

ÉTUDE DE LA RÉPARTITION PAR DES ANALYSES D'INERTIE ET ESTIMATION DE LA BIOMASSE SAISONNIÈRE DE LA FAUNE DEMERSALE DE LA RÉGION DE VALPARAISO, CHILI, (33° S - 72° W)

ELEUTERIO YAÑEZ RODRIGUEZ

Ingeniero en Pesquerías
Escuela de Ciencias del Mar,
Universidad Católica de Valparaíso,
Casilla 1020, Valparaíso, Chile

RÉSUMÉ

Ce travail porte sur l'analyse des résultats de chalutages exploratoires effectués entre juillet 1974 et mai 1975 dans la région de Valparaíso, Chili, entre la côte et 600 mètres de profondeur.

Plus de 120 espèces ont été capturées, appartenant principalement aux classes des Chondrichthyes (17 %), Osteichthyes (44 %) et Crustacea (27 %). Les analyses d'inertie ont mis en évidence une discontinuité marquée entre la faune du plateau continental (1-200 m) et celle de la zone bathyale (201-600 m). D'autre part, à l'intérieur de ces deux zones, la composition faunistique varie graduellement avec la profondeur.

Les espèces les plus abondantes, constituant de 73 % à 86 % des biomasses totales estimées aux différentes saisons, sont les poissons *Merluccius gayi gayi*, *Prolatilus jugularis*, *Hippoglossina macrops* et *Callorhynchus callorhynchus* sur le plateau continental, la langoustine *Cervimunida johni* entre 150 et 350 m, les poissons de la famille des *Macrouridae* et la crevette *Heterocarpus reedi* dans la zone bathyale. Pour chacune de ces espèces les biomasses saisonnières par profondeur ont été estimées.

D'autre part, l'analyse des résultats de plusieurs campagnes effectuées depuis 1969 a permis de mettre en évidence une diminution notable de l'abondance des crevettes (*Heterocarpus reedi*) et des langoustines (*Cervimunida johni* et *Pleuroncodes monodon*).

RESUMEN

ESTUDIO DE LA REPARTICIÓN A TRAVÉS DE ANÁLISIS DE INERCIA Y ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA ESTACIONAL DE LA FAUNA DEMERSAL DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE (33° S-72° W)

Se analizan los resultados de los arrastres exploratorios efectuados entre julio de 1974 y mayo de 1975 en la región de Valparaíso, Chile, entre la costa y los 600 metros de profundidad.

Más de 120 especies han sido capturadas, perteneciendo principalmente a las clases Chondrichthyes (17 %), Osteichthyes (44 %) y Crustacea (27 %). Los análisis de inercia han puesto en evidencia una marcada discontinuidad entre la fauna de la plataforma continental (1-200 m) y de la zona batial (201-600 m). Por otra parte, al interior de estas dos zonas, la composición faunística varía gradualmente con la profundidad.

Las especies más abundantes, que representan de 73 % a 86 % de las biomazas totales estacionales estimadas, son los peces *Merluccius gayi gayi*, *Prolatilus jugularis*, *Hippoglossina macrops* y *Callorhynchus callorhynchus* en la plataforma continental, el langostino *Cervimunida johni* entre 150 y 350 m, los peces de la familia *Macrouridae* y el camarón *Heterocarpus reedi* en la zona batial. Para cada una de estas especies han sido estimadas las biomazas estacionales por profundidad.

Por otra parte, se han analizado los resultados de varias campañas efectuadas desde 1969, lo que ha permitido poner en evidencia una notable disminución de la abundancia del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) y de los langostinos (*Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon*).

SUMMARY

STUDY OF DEMERSAL FAUNA FROM VALPARAISO, CHILE (33° S-72° W). DISTRIBUTION ANALYSIS BY INERTIA METHODS AND SEASONAL EVALUATION OF BIOMASS

Exploratory trawlings were made in the region of Valparaíso, Chile, from July 1974 to May 1975, from the coast to 600 meters depth.

More than 120 species were caught mainly members of the Chondrichthyes (17%), Osteichthyes (44%), and Crustacea (27%) classes. Using inertia analysis, a distinct discontinuity was observed between the fauna of the continental shelf (1-200 m) and that of bathyal zone (201-600 m). Within each zone the faunal composition varies gradually according to depth.

At least 73% of the total estimated seasonal biomass was composed of the following species: *Merluccius gayi*, *Prolatilus jugularis*, *Hippoglossina macrops* and *Callorhynchus callorhynchus* on the continental shelf, the intermediate species *Cervimunida johni* (between 150 and 350 m), and the species of the Macrouridae family as well as *Heterocarpus reedi* in the bathyal zone. The seasonal biomass was estimated for each of these species.

In addition, the results of several cruises since 1969 show a distinct decrease in the abundance of the shrimp *Heterocarpus reedi* and the prawns *Cervimunida johni* and *Pleuroncodes monodon*.

INTRODUCTION

La région de Valparaíso, Chili (fig. 1), est caractérisée par des pêcheries industrielles, semi-industrielles, et artisanales exploitant les ressources démersales. Parmi les espèces débarquées, *Merluccius gayi* (merluza), *Heterocarpus reedi* (camarón nylon), *Pleuroncodes monodon* (langostino colorado) et *Cervimunida johni* (langostino amarillo) apparaissent comme les plus importantes (ann. I). L'analyse des captures de la pêche au chalut pratiquée dans la région, montre l'existence d'une grande variété d'espèces peu ou pas exploitées et souvent très peu connues.

