12 24 1700	09°02'S 140°11'O	500	28,0	3			
6	MAQ2	79 12 25 1130	09°14'S 139°59'O	464	39,3	3	3,82	1,8	0,086
	MAQ2	79 12 25 1130	09°14'S 139°59'O	470	35,0	7			
7	MAQ2	79 12 26 1730	09°01'S 140°08'O	414	62,7	3	8,35	2,6	0,019
	MAQ2	79 12 26 1730	09°01'S 140°08'O	408	44,3	3			
	MAQ2	79 12 26 1730	09°01'S 140°08'O	432	73,3	3			
8	MAQ2	80 01 21 1700	10°22'S 141°18'O	462	71,4	5	4,93	1,9	0,054
	MAQ2	80 01 21 1700	10°22'S 141°18'O	454	58,7	6			
9	SOL2	80 06 20 1335	08°09'S 160°16'E	587	46,7	3	1,10	2,12	0,354
	SOL2	80 06 20 1335	08°09'S 160°16'E	637	49,2	6			
	SOL2	80 06 20 1335	08°09'S 160°16'E	613	54,0	6			
10	SOL2	80 06 21 1040	08°28'S 160°20'E	430**	30,8	4	5,96	1,19	0,025
	SOL2	80 06 21 1040	08°28'S 160°20'E	424**	24,4	17			

* TUA = Iles Tuamotu; MAQ = Iles Marquises; SOL = Iles Salomon.

** Prédateur auxide.

3.4 Taille des bonites juvéniles

Conand et Argue (1980) ont observé que les bonites prédatrices mesurant de 40 à 70 cm de long s'alimentent de bonites juvéniles variant considérablement en taille, mais qu'en général les plus grosses proies se trouvent chez les plus gros prédateurs. Cette relation a été approfondie grâce à une analyse de variance double, utilisant les longueurs des proies pour trois groupes de taille de prédateurs et pour six groupes de pays. Il apparaît que la taille des prédateurs a un effet significatif ($p < 0,01$). Les petites bonites (40-49,9 cm) absorbent des juvéniles mesurant en moyenne 57 mm de long, les bonites de 50-59,9 cm, des juvéniles de 78 mm de long en moyenne et les grosses bonites (60-69,9 cm) contiennent des juvéniles de 87 mm de long en moyenne (tableau 10). Ces résultats confirment les observations précédentes selon lesquelles les plus grosses bonites ont tendance à avoir dans l'estomac des juvéniles de plus grande taille, bien qu'il y ait une variabilité considérable dans la taille des proies absorbées par les prédateurs d'une taille particulière. La taille moyenne des proies varie elle aussi considérablement entre les groupes de pays ($p < 0,001$). Ceci peut être dû aux variations géographiques de l'époque du frai, de la croissance, ou des préférences alimentaires, aucun de ces éléments ne pouvant être testé de façon valable avec les données existantes.

TABLEAU 10. LONGUEUR-TYPE MOYENNE (MM) DES BONITES JUVENILES TROUVEES DANS TROIS CATEGORIES DE TAILLE DE BONITES PREDATRICES. SD correspond à la déviation type et N est le nombre de bonites juvéniles avec le nombre de prédateurs examinés entre parenthèses.

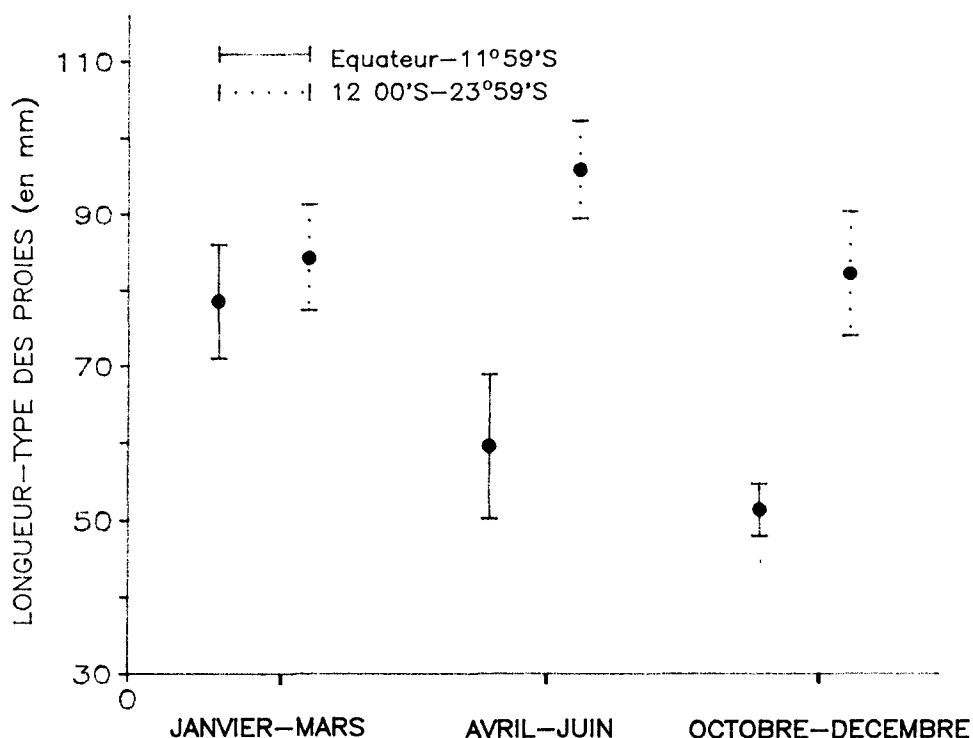
Groupe de pays		INTERVALLE DE TAILLE DES PREDATEURS (LONGUEUR A LA FOURCHE)			
		40-49,9 cm	50-59,9 cm	60-69,9 cm	Totaux
1	Moyenne	53,2	78,6	67,3	70,6
	SD	26,32	36,32	28,08	33,49
	N	21(14)	61(41)	36(13)	118(68)
2	Moyenne	79,1	99,7	102,5	95,6
	SD	25,12	22,62	25,70	26,23
	N	29(16)	38(20)	46(22)	113(58)
3	Moyenne	99,6	94,0	105,5	95,2
	SD	20,58	21,91	-	21,49
	N	11(8)	51(27)	1(1)	63(36)
4	Moyenne	50,5	52,9	80,5	51,8
	SD	24,95	32,50	17,70	27,00
	N	236(90)	69(25)	8(4)	313(119)
7	Moyenne	83,8	79,0	85,7	81,0
	SD	17,87	38,86	7,33	32,17
	N	13(10)	33(14)	6(3)	52(27)
5 & 6	Moyenne	54,0	80,9	89,2	79,8
	SD	28,41	24,59	41,99	31,99
	N	4(3)	17(10)	9(7)	30(20)
Totaux	Moyenne	56,5	78,1	86,8	69,6
	SD	27,80	34,91	30,98	33,50
	N	314(141)	269(137)	106(50)	689(328)

Afin de savoir si la taille des bonites juvéniles variait avec l'heure du jour à laquelle les prédateurs ont été capturés, les longueurs des bonites juvéniles ont servi à effectuer une analyse de variance double (deux périodes, avant et après 15 heures; six groupes de pays). Le test a été limité aux juvéniles trouvés dans des bonites mesurant de 50 à 59 cm de long. La longueur des juvéniles ne varie pas de façon significative entre les deux périodes.

Il se peut également que la taille des bonites juvéniles varie avec la distance par rapport à la terre. Ces différences ne sont pas apparues nettement pour les bonites juvéniles capturées au chalut pélagique à des distances situées entre 7 et 57 km au large des côtes de Hawaï (Higgins 1970), et elles n'étaient pas significatives pour nos données concernant les juvéniles trouvés dans les prédateurs de 50-59 cm de long suivant une analyse de variance bilatérale (≤ 10 milles milles de la terre et ≥ 10 milles de la terre; six groupes de pays).