Dans le but d'améliorer la connaissance des ressources de la région, l'Université Catholique de Valparaíso (U.C.V.) a réalisé une série de campagnes exploratoires (YANEZ, 1974; YANEZ *et al.*, 1974; YANEZ et BARBIERI, 1974; YANEZ *et al.*, 1975).

Dans le présent travail sont analysés les résultats des chalutages effectués à partir de juillet 1974 pendant un cycle annuel, avec pour objectif l'étude de la composition, de la répartition et de l'abondance de la faune démersale de la région.

1. RAPPEL DES CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES

En accord avec SILVA et SIEVERS (1974) et SIEVERS et SILVA (1975) on peut distinguer, devant la côte de Valparaíso et jusqu'à 1 000 mètres de profondeur, trois masses d'eau :

— De la surface à 100 m de profondeur environ, se trouvent des eaux d'origine sub-antarctique

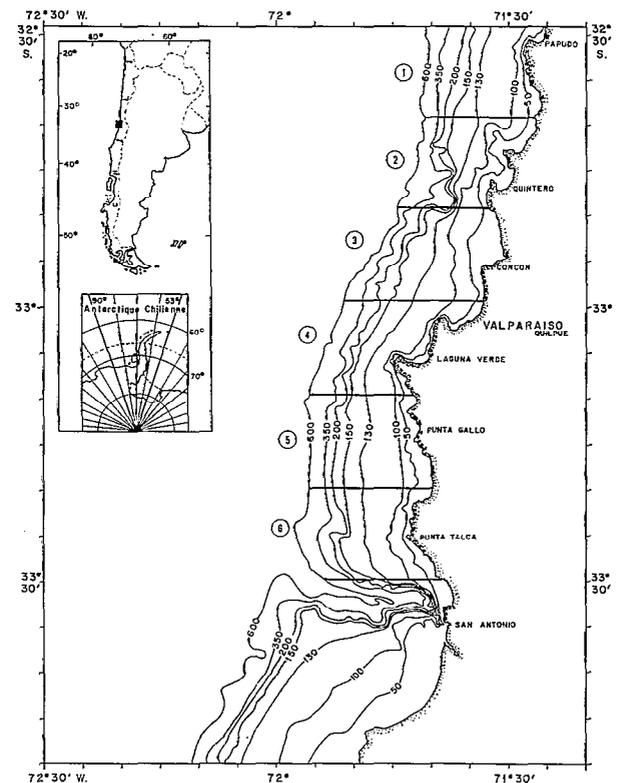


Fig. 1. — Région de Valparaíso, Chili.

typiques de la branche côtière du courant de Humboldt. La température de ces eaux varie de 18 °C (en surface) à 11 °C (à 100 m), avec des variations saisonnières de l'ordre de 6 °C dans les 50 premiers mètres (SIEVERS et SILVA, 1973; SILVA, 1973). Les salinités sont comprises entre 33,9‰

et 34,4 ‰, et les teneurs en oxygène sont supérieures à 3 ml/l (5 ml/l en surface).

— Entre 100 m et 400 m de profondeur, en moyenne, se trouve une deuxième masse d'eau d'origine équatoriale sub-superficielle caractéristique du courant de Gunther. La température varie de 11 °C à 7 °C (à 400 m), les salinités présentent des valeurs supérieures à 34,5 ‰ et les teneurs en oxygène sont inférieures à 1 ml/l. SILVA (1973) a mis en évidence des valeurs d'oxygène dissous inférieures à 0,2 ml/l, associées à des salinités supérieures à 34,8 ‰.

— La troisième masse d'eau, qui correspond à l'eau intermédiaire antarctique, se trouve à partir de 400 m et a une limite inférieure proche des 1 000 m. La température varie de 7 °C à 4 °C, les salinités sont inférieures à 34,4 ‰, tandis que la teneur d'oxygène atteint des valeurs supérieures à 3 ml/l.

L'orientation nord-sud de la côte chilienne et la dominance, pendant une grande partie de l'année,

des vents du sud-ouest favorisent l'établissement d'un « upwelling », spécialement pendant la période printemps-été. En dehors de cette période les vents sont du nord-est et cette alternance entraîne une grande variabilité des paramètres océanographiques, spécialement dans les premiers 150 m (SILVA, 1973).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Prélèvements

De juillet 1974 jusqu'à mai 1975, le B/E « Tiberiades », chalutier de la U.C.V. a prospecté aussi régulièrement que possible la région s'étendant de la côte à la sonde 600 m. Le chalut utilisé (ann. II) présente une ouverture verticale moyenne de 2 m, une distance entre pointes d'ailes de 12,6 m et une surface de balayage de 0,015 mille marin carré à une vitesse de 2,2 nœuds (BARBIERI, 1974).

TABEAU I

Nombre de traits de chalut (n) et effort en heures (f) effectués par saison et par intervalles de profondeur (n/f):

SAISONS	INTERVALLES DE PROFONDEUR (m)						TOTAL
	1-50	51-100	101-150	151-200	201-350	351-600	
Hiver.....	10/5,1	13/6,3	13/6,6	10/5,2	13/6,7	13/6,7	72/36,6
Printemps.....	11/5,5	11/5,5	15/7,5	7/3,5	11/5,5	11/5,5	66/33,0
Été.....	5/2,5	5/2,5	6/3,0	6/3,0	6/3,0	6/3,0	34/17,0
Automne.....	5/2,4	5/2,5	6/3,0	6/3,0	6/3,0	6/3,0	34/16,9
TOTAL.....	31/15,5	34/16,8	40/20,1	29/14,7	36/18,2	36/18,2	206/103,5
SURFACE*.....	76,42	88,64	286,80	58,33	78,34	111,18	699,71

* Déterminée en milles marins carrés au moyen d'un planimètre OTT-30313.

La région étudiée a été arbitrairement divisée en 6 zones (fig. 1) et en 6 intervalles de profondeur, en introduisant un intervalle supplémentaire (101-150 m) dans la classification de HEDGPETH (1957) :

littoral et sublittoral intérieur.....	1- 50 m
sublittoral extérieur.....	51-100 m
	101-150 m
(limite du plateau continental).....	151-200 m
zone bathyale :	
(talus supérieur).....	201-350 m
(zone préabyssale).....	351-600 m

A l'intérieur de chacune des zones et de chaque intervalle de profondeur, la position du chalutage

a été choisie au hasard. Les traits de chalut, d'une durée de 30 mn, ont eu lieu uniquement de jour. Au total 206 traits ont été réalisés, dont 72 en hiver, 66 au printemps, 34 en été et 34 en automne (tabl. I).

Lors de chaque trait de chalut, toute la prise a été triée et répartie par espèces pour un inventaire numérique et pondéral. Les espèces ont été classées, pour les poissons d'après la classification de GOLVAN (1962) et pour les invertébrés d'après celle de BARNES (1968).

Des données sur les longueurs, les poids, l'état des gonades, les écailles, les otolites, ont été recueillies sur les principales espèces; ces données ont été partiellement prises en considération dans le présent travail.

2.2. Application des méthodes d'Inertie

Afin de résumer globalement la répartition de la composition faunistique démersale de la région, les variations qualitatives et quantitatives ont été abordées successivement par une analyse d'inertie.

Rappelons que les méthodes d'inertie sont des techniques de description, dont l'objectif est de représenter une information complexe (multivariable) par un sous-espace de dimension réduite à quelques axes avec une perte minimale d'information. En fait, le but essentiel de l'analyse d'inertie est d'extraire les axes d'inertie d'un nuage de points, munis de masses et de distances, définis dans un espace vectoriel à « n » dimensions; ces techniques sont particulièrement adaptées à la recherche des gradients. La recherche des affinités faunistiques, à travers l'application des méthodes d'inertie, implique une réflexion au niveau du choix des masses attribuées aux points (en général égales pour tous les points) du choix de l'emplacement de l'origine et principalement du choix de la distance.

Les calculs ont été effectués sur l'ordinateur CII 10070 du Centre Océanologique de Bretagne (C. O. B.) à Brest. Le programme d'analyse générale utilisé, défini par LEBART et FENELON (1971), a été écrit en Fortran IV par A. LAUREC du C. O. B.

2.2.1. ANALYSE QUALITATIVE

Pour mettre en évidence les variations qualitatives de la composition faunistique, nous avons envisagé une analyse des affinités entre espèces. L'indice de similarité retenu dans cette analyse est le coefficient d'Ochiai, 1957 (ann. III. 1) fondé sur la « présence-absence » des espèces (BLANC *et al.*, 1976).

Les raisons d'un tel choix sont les suivantes :

— Le degré d'hétérogénéité faunistique des prélèvements conduit à ne pas retenir les absences simultanées d'espèces dont la signification écologique paraît limitée. Une moyenne de 11 espèces capturées par trait de chalut, sur un ensemble de plus de 120 espèces capturées (ann. V), implique nécessairement un nombre élevé de coïncidences nulles.

— L'indice d'Ochiai est un des coefficients qui accuse le plus les variations inter-groupes par rapport aux variations intra-groupes. En l'occurrence on peut s'attendre à ce qu'il favorise les divergences faunistiques entre les intervalles de profondeur.

— Par ailleurs, cet indice offre la possibilité, dans le cadre d'une analyse générale, de recourir à la dualité « espèces-prélèvements », c'est-à-dire une représentation simultanée des espèces et des

prélèvements dans le même système d'axes. Cette propriété est très importante, car la seconde représentation peut singulièrement éclairer la première.

2.2.2. ANALYSE QUANTITATIVE

Pour aborder les variations quantitatives du peuplement, nous avons considéré une étude des distances entre prélèvements, dont la distance la plus utilisée est la distance euclidienne (CHARDY *et al.*, 1976), (ann. III. 2).

La distance euclidienne n'est pas affectée par les doubles absences, donc elle permet l'étude de notre matrice de données laquelle comporte de nombreux zéros.

Par contre, la distance entre 2 prélèvements est profondément affectée par les espèces dont les captures fluctuent largement d'un prélèvement à l'autre. Pour diminuer l'importance de ces espèces « localement exubérantes » nous avons opéré sur des captures réduites et centrées.