On a émis l'hypothèse que les bonites juvéniles du Pacifique central et occidental tendaient à se déplacer en direction du pôle au fur et à mesure qu'elles s'approchent de la taille où elles pourront être prises à la canne (Kearney 1978). Les longueurs moyennes des bonites juvéniles de cette étude sont présentées à la figure 12 pour trois périodes de trois mois chacune et deux zones de 12° de latitude au sud de l'équateur. Les bonites juvéniles trouvées au sud du 12° sud étaient en moyenne nettement plus grandes que les bonites juvéniles prises plus près de l'équateur. Pour deux des trois périodes, soit d'avril à juin et d'octobre à décembre, les bonites juvéniles trouvées dans la zone la plus au sud étaient presque deux fois plus grandes en moyenne que celles de la zone plus équatoriale. Ces résultats confirment dans une certaine mesure l'hypothèse d'un mouvement vers le pôle des bonites juvéniles au fur et à mesure de leur croissance.

FIGURE 12. COMPARAISON SAISONNIERE DES LONGUEURS-TYPES MOYENNES DES BONITES JUVENILES POUR DES INTERVALLES DE 12° DE LATITUDE AU SUD DE L'EQUATEUR. Les limites de confiance de 95 pour 100 sont indiquées au-dessus et en dessous de chaque moyenne. Les juvéniles proviennent de bonites prédatrices dont la longueur à la fourche va de 42 à 58,9 cm.



3.5 Importance des thonidés juvéniles par rapport aux composantes de l'alimentation

Afin de mieux évaluer l'importance des thonidés juvéniles dans l'alimentation de la bonite et du thon jaune, il est intéressant d'étudier tous les types d'aliments qui ont été trouvés dans l'estomac de ces espèces dans les eaux tropicales. On trouvera à l'annexe D les listes complètes des aliments et les niveaux de présence en pourcentage pour toutes les bonites et tous les thons jaunes échantillonnés dans les eaux tropicales. Les valeurs des pourcentages de présence de thonidés juvéniles présentés ici sont légèrement différents de ceux indiqués précédemment, étant donné que ces estimations n'ont été faites que sur les prédateurs dont on a examiné tout l'estomac.

On a trouvé 113 types d'aliments différents dans les estomacs de 3 888 bonites et 95 dans les estomacs de 988 thons jaunes, sans compter l'appât et divers éléments provenant du bateau de recherche. Plus de 50 familles de poissons étaient représentées dans l'alimentation des deux espèces. Les thonidés juvéniles venaient au septième rang de fréquence (6,6%) dans les estomacs de bonites et au vingt-troisième rang (2,7%) dans les estomacs de thons jaunes. Les bonites juvéniles, sous-groupe de la catégorie des thonidés juvéniles, ont été trouvées dans 5,2 pour 100 des estomacs de bonites (neuvième rang) et dans 2,3 pour 100 des estomacs de thons jaunes (vingt-huitième rang). Il ressort de ces chiffres que les thonidés juvéniles en général et les bonites juvéniles en particulier ne semblent pas jouer un rôle prédominant dans l'alimentation des bonites et des thons jaunes dans la zone étudiée du Pacifique tropical occidental et central. Ceci contraste avec les résultats récemment obtenus par Olson (1981) selon lesquels les auxides juvéniles constituaient la principale source d'alimentation des thons jaunes capturés à la senne tournante sur une vaste zone du Pacifique tropical oriental (à l'est de 150° ouest).

On a comparé les contenus stomacaux de bonites contenant des bonites juvéniles à ceux n'en contenant pas, en utilisant des nombres égaux de bonites avec et sans bonite dans l'estomac, en provenance de chaque banc comprenant au moins une bonite avec et une bonite sans bonite juvénile dans l'estomac. Les comparaisons n'ont porté que sur l'appât, les restes de poisson (appât exclu), le calmar, les larves de stomatopodes au stade lima, les acanthuridés, les holocentridés, les gempylidés et les synodontidés (tableau 11), puisqu'au moins cinq bonites par catégorie contenaient ces éléments. Ceci constitue une taille d'échantillon minimum recommandable pour les tests du χ^2 . On s'est servi de variables de contingence du χ^2 pour savoir si le pourcentage de présence de chacun des aliments variait entre les bonites contenant des bonites juvéniles et celles n'en contenant pas. Une différence marquée a toutefois été enregistrée dans le cas des gempylidés; en effet, le pourcentage de présence de ceux-ci (15,6%) était plus que doublé chez les bonites contenant des bonites juvéniles par rapport à celles n'en contenant pas (7,4%), ($p < 0,05$). Ceci implique un certain niveau d'association spatiale entre les bonites juvéniles et les gempylidés. Les gempylidés trouvés dans les estomacs de bonites étaient généralement plus gros que les bonites juvéniles. On pense qu'ils se nourrissent d'autres petits poissons (Monroe 1967; Grandperrin 1975) ce qui peut expliquer leur apparente association avec les bonites juvéniles dans cette étude.

TABLEAU 11. COMPARAISON DES CONTENUS STOMACaux DES BONITES PREDATRICES CONTENANT DES BONITES JUVENILES ET DE CELLES N'EN CONTENANT PAS POUR DES NOMBRES EGAUX DE BONITES PREDATRICES DANS DES BANCS INDIVIDUELS