Enfin, en vue d'homogénéiser les données, on a eu recours à la très classique transformation logarithmique $y = \log(x+1)$ où x est la capture observée (en poids).

2.3. Estimation de la biomasse

2.3.1. MÉTHODE

Pour estimer la biomasse et son intervalle de confiance nous avons utilisé la méthode décrite par PEREYRA *et al.* (1976) (ann. IV). La méthode suppose que la prise par unité d'effort (P.U.E.) est fonction de la densité de la population dans l'aire échantillonnée et que les variations de P.U.E. sont directement proportionnelles aux variations de densité (RICKER, 1940; GULLAND, 1964).

2.3.2. HYPOTHÈSES ET LIMITATIONS DES DONNÉES

Nous avons estimé que les échantillons obtenus avec le chalut utilisé durant les campagnes étaient représentatifs de la composition faunistique et de la densité des différentes espèces dans l'aire prospectée. Nous avons d'autre part implicitement admis que le comportement du train de pêche (ouverture verticale et horizontale du chalut) étaient identiques d'un trait à l'autre.

La surface de balayage du chalut a été déterminée par BARBIERI (1974), à la suite d'une étude sur le comportement de l'engin dans des conditions de travail identiques aux nôtres. Ne disposant pas encore des études précises sur la sélectivité de ce

type de chalut, nous n'avons pas tenu compte de ce facteur dans nos estimations. Cependant, ses caractéristiques techniques (mailles de 35 mm, ouverture verticale moyenne de 2 m, bonne adhérence au fond et vitesse de chalutage de 2,2 nœuds), particulièrement adaptées à la capture de la crevette *Heterocarpus reedi*, des espèces de petites tailles et des juvéniles, nous laissent supposer que les poissons de grandes tailles sont moins vulnérables.

Le coefficient de vulnérabilité est le paramètre le plus difficile à estimer en raison des nombreuses valeurs qu'il peut prendre. Pour les espèces benthiques comme les poissons plats et crabes la valeur de ce coefficient peut être proche de 1, mais pour les espèces nectobenthiques comme *Merluccius gayi gayi* celui-ci peut être inférieur à 1.

Dans l'état actuel de nos connaissances sur le comportement des espèces étudiées et selon les recommandations de ALVERSON et PEREYRA (1969), nous avons considéré un coefficient de vulnérabilité égal à 1,0. Ceci conduit à un calcul qui doit être considéré comme une première approximation de la biomasse des espèces démersales de la région.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Composition faunistique

La faune échantillonnée dans les captures est composée principalement de 65 familles représentant les classes des Agnathes (1), Chondrichthyes (8), Osteichthyes (34), Crustacea (19) et Cephalopoda (3), (ann. V); accessoirement d'autres groupes d'invertébrés ont pu être capturés, comme les Gastropoda (3 spp.), Bivalvia (2 spp.), Asteroidea (3 spp.), Ophiuroidea (2 spp.), Echinoidea (2 spp.) et Holothuroidea (1 sp.).

Sur l'ensemble des espèces récoltées 99 ont été identifiées (dont 10 qu'au genre et 12 qu'à la famille) et 17 espèces sont actuellement en cours de détermination. 44 % des espèces appartiennent à la classe des Osteichthyes, 27 % à la classe des Crustacea et 17 % à la classe des Chondrichthyes. Les familles les plus importantes par le nombre d'espèces sont les Macrouridae (6), Squalidae (5), Cancridae (4), Scyliorhinidae (3), Majidae (4), Rajidae (3), Ophiidiidae (3) et Galatheidae (3).

Il est intéressant de noter que YANEZ *et al.* (1974), dans une étude de pêches exploratoires effectuées dans la région (entre avril-novembre 1972 et en hiver 1973), signalent approximativement 82 espèces. La plupart de ces espèces ont été rencontrées dans le présent travail à l'exception de *Aëtobatus chilensis* Philippi 1892, *Clupea* sp. et *Paralabrax humeralis* Valenciennes 1828. Le fait que l'on ait rencontré ici un plus grand nombre

TABLEAU II

Espèces considérées dans les analyses d'inertie, intervalles de profondeur et fréquences d'apparition

No	Espèces	Fréquence d'apparition (sur 206 traits de chaluts)	Intervalle de profondeur des apparitions (m)
1	Famille MYXINIDAE.....	21	50-500
2	<i>Apristurus nasulus</i>	15	320-600
3	<i>Halaelurus canescens</i>	37	220-600
4	<i>Halaelurus chilensis</i>	28	0-130
5	<i>Mustelus mento</i>	8	0-130
6	<i>Aculeola nigra</i>	12	320-600
7	<i>Deania calcea</i>	24	220-600
8	<i>Centroscyllum granulatum</i>	26	320-600
9	<i>Centroscymnus crepidater</i>	5	400-500
10	<i>Raja chilensis</i>	51	0-600
11	<i>Psammobatis scobina</i>	45	0-600
12	<i>Psammobatis lima</i>	37	0-500
13	<i>Gurgesiella furvescens</i>	8	400-600
14	<i>Discopyge tschudii</i>	31	0-130
15	raya volantín azul.....	3	400-600
16	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	61	0-130
17	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	4	400-600
18	<i>Alepocephalus tenebrosus</i>	12	400-600
19	<i>Xenomystax atrarius</i>	29	150-600
20	<i>Alloconger</i> sp.....	2	400-500
21	<i>Notacanthus</i> spp.....	9	400-600
22	<i>Physiculus marginalis</i>	48	220-600
23	<i>Laemonema multiradiatum</i>	10	400-600
24	<i>Merluccius gayi gayi</i>	143	0-600
25	<i>Macruronus magellanicus</i>	9	400-600
26	Famille MACROURIDAE.....	55	220-600
27	<i>Protatilus jugularis</i>	96	0-220
28	<i>Epigonus crassicaudus</i>	49	150-600
29	<i>Trachurus murphyi</i>	47	0-220
30	<i>Lepidolus chilensis</i>	2	100-130
31	<i>Isacia conceptionis</i>	41	0-130
32	<i>Aplodactylus vermiculatus</i>	11	0-100
33	<i>Dissostichus eleginoides</i>	2	400-600
34	<i>Eleginops maclovinus</i>	2	0-100
35	<i>Ylucoetes fimbriatus</i>	11	220-500
36	<i>Melanostigma getatinosum</i>	8	320-600
37	<i>Genypterus chilensis</i>	6	0-220
38	<i>Genypterus maculatus</i>	102	0-500
39	<i>Genypterus blacodes</i>	7	320-500
40	<i>Thyrssites atun</i>	6	0-100
41	<i>Scomber peruanus</i>	6	0-130
42	<i>Stromateus maculatus</i>	31	0-130
43	<i>Neptonemus crassus</i>	5	0-50
44	<i>Helicolenus tengerichi</i>	5	400-600
45	<i>Congiopodus peruvianus</i>	14	0-100
46	<i>Normanichthys crocheri</i>	11	0-150
47	<i>Agonopsis chiloensis</i>	10	0-100
48	<i>Paralichthys microps</i>	67	0-130
49	<i>Hippoglossina macrops</i>	144	0-220
50	<i>Aphos porosus</i>	75	0-130

TABLEAU II (suite)

N°	Espèces	Fréquence d'apparition (sur 206 traits de chaluts)	Intervalle de profondeur des apparitions (m)
51	<i>Hymenopenaeus diomedae</i>	31	220-600
52	<i>Pasiphaea rathbunae</i>	10	320-600
53	<i>Acanthephyra</i> sp.....	9	400-600
54	<i>Campylonotus semistriatus</i>	10	400-600
55	<i>Glyphocrangon alata</i>	25	220-600
56	<i>Heterocarpus reedi</i>	63	150-600
57	<i>Cervimunida johni</i>	49	130-500
59	<i>Munidopsis barrerae</i>	6	400-600
60	<i>Mursia gaudichaudi</i>	138	0-400
61	<i>Libidoclaea granaria</i>	49	130-600
62	<i>Cancer porteri</i>	126	0-400
63	<i>Cancer coronatus</i>	36	0-130
64	<i>Pseudocorystes sicarius</i>	7	0-100
65	<i>Squilla armata</i>	49	0-600
66	<i>Octopus vulgaris</i>	32	150-600
67	<i>Loligo gahi</i>	28	0-130
68	Famille ERYONIDAE.....	16	320-600
69	<i>Homalaspis plana</i>	6	0-130

d'espèces est probablement dû à une meilleure couverture saisonnière et à l'intensification de l'échantillonnage.

L'analyse de l'information disponible montre que toutes les espèces nouvelles rencontrées ainsi que quelques autres, apparaissent occasionnellement dans les captures et n'ont généralement été récoltées qu'une seule fois. En fait, les espèces présentes dans un seul prélèvement ne peuvent en aucun cas être responsables des structures obtenues à travers l'application des analyses d'inertie lors de la recherche des affinités faunistiques.

Pour cette raison, nous avons suivi l'usage courant en écologie qui consiste à éliminer les espèces dont le degré de présence est trop faible; dans la pratique la suppression des espèces rares modifie très peu les structures obtenues (BLANC *et al.*, 1976).

Dans ce but nous avons considéré les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes et, pour ne pas nous priver de toutes les espèces exclusives, des espèces qui sont capturées par d'autres engins de pêche (palangres), (par exemple : *Dissostichus eleginoides*, *Genypterus chilensis*, *Genypterus blacodes*).

On trouvera consignées dans le tableau II les espèces considérées dans les analyses d'inertie, leurs fréquences et leurs intervalles de profondeur d'apparition.

3.2. Analyses d'Inertie

3.2.1. VARIATIONS QUALITATIVES DU PEUPEMENT

L'analyse d'inertie effectuée sur la matrice de similarité entre espèces, bâtie à l'aide du coefficient d'Ochiai, fournit les résultats suivants :

Les 3 premiers axes considérés extraient successivement 19,3 %, 7,3 % et 5 % de la variance totale, soit un pourcentage cumulé de 31,6 %. Nous constatons un étalement de la variance, qui est témoin d'une forte hétérogénéité de la faune de la région. Cependant, le nombre élevé de variables analysées (69 espèces) conduit nécessairement à l'obtention de valeurs propres faibles. En fait, l'analyse d'inertie prévoit autant d'axes que de variables considérées, donc l'étalement de la variance dans les premiers axes est d'autant plus marqué que le nombre de variables analysées est grand. Ainsi, dans cette analyse, le premier axe extrait de très loin la plus grande partie de la variance totale, alors que les axes III et IV peuvent être considérés comme des facteurs secondaires.