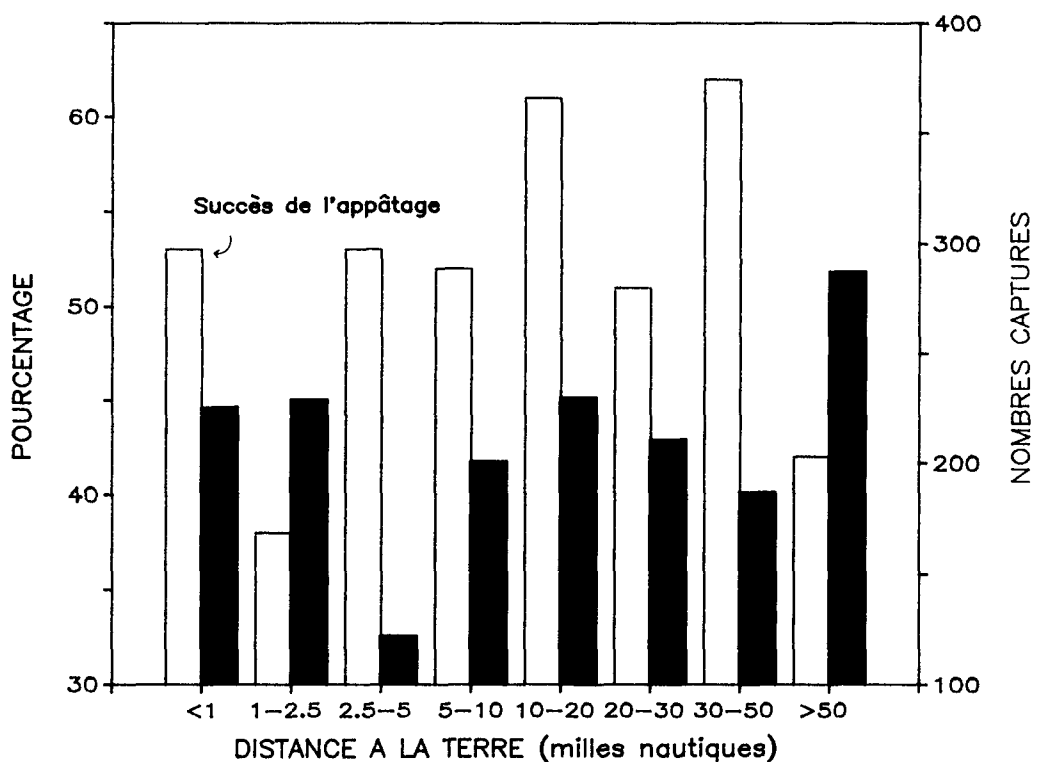
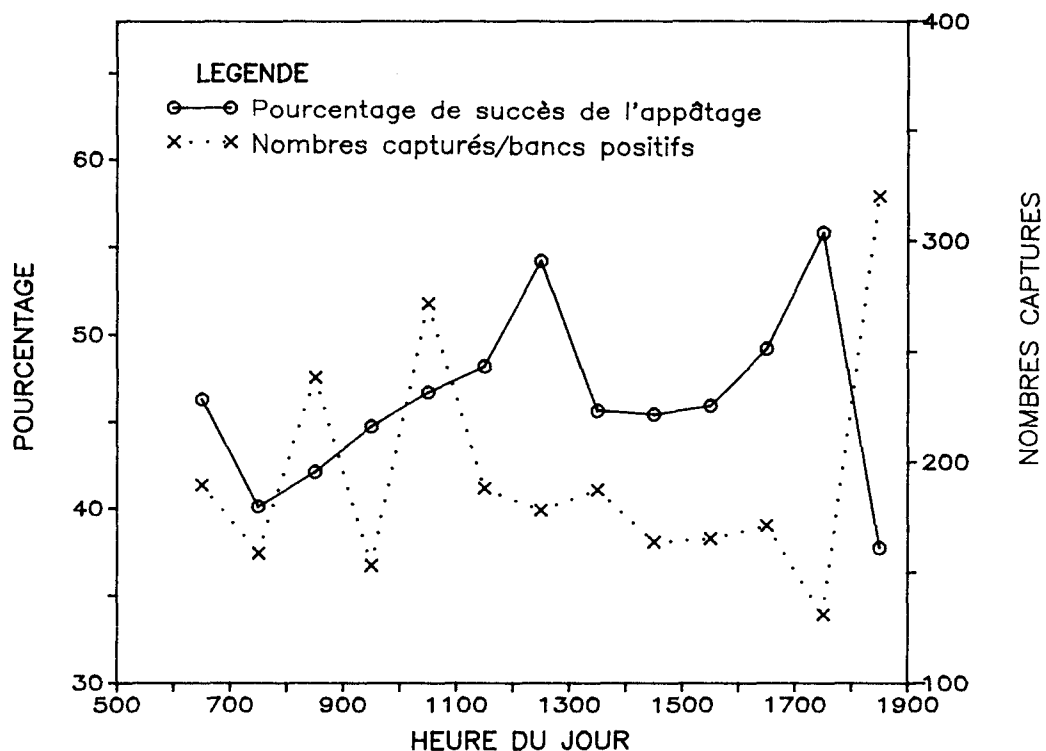
	Bonites contenant des bonites juvéniles (%)	Bonites ne contenant pas de bonites juvéniles (%)	Km ²
Appât	68,03	74,59	1,28
Restes de poisson	53,28	58,20	0,60
Calmars (céphalopodes)	45,90	39,34	1,07
Alimas (stomatopodes)	18,03	18,85	0,03
Acanthuridés	30,33	26,23	0,51
Holocentridés	17,21	14,75	0,28
Gempylidés	15,57	7,38	4,03*
Synodontidés	6,56	6,56	0,00
NOMBRE TOTAL D'ESTOMACS EXAMINES	122	122	
* p<0,05.			

4.0 DISCUSSION SUR LA PRESENCE DE THONIDES JUVENILES

Ce sont les juvéniles de bonites, d'auxides et de bonites à dos rayé qui ont été trouvés le plus fréquemment dans les estomacs de prédateurs au cours des dernières heures de la journée, c'est-à-dire entre 15 et 19 heures; les bonites juvéniles sont le plus souvent observées dans les estomacs de prédateurs pris à plus de dix milles de la terre. Des résultats analogues ont été interprétés par d'autres chercheurs comme une indication de l'activité nutritionnelle des prédateurs. Magnuson (1969) a montré expérimentalement que des bonites en captivité s'alimentaient intensivement entre 6h30 et 8h30 mais sans atteindre leur capacité stomacale maximum et continuaient à se nourrir, mais moins activement, au cours de la journée. Selon Waldron et King (1963), les volumes stomacaux élevés que l'on a observé en début de matinée et en fin d'après-midi chez les bonites prises à la canne dans les eaux hawaïennes étaient dus à une alimentation plus intense à ces heures-là.

D'une autre façon, on pourrait dire que la plus grande abondance de juvéniles (bonites seulement) dans les estomacs de prédateurs en fin de journée et à une plus grande distance de la terre était, dans cette étude, tout simplement due à une plus grande disponibilité des juvéniles aux prédateurs. La réaction des prédateurs à l'appât vivant utilisé dans le cadre du Programme bonite (figure 13) montre que ceux-ci, surtout les bonites, venaient de façon relativement constante mordre à l'appât et au leurre entre 6 heures et 18 heures, quelle que soit la distance à la terre. Auparavant, Nakamura (1965a) avait estimé que les maximums des volumes stomacaux des bonites observées en Polynésie française en fin d'après-midi et en début de matinée étaient associés à la quantité de nourriture

FIGURE 13. SUCCES DE L'APPATAGE ET NOMBRE DE POISSONS (BONITES ESSENTIELLEMENT) PRIS PAR BANC POSITIF SELON L'HEURE DU JOUR (graphique du haut) ET LA DISTANCE A LA TERRE (graphique du bas). Un banc positif est un banc dont un poisson au moins a été amené à bord du bateau de recherche. Le succès de l'appâtage est le pourcentage de bancs positifs par rapport au nombre total de bancs appâtés à l'appât vivant. Le nombre de bancs appâtés (et de bancs positifs) dépassait 100 (50) pour tous les intervalles de distance et de temps sauf le premier et le dernier intervalle d'heures où les bancs appâtés (bancs positifs) dépassaient 40 (18).



disponible. Plusieurs études, où l'on a utilisé des filets à plancton et des chaluts flottants, ont mis en évidence des migrations verticales vers le haut aussi bien des bonites larvaires (Strasburg 1960; Ueyanagi 1969; Nishikawa et al. 1978) que des bonites juvéniles (Higgins 1970) au crépuscule et durant la nuit. Higgins a également remarqué que les bonites juvéniles, un peu plus petites (7-47 mm) que celles de cette étude, étaient plus fréquemment prises par les chaluts de surface à une station située à 57 km de la terre qu'à une autre ne se trouvant qu'à 7 km de la terre. Ces observations viendraient confirmer la deuxième hypothèse.

En restant en dessous de la profondeur où s'alimentent pendant la journée les thonidés de surface, les bonites juvéniles pourraient dans une grande mesure éviter la prédation qui est très intense pendant la journée (Kearney 1978), particulièrement aux premières heures de la matinée qui, selon Magnuson, constituent la période de chasse la plus active des bonites adultes. Le déplacement des bonites juvéniles vers la surface au crépuscule pourrait correspondre au moment où elles commencent à s'alimenter intensivement en suivant le mouvement vers le haut du zooplancton de la couche diffusante profonde. Les bonites juvéniles que l'on trouve le plus loin de la terre évitent peut-être également dans une certaine mesure la prédation puisque les thonidés de surface et les autres prédateurs semblent souvent moins abondants à de plus grandes distances de la terre, ce qui, selon Lewis (1981) serait la réponse des thonidés de surface à l'effet de masse des îles (Gilmartin et Revelante 1974) qui amène de nombreux organismes servant de proie à se concentrer à proximité des îles (Murphy et Shomura 1972).

Les analyses sur la répartition des juvéniles dans l'espace et par groupe de taille (cf. section 3.3.4) montrent que les bonites juvéniles peuvent former des bancs. Ce mécanisme permettrait également de réduire la prédation en diminuant considérablement le risque pour un individu d'être mangé (Brock et Riffenburg 1960), puisqu'en haute mer, les prédateurs ont à peine plus de chance de trouver un banc que de trouver une proie individuelle (Partridge 1972).