Les schémas issus de l'analyse d'inertie (fig. 2, 3, 4 et 5) n'ont pas mis en évidence de variations saisonnières et géographiques, mais un gradient bathymétrique assez remarquable.

3.2.1.1. Répartition des prélèvements

Les représentations des prélèvements dans les plans définis par les axes I-II (fig. 2) et I-III (fig. 3), montrent une séparation par l'axe I des traits de chalut effectués sur le plateau continental (pôle positif), de ceux réalisés dans la zone bathyale (pôle négatif). A l'intérieur de ces deux grands groupes plusieurs sous-groupes peuvent être distingués :

— L'axe II (fig. 2) sépare sur le plateau continental les traits de chalut effectués dans l'intervalle 1-100 m de ceux réalisés entre 130 et 220 m; entre ces deux groupes se trouve un groupe de transition qui représente les traits de chaluts réalisés entre 100 et 130 m. Les points délimités par une ligne discontinue dans le pôle négatif de l'axe II (fig. 2), représentent 80 % des traits effectués dans l'intervalle 1-50 m (tabl. I); ce groupement n'est évidemment pas homogène, puisque à l'intérieur on trouve aussi 11 traits de chalut effectués dans l'intervalle 51-100 m.

— Dans la zone bathyale l'axe II sépare les traits de chalut effectués dans l'intervalle 400-600 m (pôle négatif), de deux groupes qui réunissent les traits réalisés dans les intervalles 320-400 m et

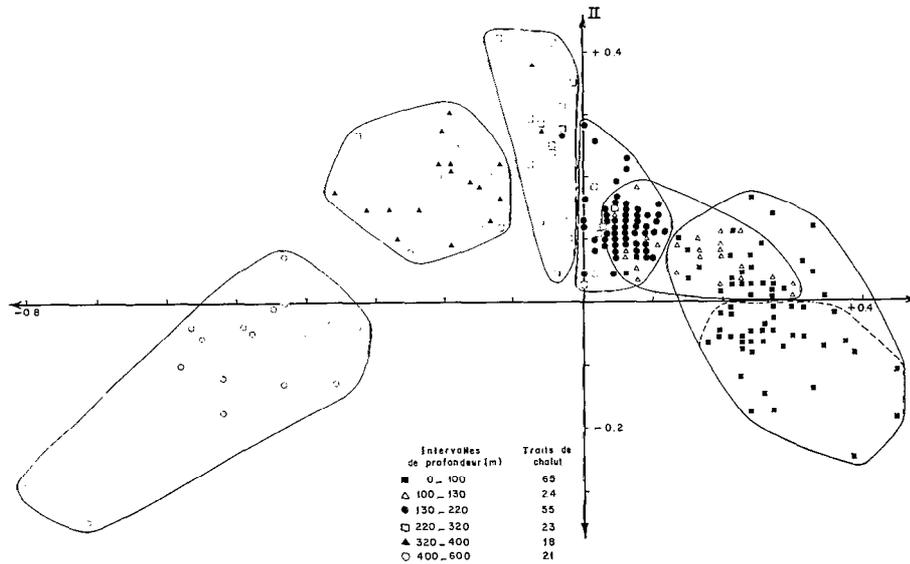


Fig. 2. — Analyse qualitative. Répartition des traits de chalut dans le plan I-II de l'analyse d'inertie.

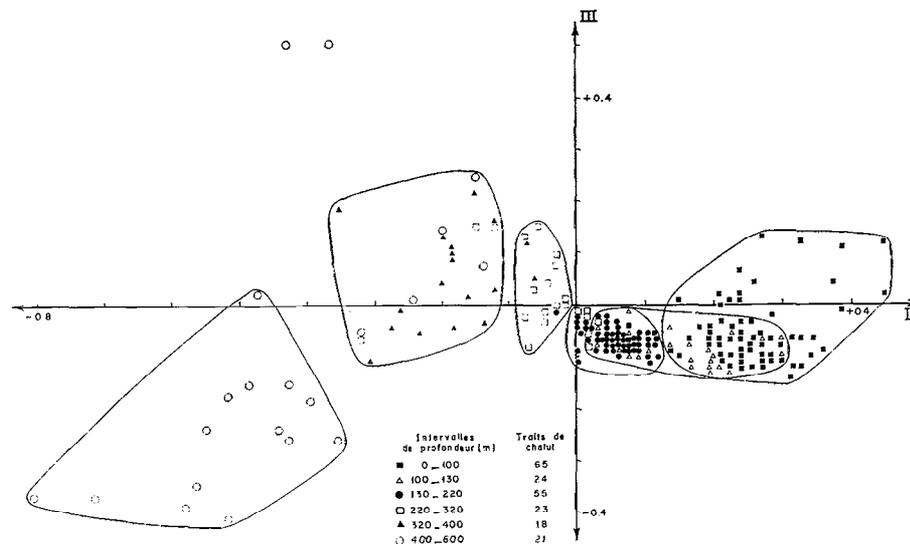


Fig. 3. — Analyse qualitative. Répartition des traits de chalut dans le plan I-III de l'analyse d'inertie.