Bien que les bonites puissent être "...les plus grands prédateurs de leur propre espèce...", comme l'a avancé Kearney (1978), les bonites juvéniles ne constituent pas un aliment dominant dans les estomacs de bonites sur l'ensemble de la zone du Pacifique occidental et central où ont été recueillis les échantillons servant au Programme bonite. Plus de cent types d'aliments différents ont été identifiés chez les bonites adultes et les bonites juvéniles ne venaient qu'au neuvième rang en terme de fréquence (en pourcentage). Ceci indique que les bonites juvéniles ne sont pas un aliment essentiel pour les bonites adultes.

D'autre part, on est tenté de chercher à évaluer la part de mortalité due au cannibalisme. Si l'on estime à trois millions de tonnes le stock de bonites vulnérables à la pêche en surface dans une région de la dimension approximative de la zone d'action de la Commission du Pacifique Sud (Kleiber, Argue et Kearney 1983), et à 2,5 kg le poids moyen d'une bonite adulte, en se basant sur les bonites prises dans le cadre du Programme bonite (Programme thonidé, données non publiées), il y a en gros $1,2 \times 10^9$ bonites prédatrices dans la gamme de taille capturée par les instruments de pêche en surface. La consommation quotidienne de juvéniles par bonite adulte dans cette gamme de taille, D , a été évaluée au moyen de l'équation de Bajkov (1935) et de Darnell et Meierotto (1962), modifiée par Eggers (1979) :

$$D = 24 AR$$

où A correspond à la quantité moyenne d'une espèce alimentaire dans l'estomac d'un prédateur sur une période de 24 heures et R est le taux d'évaluation gastrique instantanée (heures⁻¹) pour cette espèce alimentaire. On a calculé A pour les bonites juvéniles en substituant au nombre de juvéniles le poids des juvéniles, partant de l'idée que la taille moyenne des juvéniles dans les estomacs d'adultes ne varie pas de façon systématique au cours de la période quotidienne d'échantillonnage. A a été estimé à 0,112 bonite juvénile par bonite prédatrice et a été calculé à partir d'une moyenne de mesures horaires (6 heures à 19 heures) de proie par prédateur, comme le montre la figure 4 (courbe au milieu). Le taux d'évacuation gastrique instantanée, estimé à 0,105 par heure selon les résultats de Magnuson (1969) pour des bonites en captivité nourries de petits (10,2 g de poids moyen) éperlans (Osméridés), est censé être représentatif pour des bonites juvéniles dans l'estomac de bonites adultes. La consommation quotidienne de bonites juvéniles par les bonites prédatrices a été évaluée à 0,282 ($24 \times 0,112 \times 0,105$) juvénile par adulte. Le produit de cette valeur et du nombre estimé de prédateurs donne une valeur de $3,4 \times 10^8$ bonites juvéniles mangées par jour par des bonites adultes. A ce rythme, les bonites prédatrices d'une taille vulnérable à la pêche de surface consommeraient, en à peine plus de trois jours, un nombre de juvéniles égal à leur propre nombre.

Le nombre de bonites juvéniles mangées par les bonites adultes est, sans aucun doute, considérable; cependant, cette information n'a qu'une valeur limitée si l'on ne dispose pas, au moins, d'une estimation du stock de juvéniles dans la gamme de taille préférée des prédateurs et de certaines données sur la période pendant laquelle les juvéniles sont vulnérables aux prédateurs adultes. Celle-ci est peut-être très courte, quelques mois ou moins, si l'on accepte le rythme de croissance de 1,6 mm par jour que Uchiyama et Struhsaker (1981) ont calculé à partir des incréments sur les otolithes de petites bonites et la distribution des tailles des bonites juvéniles exposée dans ce document. En outre, on ne connaît pas l'impact des autres espèces de prédateurs sur l'abondance de bonites de toutes tailles, mais plus particulièrement aux stades juvénile et larvaire. Par exemple, on pense que les calmars consomment beaucoup de larves et de juvéniles dans les eaux tropicales (Arnold 1979) et il se peut que les gempylidés que l'on rencontre souvent avec des bonites juvéniles (section 3.5) s'en nourrissent également. En bref, le cannibalisme contribue peut-être grandement à la régulation de la population de bonite mais, pour l'instant, les bases objectives sont insuffisantes pour tirer cette conclusion, bien que la question mérite certainement d'être approfondie davantage.

5.0 RESUME ET CONCLUSIONS

On a examiné, pour la recherche de thonidés juvéniles, les estomacs de 12 135 thonidés et autres prédateurs pris à la canne entre octobre 1977 et août 1980 dans le Pacifique central et occidental. Dans les eaux subtropicales, les thonidés juvéniles étaient absents de l'alimentation des thonidés, principalement de la bonite. Dans les eaux tropicales, presque 5 pour 100 des 10 604 prédateurs contenaient au moins un thonidé juvénile. Soixante-dix sept pour cent du total des 1 346 thonidés juvéniles identifiés dans ces estomacs étaient des bonites; les 23 pour 100 restants étaient essentiellement des juvéniles d'auxides, de germons et de bonites à dos rayé mais comprenaient également quelques juvéniles de thons jaunes ou thons obèses et de thons à dents de chien. Les bonites juvéniles ont été trouvées dans 4,5 pour 100 des estomacs de bonites adultes dans les eaux

tropicales de la zone d'étude; quant aux autres espèces de thonidés juvéniles, chacune a été trouvée dans moins de un pour cent des estomacs de bonites. On a observé des bonites juvéniles dans un peu moins de deux pour cent des estomacs de thons jaunes. Les distributions de fréquence de taille pour chaque espèce de juvéniles penchaient vers les plus gros spécimens; les longueurs modales vont de 35 mm de longueur type (bonite) à 85 mm (germon) et, dans l'ensemble, la longueur standard variait de 15 à 240 mm.

On a estimé que le nombre de proies pour cent estomacs de prédateurs et le pourcentage de présence des proies dans les estomacs de prédateurs représentaient l'abondance relative des bonites juvéniles. Ce's-les-ci étaient particulièrement abondantes dans les eaux de surface en fin d'après-midi (après 17 heures) et à plus de 10 milles de la terre. On a montré que les bonites juvéniles constituaient des groupes ou des bancs d'individus de même taille. Cette répartition dans le temps et dans l'espace semble représenter une forme d'adaptation des bonites juvéniles pour échapper aux prédateurs de surface.

Dans une analyse sur la fréquence saisonnière et géographique des bonites juvéniles dans les estomacs des prédateurs, on a pris en considération la sélection effectuée par les prédateurs de différentes tailles ainsi que l'heure du jour et la distance à la terre, du lieu où avaient été recueillis les échantillons. Dans les eaux tropicales au sud de l'équateur, les bonites juvéniles étaient très abondantes au cours du printemps et de l'été (octobre à mars), ce qui coïncidait avec un indice gonadosomatique beaucoup plus élevé chez les bonites femelles. Les bonites juvéniles semblaient également plus abondantes dans deux centres géographiques, distants d'environ 3 500 milles l'un de l'autre dans la zone d'étude du Programme - l'un à proximité des Marquises et des Tuamotu et l'autre dans les eaux de Papouasie-Nouvelle-Guinée, des Iles Salomon et de Vanuatu. Les juvéniles étaient très peu nombreux malgré l'important échantillonnage réalisé dans les eaux du nord du contre-courant équatorial et de la région de l'upwelling équatorial. Ces observations renforcent l'hypothèse selon laquelle les bonites fraient de façon privilégiée dans deux ou plusieurs centres situés vers les extrémités longitudinales de la zone d'étude du Pacifique central et occidental.

BIBLIOGRAPHIE

- ANON (1983). Rapport du deuxième groupe d'étude chargé d'examiner les résultats de l'analyse génétique des échantillons de sang dans le cadre du Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites. Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites. Rapport technique No.6, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, viii + 41 pp.
- ARGUE, A.W. (1984). Méthodes utilisées par le Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites pour la saisie des données biologiques, des données sur les bancs de thonidés et des données auxiliaires, à partir d'un navire de pêche à la canne. pp. 45-69, dans Kearney, R.E. (éd.). Méthodes utilisées par la Commission du Pacifique Sud au titre du Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites et de poissons-appâts. Programme d'évaluation des thonidés et marlins. Rapport technique No.7, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- ARGUE, A.W. et R.E. KEARNEY (1983). An assessment of the skipjack and baitfish resources of New Zealand. Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites. Rapport final No.6, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- ARNOLD, G.P. (1979). Squid - a review of their biology and fisheries. Ministry of Agriculture and Fisheries, Fisheries Research, Lowestoff. Laboratory Leaflet No.48.
- BAJKOV, A.D. (1935). How to estimate the daily food consumption of fish under natural conditions. Transactions of the American Fisheries Society 65:288-289.
- BROCK, V.E. et R.E. RIFFENBURGH (1960). Fish schooling: a possible factor reducing predation. Journal du Conseil 25(3):307-317.
- CONAND, F. et A.W. ARGUE (1980). Premières observations sur les bonites juvéniles trouvées dans les contenus stomacaux de bonites adultes pêchées à l'appât vivant. Douzième Conférence technique régionale des pêches, 17-21 novembre 1980, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. Document de travail No.1, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- DARNELL, R.M. et R.R. MEIEROTTO (1962). Determination of feeding chronology in fishes. Transactions of the American Fisheries Society 91:313-320.
- DONGUY, J.R. et C. HENIN (1976). Relations entre les précipitations et la salinité de surface dans l'Océan Pacifique tropical sud-ouest basées sur un échantillonnage de surface de 1956 à 1973. Annales Hydrographiques 4(2):53-59.
- DONGUY, J.R. et C. HENIN (1981). Two types of hydroclimatic conditions in the south-western Pacific. Oceanologica Acta 4(1):57-62.
- EGGERS, D.M. (1979). Comments on some recent methods for estimating food consumption by fish. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 36:1018-1019.

- GIBBS, R.H. et B.B. COLLETTE (1967). Comparative anatomy and systematics of the tunas, genus Thunnus. United States Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin 66:65-130.
- GILMARTIN, M. et N. REVELANTE (1974). The island mass effect on the phytoplankton and primary production of the Hawaiian Islands. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 16:181-204.
- GRANDPERRIN, R. (1975). Structures tropiques aboutissant aux thons de longue ligne dans le Pacifique sud-ouest tropical. Thèse de Doctorat d'Etat. L'Université d'Aix-Marseille II.
- HARADA, T., O. MURATA et S. ODA (1980). Rearing and morphological changes in larvae and juveniles of yellowfin tuna. Kinki University, Faculty of Agriculture Bulletin 13:33-36. (Translation by T. Otsu, United States National Marine Fisheries Service.)
- HIGGINS, B.E. (1970). Juvenile tunas collected by midwater trawling in Hawaiian waters, July-September 1967. Transactions of the American Fisheries Society 99(1):60-69.
- KEARNEY, R.E. (1978). Quelques hypothèses concernant la bonite (Katsuwonus pelamis) de l'Océan Pacifique. Document occasional No.7, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- KEARNEY, R.E. (1984). Mise au point et exécution du Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites. pp.1-17, dans Kearney, R.E. (éd.). Méthodes utilisées par la Commission du Pacifique Sud au titre du Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites et de poissons-appâts. Programme d'évaluation des thonidés et marlins. Rapport technique No.7, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- KLAWE, W.L. (1963). Observations on the spawning of four species of tuna (Neothunnus macropterus, Katsuwonus pelamis, Auxis thazard and Euthynnus lineatus) in the eastern Pacific Ocean, based on the distribution of their larvae and juveniles. Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin 6:447-540.
- KLEIBER, P., A.W. ARGUE et R.E. KEARNEY (1983). Assessment of skipjack resources in the central and western Pacific by estimating standing stock and components of population turnover from tagging data. Programme d'évaluation des stocks de thonidés et marlins. Rapport technique No.8, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- LEWIS, A.D. (1981). Population genetics, ecology and systematics of Indo-Australian scombrid fishes, with particular reference to skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). Unpublished Ph.D thesis, Australian National University.
- MAGNUSON, J.J. (1969). Digestion and food consumption by skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). Transactions of the American Fisheries Society 98:379-392.
- MATSUMOTO, W.M. (1958). Description and distribution of larvae of four species of tuna in central Pacific waters. United States Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin 58:31-72.

- MATSUMOTO, W.M. (1966). Distribution and abundance of tuna larvae in the Pacific Ocean. dans Manar, T.A. (éd.). Proceedings of the Governor's Conference on Central Pacific Fisheries Resources, Honolulu. pp 221-230.
- MATSUMOTO, W.M. et R.A. SKILLMAN (manuscrit). The biology, ecology and resource of the skipjack tuna, Katsuwonus pelamis. United States Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Center Administrative Report No.12H.
- MONROE, I.S.R. (1967). The fishes of New Guinea. Department of Agriculture, Stock and Fisheries, Port Moresby, Papouasie-Nouvelle-Guinée.
- 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. 1. Juvenile and young of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis). Bulletin of the Far Seas Fisheries Research Laboratory of Japan 6:111-157.
- MURPHY, G.I. et R.S. SHOMURA (1972). Pre-exploitation abundance of tunas in the equatorial central Pacific. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 70:875-913.
- NAGANUMA, A. (1979). On spawning activities of skipjack tuna in the western Pacific Ocean. Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory Bulletin 40:1-13.
- NAKAMURA, E.L. (1965a). Food and feeding habits of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) from the Marquesas and Tuamotu Islands. Transactions of the American Fisheries Society 94:236-242.
- NAKAMURA, E.L. et W.M. MATSUMOTO (1967). Distribution of larval tunas in Marquesan waters. United States Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin 66(1):1-12.
- NAKAMURA, I. (1965b). Relationships of fishes referable to the sub-family Thunninae on the basis of the axial skeleton. Bulletin of the Misaki Marine Biological Institute Kyoto University 8:7-38.
- NISHIKAWA, Y., S. KIKAWA, M. HONMA et S. UEYANAGI (1978). Distribution atlas of larval tunas, billfishes and related species - results of larval surveys by R/V Shunyo Maru and Shoyo Maru - 1956-1975. Far Seas Fisheries Research Laboratory of Japan, S Series, 9:99.
- OLSON, R.J. (1981). Feeding and energetics studies of yellowfin tuna, food for ecological thought. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers Volume XVII. (Standing Committee on Research and Statistics - 1981):444-457.
- PARTRIDGE, B.L. (1982). The structure and function of fish schools. Scientific American 246(6):114-123.
- POTTHOFF, T. (1974). Osteological development and variation in young tunas, genus Thunnus (Pisces, Scombridae), from the Atlantic Ocean. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 72(2):563-588.