220-320 m (pôle positif, fig. 2). Ces trois groupes sont clairement séparés par l'axe I (fig. 3).

La figure 3 montre, que la faible extraction de variance par l'axe III rend difficile et délicate son interprétation.

3.2.1.2. Répartition des espèces

La projection des espèces dans le même système d'axes (fig. 4 et 5), éclaire remarquablement les

structures obtenues pour l'ensemble des traits de chalut. Les configurations mettent en évidence les espèces les plus structurantes qui sont éloignées de l'origine des axes, alors que les espèces peu fréquentes sont situées près de l'origine.

En effet, la répartition des espèces dans le plan I-II (fig. 4) et I-III (fig. 5) montre une différence bien marquée par l'axe I entre le peuplement du plateau continental et celui de la zone bathyale. Les espèces représentées par des valeurs fortement positives sur l'axe I constituent le contingent

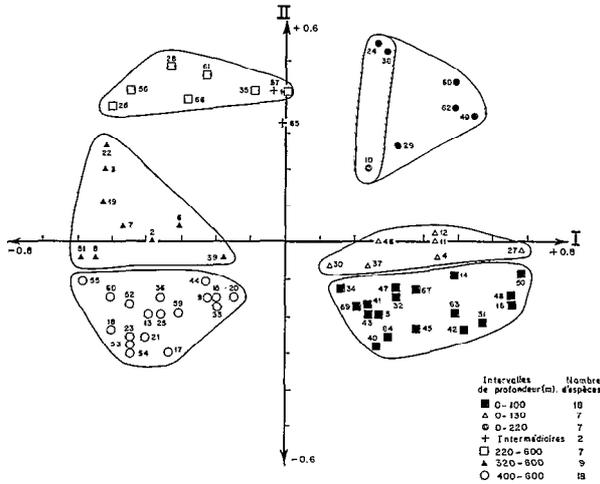


Fig. 4. — Analyse qualitative. Répartition des espèces dans le plan I-II de l'analyse d'inertie.

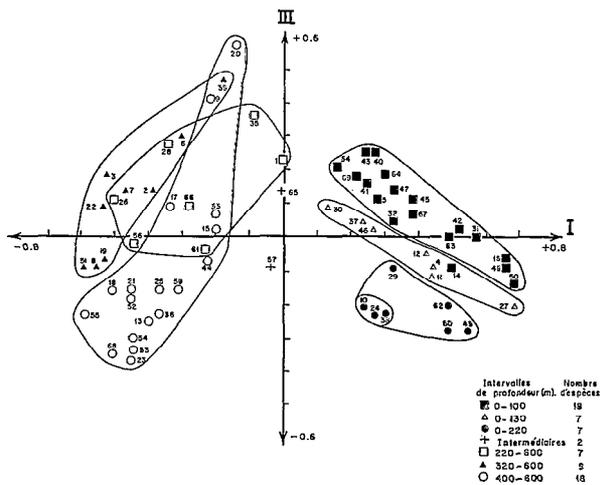


Fig. 5. — Analyse qualitative. Répartition des espèces dans le plan I-III de l'analyse d'inertie.

faunistique caractéristique de la plateforme continentale. On rencontre notamment : *Protilus jugularis* (27), *Aphos porosus* (50), *Paralichthys microps* (48), *Callorhynchus callorhynchus* (16), *Isacia conceptionis* (31), *Hippoglossina macrops* (49), *Stromateus maculatus* (42), *Mursia gaudichaudi* (60), *Cancer porteri* (62), *Discopyge tschudii* (14), *Cancer coronatus* (63), *Psammobatis scobina* (11), *Psammobatis lima* (12), *Halaeturus chilensis* (4), (fig. 4 et 5, tabl. II).

Les espèces représentées par des valeurs fortement négatives sur l'axe I appartiennent au groupe caractéristique de la zone bathyale. Parmi ces

espèces on rencontre : *Hymenopenaeus diomedea* (51), *Glyphocrangon alata* (55), *Centroscyllum granulatum* (8), *Physiculus marginatus* (22), *Halaeturus canescens* (3), *Xenomystax atrarius* (19), *Alephocephalus tenebrosus* (18), *Deania calcea* (7), *Heterocarpus reedi* (56), *Epigonus crassicaudus* (28), *Apristurus nasutus* (2) et les familles des Macrouridae (26) et des Eryonidae (68). La fréquence d'apparition de ces espèces est notablement moins forte que celle des espèces caractéristiques de la plateforme (tabl. II), mais il faut considérer que parmi les 206 traits de chalut seuls 35 % ont été effectivement réalisés dans la zone bathyale, qui représente 27 % de la surface de la région (tabl. I).

De même l'axe II sépare les espèces qui caractérisent les différents sous-groupes de traits de chalut, mis en évidence par l'analyse, sur le plateau continental et dans la zone bathyale (fig. 4, 2 et 3).