- POTTHOFF, T. et W.J. RICHARDS (1970). Juvenile bluefin tuna, Thunnus thynnus (Linnaeus), and other scombrids taken by terns in the Dry Tortugas, Florida. Bulletin of Marine Science 20(2):319-413.
- PROGRAMME BONITE (1981). Evaluation de l'analyse génétique des échantillons de sang prélevés sur les bonites. Treizième Conférence technique régionale des pêches, 24-28 août 1981, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. Document de travail No.10, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
- RAJU, G. (1964). Studies on the spawning of the oceanic skipjack Katsuwonus pelamis (Linnaeus) in Minicoy waters. Proceedings Symposium on Scombroid Marine Biological Association of India, Part II:744-768.
- SCHAEFER, M.B. et C.J. ORANGE (1956). Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (Neothunnus macropterus) and skipjack (Katsuwonus pelamis) in three areas of the eastern tropical Pacific Ocean, by examination of gonads. Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin 1(6):281-349.
- SCHREIBER, R.W. et E.A. SCHREIBER (1983). Reproductive failure of marine birds on Christmas Island, fall 1982. Tropical Ocean-Atmospheric Newsletter No.16:10-11.
- SOKAL, R.R. et F.J. ROHLF (1969). Biometry. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- STRASBURG, D.W. (1960). Estimates of larval tuna abundance in the central Pacific. United States Fish and Wildlife Service Fisheries Bulletin 60:231-255.
- SUZUKI, Z., P.K. TOMLINSON et M. HONMA (1978). Population structure of yellowfin tuna. Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin 17(5):277-441.
- UCHIYAMA, J.H. et P. STRUHSAKER (1981). Age and growth of skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, and yellowfin tuna, Thunnus albacares, as indicated by daily growth increments of sagittae. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 79(1):151-162.
- 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 of the Far Seas Fisheries Research Laboratory of Japan 2:177-215.
- WALDRON, K.D. et J.E. KING (1963). Food of skipjack in the central Pacific. United Nations Food and Agriculture Organization Fisheries Reports 6(3):1431-1457.
- WILSON, M.A. (1982). The reproductive and feeding behavior of skipjack tuna Katsuwonus pelamis in Papua New Guinea waters. Fisheries Research and Surveys Branch Report No.82-4, Port Moresby, Papouasie-Nouvelle-Guinée.
- WYRTKI, K. (1975). El Nino: The dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing. Journal of Physical Oceanography 5:572-584.

- YOSHIDA, H.O. (1966). Skipjack tuna spawning in the Marquesas Islands and Tuamotu Archipelago. United States Fish and Wildlife Bulletin 65(2):478-488.
- YOSHIDA, H.O. (1971). The early life history of skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, in the Pacific Ocean. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 69:545-554.
- YUEN, H.S.N. (1959). Variability of skipjack response to live-bait. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 60:147-160.

ANNEXE A. LISTE DES ZONES ETUDIEES AU COURS DES CAMPAGNES DES NAVIRES DE RECHERCHE DU PROGRAMME BONITE. Le Hatsutori Maru No.1 a été affrété pour la première et la deuxième campagne et c'est le Hatsutori Maru No.5 qui a effectué la troisième campagne.

Première campagne	Deuxième campagne	Troisième campagne
octobre 1977-août 1978	octobre 1978-juillet 1979	novembre 1979-août 1980
Papouasie-Nouvelle-Guinée	Iles Bonin	Iles Bonin
Iles Salomon	Iles Mariannes du Nord	Iles Mariannes du Nord
Vanuatu	Guam	Truk
Nouvelle-Calédonie	Yap	Ponape
Fidji	Palau	Kosrae
Tonga	Truk	Iles Marshall
Wallis et Futuna	Ponape	Kiribati
Samoa américaines	Kosrae	Iles Cook du Nord
Samoa-Occidental	Iles Marshall	Iles de la Société
Tuvalu	Kiribati	Iles Marquises
Kiribati	Tokelau	Iles Tuamotu
Iles Marshall	Iles Cook du Nord	Iles Pitcairn
Kosrae	Iles de la Société	Iles Gambier
Ponape	Iles Tuamotu	Iles Tuamotu
Truk	Iles Marquises	Iles de la Société
Guam	Iles Tuamotu	Iles Cook du Sud
Iles Mariannes du Nord	Iles de la Société	Samoa américaines
	Iles Cook du Sud	Samoa-Occidental
	Nouvelle-Zélande	Niue
	Nouvelle-Galles du Sud	Tonga
	Queensland	Nouvelle-Zélande
	Papouasie-Nouvelle-Guinée	Ile Norfolk
		Nouvelle-Calédonie
		Fidji
		Wallis et Futuna
		Iles Salomon
		Tuvalu
		Kiribati
		Nauru
		Kosrae
		Ponape
		Truk
		Yap
		Palau

ANNEXE B. NOMBRE DE PREDATEURS ECHANTILLONNES POUR LA RECHERCHE DE THONIDES JUVENILES ET NOMBRE DE THONIDES JUVENILES OBSERVES DANS LES ESTOMACS DE PREDATEURS POUR CHAQUE VISITE DE PAYS

Visite de pays		PREDATEURS				THONIDES JUVENILES						
		Bonite	Thon jaune	Autres	Totaux	bonite	Thon jaune/ thon obèse	Germon	Bonite à dos rayé	Auxide	Autres	Totaux
Samoa américaines	juin 1978	28	5	14	47	5						5
Samoa américaines	février 1980	31			31							-
Nouvelle-Calédonie	déc. 1977-jan.1978	473	22	18	513	48			4	5		57
Nouvelle-Calédonie	mars 1980	4	4		8							-
Fidji	jan.-fév. 1978	167	70	8	245	16						16
Fidji	mars-avril 1978	88	24	1	113	10						10
Fidji	avril 1980	673	173	2	848	23	3				1	27
Iles Gambier	février 1980	19	20	10	49							-
Iles Bonin	octobre 1978	20			20							-
Kiribati	juillet 1978	179	14	25	218	1						1
Kiribati	novembre 1978	5			5							-
Kiribati	novembre 1979	27	5	1	33							-
Kiribati	juillet 1980	1			1							-
Kosrae	novembre 1978	17	3		20							-
Kosrae	novembre 1979	47	46	7	100							-
Iles de la Ligne	décembre 1978	1			1							-
Iles Marquises	janvier 1979	240	2		242	14			43	53		110
Iles Marquises	déc. 1979-jan. 1980	1236	55	1	1292	368	5	1	4	8	1	387
Iles Mariannes du Nord	octobre 1978	7			7	1						1
Iles Mariannes du Nord	novembre 1979	33		1	34	2		1				3
Iles Marshall	juillet 1978	6	4		10							-
Iles Marshall	novembre 1978	21	3	1	25							-
Iles Marshall	novembre 1979	18	22		40							-
Nauru	juillet 1980	1			1	2						2
Iles Cook du Nord	nov.-déc. 1978	199	7		206	16			1			17
Iles Cook du Nord	décembre 1979	33			33							-
Niue	février 1980	6	4		10	6						6
Ile Norfolk	mars 1980	84	43		127							-
Nouvelle-Galles du Sud	avril 1979	595	3	49	647							-
Palau	octobre 1978	40			40							-
Palau	août 1980	225	173	19	417	6						6
Iles Phoenix	décembre 1979	55	9		64						1	1
Ile Pitcairn	février 1980	11	77	10	98	1						1
Papouasie-Nouvelle-Guinée	octobre 1977	139	29	34	202	49	1			1		51
Papouasie-Nouvelle-Guinée	mai-juin 1979	765	219	92	1076	54			4	2		60
Ponape	août 1978	15		6	21							-
Ponape	oct.-nov. 1978	65	39	2	106	1						1
Ponape	novembre 1979	135	43	24	202	3					1	4
Ponape	juillet 1980	207	27		234							-
Queensland	mai 1979	270	35	2	307	11		1		1		13
Iles Cook du Sud	février 1979	6			6							-
Iles Cook du Sud	février 1980	18			18			1				1
Iles de la Société	déc. 1978-jan. 1979	181	5		186	1						1
Iles de la Société	février 1980		8		8							-
Iles Salomon	oct.-déc. 1977	214	37	23	274	15	2		3	15		35
Iles Salomon	juin 1980	278	127	302	707	55	10			2		67
Tokelau	novembre 1978	24	2		26							-
Tonga	avril 1978	104	68	22	194	7				3		10
Tonga	mars 1980	94	1	5	100	21		1		9	1	32
Truk	août 1978	5			5							-
Truk	novembre 1979	22			22							-
Iles Tuamotu	déc. 1978-jan. 1979	554	35	1	590	59		28				87
Iles Tuamotu	février 1980	129	95		224	9						9
Tuvalu	juin-juillet 1978	348	71	28	447	5						5
Tuvalu	juillet 1980	31		11	42							-
Vanuatu	déc. 1977-jan. 1978	130	13	11	154	40	3	1	4	69		117
Wallis et Futuna	mai 1978	324	20	9	353	169	1	15				185
Wallis et Futuna	mai 1980	121	72	2	195	1						1
Samoa-Occidental	juin 1978	35	18	17	70	3						3
Samoa-Occidental	février 1980	31	2	9	42			4				4
Yap	octobre 1978	39	3		42	9	1					10
Nouvelle-Zélande	fév.-mars 1979	652		37	689							-
Nouvelle-Zélande	mars 1980	48			48							-
TOTAUX		9574	1757	804	12135	1031	26	53	63	168	5	1346

ANNEXE C. NOMBRE DE BONITES JUVENILES POUR 100 ESTOMACS DE BONITES POUR CHAQUE VISITE
DE PAYS

Visite de pays			Visite de pays		
		Bonites juvéniles pour 100 estomacs de bonites			Bonites juvéniles pour 100 estomacs de bonites
Samoa américaines	juin 1978	14,29*	Ile Pitcairn	février 1980	0*
Samoa américaines	février 1980	0*	Papouasie-Nouvelle-Guinée	octobre 1977	11,51
Nouvelle-Calédonie	déc. 1977-jan. 1978	10,15	Papouasie-Nouvelle-Guinée	mai-juin 1979	6,14
Nouvelle-Calédonie	mars 1980	0*	Ponape	août 1978	0*
Fidji	jan.-fév. 1978	8,38	Ponape	oct.-nov. 1978	1,54
Fidji	mars-avril 1978	11,36	Ponape	novembre 1979	2,22
Fidji	avril 1980	2,82	Ponape	juillet 1980	0
Iles Gambier	février 1980	0*	Queensland	mai 1979	3,70
Iles Bonin	octobre 1978	0*	Iles Cook du Sud	février 1979	0*
Kiribati	juillet 1978	0,56	Iles Cook du Sud	février 1980	0*
Kiribati	novembre 1978	0*	Iles de la Société	déc. 1978-jan. 1979	0,55
Kiribati	novembre 1979	0*	Iles de la Société	février 1980	0*
Kosrae	novembre 1978	0*	Iles Salomon	oct.-déc. 1977	7,41
Kosrae	novembre 1979	0	Iles Salomon	juin 1980	11,51
Iles de la Ligne	décembre 1978	0*	Tokelau	novembre 1978	0*
Iles Marquises	janvier 1979	3,75	Tonga	avril 1978	1,92
Iles Marquises	déc. 1979-jan. 1980	25,72	Tonga	mars 1980	22,34
Iles Mariannes du Nord	octobre 1978	14,29*	Truk	août 1978	0*
Iles Mariannes du Nord	novembre 1979	200,00*	Truk	novembre 1979	0*
Iles Marshall	juillet 1978	0*	Iles Tuamotu	déc. 1978-jan. 1979	9,93
Iles Marshall	novembre 1978	0*	Iles Tuamotu	février 1980	5,43
Iles Marshall	novembre 1979	0*	Tuvalu	juin-juillet 1978	1,44
Nauru	juillet 1980	200,00*	Tuvalu	juillet 1980	0*
Iles Cook du Nord	nov.-déc. 1978	9,30*	Vanuatu	déc. 1977-jan. 1978	30,77
Iles Cook du Nord	décembre 1979	0*	Wallis et Futuna	mai 1978	50,16
Niue	février 1980	100,0*	Wallis et Futuna	mai 1980	1,39
Ile Norfolk	mars 1980	0	Samoa-Occidental	juin 1978	8,57*
Nouvelle-Galles du Sud	avril 1979	0	Samoa-Occidental	février 1980	0*
Palau	octobre 1978	0	Yap	octobre 1978	20,51*
Palau	août 1980	2,22	Nouvelle-Zélande	fév.-mars 1979	0
Iles Phoenix	décembre 1979	0	Nouvelle-Zélande	mars 1980	0

* Echantillons de moins de 40 prédateurs.

**ANNEXE D. CONTENUS STOMACAUX DE TOUTES LES BONITES ET TOUS LES THONS JAUNES ECHANTILLONNES DANS
LE CADRE DU PROGRAMME BONITE EN EAUX TROPICALES ENTRE OCTOBRE 1977 ET AOUT 1980.
Toutes les tailles de bonites et de thons jaunes sont incluses.**

BONITE				THON JAUNE			
Numéro de l'aliment	Aliment	Nombre d'estomacs	Pourcentage de présence	Numéro de l'aliment	Aliment	Nombre d'estomacs	Pourcentage de présence
	Poissons et invertébrés				Poissons et invertébrés		
1	Appât du <u>Hatsutori Maru</u>	2667	68,60	1	Appât du <u>Hatsutori Maru</u>	577	58,40
2	Restes de poisson (appâts exclus)	1669	42,93	2	Restes de poisson (appâts exclus)	490	49,60
3	Calmar (céphalopodes)	907	23,33	3	Stade alima (stomatopodes)	390	39,47
4	Stade alima (stomatopodes)	576	14,81	4	Calmar (céphalopodes)	303	30,67
5	Acanthuridés	552	14,20	5	Acanthuridés	254	25,71
6	Holocentridés	387	9,95	6	Stade mégalo (décapodes)	195	19,74
7	Crevettes (décapodes)	295	7,59	7	Stomatopodes	170	17,21
8	Thonidés juvéniles (Scombridés)	256	6,58	8	Crevettes (décapodes)	160	16,19
9	Rougets (Mullidés)	213	5,48	9	Balistidés	141	14,27
10	Balistidés	210	5,40	10	Chaetodontidés	96	9,72
11	Gempylidés	185	4,76	11	Alutérédés	87	8,81
12	Stade mégalo (décapodes)	180	4,63	12	Holocentridés	80	8,10
13	Poissons non identifiés	172	4,42	13	<u>Stolephorus buccaneeri</u> (Engraulidés)	75	7,59
14	<u>Stolephorus buccaneeri</u> (Engraulidés)	169	4,35	14	Ostracidés	63	6,38
15	Chaetodontidés	163	4,19	15	Stade phyllosome (décapodes)	53	5,36
16	Poissons juvéniles	154	3,96	16	Poissons non identifiés	50	5,06
17	Synodontidés	152	3,91	17	Amphipodes	40	4,05
18	Stomatopodes	133	3,42	18	Bramidés	39	3,95
19	Alutérédés	123	3,16	19	Tétrodontidés	36	3,64
20	Exocoetidés	117	3,01	20	<u>Dactylopterus orientalis</u> (Dactyloptéridés)	34	3,44
21	Siganidés	116	2,98	21	Restes de crustacés	33	3,34
22	Anchois juvéniles (Engraulidés)	94	2,42	22	Argonautes (céphalopodes)	27	2,73
23	<u>Decapterus</u> sp. (Carangidés)	82	2,11	23	Synodontidés	27	2,73
24	Euphausiides (Euphausiacés)	70	1,80	24	Thonidés juvéniles (Scombridés)	27	2,73
25	Carangidés	67	1,72	25	Poissons juvéniles	27	2,73
26	Gastropodes	67	1,72	26	Gempylidés	26	2,63
27	Stade phyllosome (décapodes)	54	1,39	27	Larves de crabes oxystomes (décapodes)	26	2,63
28	Crevettes carides (décapodes)	42	1,08	28	Rougets (Mullidés)	23	2,33
29	<u>Dactylopterus orientalis</u> (Dactyloptéridés)	40	1,03	29	<u>Decapterus</u> sp. (Carangidés)	23	2,33
30	Amphipodes	35	0,90	30	Hétéropodes (gastropodes)	22	2,23
31	Fistularidés	34	0,87	31	Fistularidés	22	2,23
32	Priacanthidés	30	0,77	32	Siganidés	21	2,13
33	Bramidés	30	0,77	33	Poulpes (céphalopodes)	21	2,13
34	Ostracidés	30	0,77	34	Carangidés	20	2,02
35	<u>Coryphaena hippurus</u> (Coryphénidés)	28	0,72	35	Caridines (décapodes)	18	1,82
36	Paralépidés	25	0,64	36	Tuniciers (Urocordés)	15	1,52
37	Restes de crustacés	21	0,54	37	Peneidés (décapodes)	15	1,52
38	Ptérotopes (gastéropodes)	21	0,54	38	Euphausiides (Euphausiacés)	14	1,42
39	Argonautes (céphalopodes)	19	0,49	39	Exocoetidés	13	1,32
40	Tétrodontidés	18	0,46	40	Gastropodes	13	1,32
41	Copépodes	18	0,46	41	Diodontidés	13	1,32
42	Larves de crabes oxystomes (décapodes)	16	0,41	42	Priacanthidés	10	1,01
43	Lutjanidés	16	0,41	43	<u>Xiphasia</u> sp. (Xiphasidés)	8	0,81
44	Noméidés	15	0,39	44	Leiognathidés	8	0,81
45	Hétéropodes (gastropodes)	15	0,39	45	Noméidés	8	0,81
46	<u>Xiphasia</u> sp. (Xiphasidés)	15	0,39	46	Déchets	7	0,71
47	Scaridés	14	0,36	47	Syngnathidés	7	0,71
48	<u>Selar</u> sp. (Carangidés)	14	0,36	48	Engraulidés	7	0,71
49	Leptocéphales (anguilliformes)	13	0,33	49	Crustacés	7	0,71
50	Poulpes (céphalopodes)	13	0,33	50	Sphyrenidés	6	0,61
51	Blennidés	13	0,33	51	Pteropodes (gastéropodes)	6	0,61
52	Clupéidés	12	0,31	52	Blennidés	5	0,51
53	Mollusques	11	0,28	53	Scaridés	5	0,51
54	Invertébrés non identifiés	11	0,28	54	Trichiuridés	5	0,51
55	Tuniciers (Urocordés)	11	0,28	55	Stade zoé (crustacés)	5	0,51
56	Syngnathidés	11	0,28	56	Paralépidés	5	0,51
57	Crustacés	10	0,26	57	Anchois juvéniles (Engraulidés)	4	0,40
58	Diodontidés	10	0,26	58	Lutjanidés	4	0,40

59	Caesioididés	8	0,21
60	Serranidés	8	0,21
61	Sternoptychidés	8	0,21
62	Sphyrénidés	8	0,21
63	Leiognathidés	7	0,18
64	Marlins juvéniles (Istiophoridés)	7	0,18
65	Myctophidés	7	0,18
66	Décapodes	5	0,13
67	<u>Anthias</u> sp. (Scolopsidés)	5	0,13
68	Mullidés	5	0,13
69	<u>Pterycombus paterii</u> (Bramidés)	5	0,13
70	Hémirhamphidés	5	0,13
71	Trichiuridés	5	0,13
72	Peneidés (décapodes)	4	0,10
73	Déchets	4	0,10
74	Apogonidés	4	0,10
75	Stomiadidés	4	0,10
76	Engraulidés	4	0,10
77	Anthiidés	4	0,10
78	<u>Ranzania</u> sp. (Molidés)	3	0,08
79	<u>Chiasmodon</u> sp. (Chiasmodontidés)	3	0,08
80	Débris d'invertébrés	3	0,08
81	Polychètes (annélides)	3	0,08
82	Coelentérés	3	0,08
83	Hypéridés (amphipodes)	3	0,08
84	Scombridés juvéniles (Scombridés)	3	0,08
85	Végétaux	3	0,08
86	<u>Mola mola</u> (Molidés)	2	0,05
87	<u>Rastrelliger</u> sp. (Scombridés)	2	0,05
88	Matières plastiques	2	0,05
89	Gonostomidés	2	0,05
90	Platycephalidés	2	0,05
91	Débris de cigarettes	2	0,05
92	<u>Gastrophysus</u> sp. (Lagocéphalidés)	2	0,05
93	Gobidés	2	0,05
94	Cirrhitidés	2	0,05
95	Grosses crevettes (décapodes)	2	0,05
96	Callionymidés	1	0,03
97	Marques à ergots pour bonites	1	0,03
98	<u>Megalaspis</u> sp. (Carangidés)	1	0,03
99	Théraponidés	1	0,03
100	Débris de peinture	1	0,03
101	Leurre à plumes	1	0,03
102	<u>Mulloidichthys samoensis</u> (Mullidés)	1	0,03
103	<u>Scomberoides</u> sp. (Carangidés)	1	0,03
104	Ménidés	1	0,03
105	Bothidés	1	0,03
106	Eléotridés	1	0,03
107	<u>Caranx</u> sp. (Carangidés)	1	0,03
108	Oeufs de poisson	1	0,03
109	Larves de mollusques	1	0,03
110	<u>Cypselurus</u> sp. (Exocoetidés)	1	0,03
111	Enveloppes d'oeufs de mollusques	1	0,03
112	Morceaux d'écorce (bois)	1	0,03
113	Scorpenidés	1	0,03
114	Percoïdés	1	0,03
115	Isopodes	1	0,03
116	<u>Stolephorus indicus</u> (Engraulidés)	1	0,03
117	Enveloppes d'oeufs de requins (élasmodontes)	1	0,03
118	Echénéidés	1	0,03
119	Stade zoé (crustacés)	1	0,03
120	Scombridés	1	0,03

Nombre total d'estomacs examinés 3888

Pourcentage d'estomacs vides 6,43

59	Echénéidés	4	0,40
60	Débris végétaux	4	0,40
61	<u>Anthias</u> sp. (Scolopsidés)	4	0,40
62	Sternoptychidés	3	0,30
63	Anthiidés	3	0,30
64	Mullidés	3	0,30
65	Marlins juvéniles (Istiophoridés)	2	0,20
66	Gobidés	2	0,20
67	Viscères de poissons	2	0,20
68	Stomiadidés	2	0,20
69	Leptocéphales (anguilliformes)	2	0,20
70	Corypénidés	2	0,20
71	<u>Gastrophysus</u> sp. (Lagocéphalidés)	2	0,20
72	Caesioididés	2	0,20
73	<u>Megalops</u> sp. (Mégaloïdés)	2	0,20
74	<u>Selar</u> sp. (Carangidés)	1	0,10
75	Copépodes	1	0,10
76	Coelentérés	1	0,10
77	Invertébrés non identifiés	1	0,10
78	<u>Rastrelliger</u> sp. (Scombridés)	1	0,10
79	Hémirhamphidés	1	0,10
80	Bregmacerotidés	1	0,10
81	Hémirhamphidés	1	0,10
82	<u>Taracles</u> sp. (Bramidés)	1	0,10
83	Myctophidés	1	0,10
84	Enveloppes d'oeufs de requin (élasmodontes)	1	0,10
85	<u>Scomberoides</u> sp. (Carangidés)	1	0,10
86	Ammodytidés	1	0,10
87	Ménidés	1	0,10
88	<u>Caranx</u> sp. (Carangidés)	1	0,10
89	Clupeïdés	1	0,10
90	Décapodes	1	0,10
91	Eléotridés	1	0,10
92	Scombridés juvéniles (Scombridés)	1	0,10
93	Labridés	1	0,10
94	<u>Mola mola</u> (Molidés)	1	0,10
95	<u>Megalaspis</u> sp. (Carangidés)	1	0,10
96	Leurre à plumes	1	0,10
97	<u>Stolephorus indicus</u> (Engraulidés)	1	0,10
98	Restes d'invertébrés	1	0,10
99	Apogonidés	1	0,10

Nombre total d'estomacs examinés 988

Pourcentage d'estomacs vides 2,33