Ainsi, sur le plateau continental l'axe II sépare nettement les espèces strictement côtières (vers son pôle négatif) des espèces ubiquistes (pôle positif). Parmi les espèces côtières on trouve des espèces caractéristiques de l'intervalle 0-100 m et des espèces réparties entre 0 et 130 m. Les espèces ubiquistes *Merluccius gayi gayi* (24), *Genypterus maculatus* (38) et *Raja chilensis* (10), préfèrent nettement vivre sur le plateau, 80 % de leurs apparitions correspondant à des traits de chalut effectués dans cette partie de la région. Cependant elles sont séparées (fig. 4 et 5), car elles sont peu fréquentes dans les prélèvements de l'intervalle 0-50 m et abondantes au-delà jusqu'à 320 m. Il est probable que ces espèces soient les responsables des sous-groupes de prélèvements de transition remarqués sur le plateau continental (fig. 2).

Dans la zone bathyale l'axe II sépare les espèces strictement profondes (vers son pôle négatif) des espèces qui se répartissent dans l'intervalle 320-600 m et des espèces ubiquistes de la zone (pôle positif) (fig. 4). A noter, que les espèces appartenant à la famille des Myxinidae (1), ainsi que *Ilucoetes fimbriatus* (35), *Libidoclaea granaria* (61) et *Genypterus blacodes* (39), ne sont pas présentes dans les traits de chalut effectués au-delà de 450 m. En plus, les espèces de la famille des Myxinidae et *Libidoclaea granaria* sont significativement présentes entre 150 et 220 m.

Cervimunida johni (57), espèce intermédiaire, se distribue de préférence entre 150 et 300 m; *Squilla armata* (65) est plutôt une espèce ubiquiste dans la région (fig. 4 et 5).

Il faut signaler, que les espèces à forte fréquence d'apparition ne sont pas nécessairement exclusives des intervalles de profondeur considérés (fig. 4 et tabl. II).

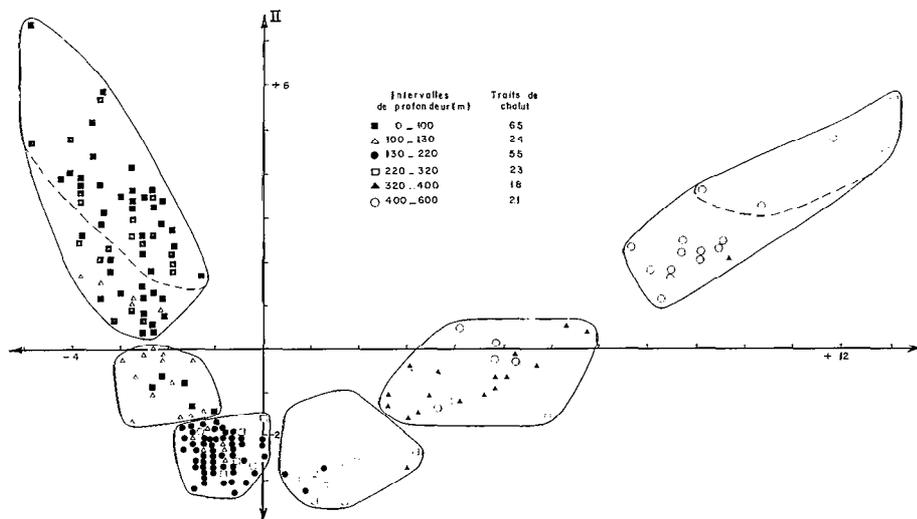


Fig. 6. — Analyse quantitative. Répartition des traits de chalut dans le plan I-II de l'analyse d'inertie.

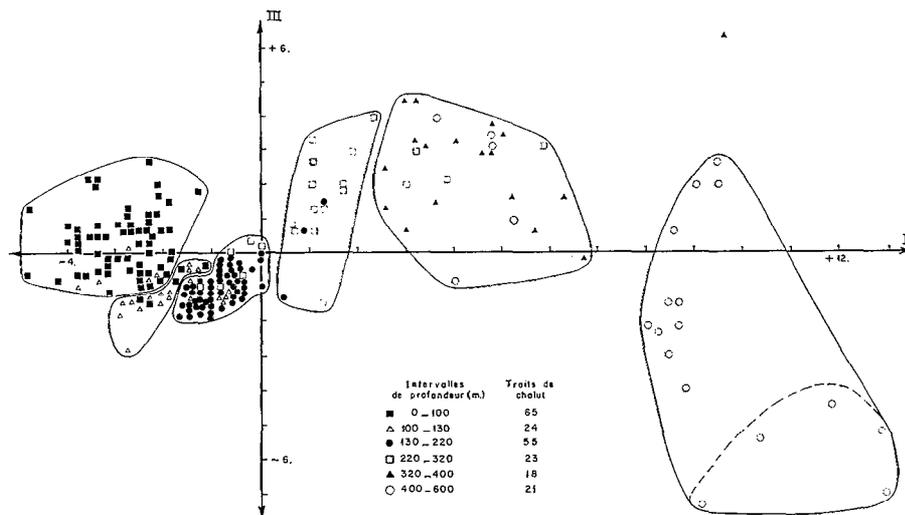


Fig. 7. — Analyse quantitative. Répartition des traits de chalut dans le plan I-III de l'analyse d'inertie.

3.2.2. VARIATIONS QUANTITATIVES DU PEUPEMENT

Les 3 premiers axes considérés de l'analyse d'inertie effectuée sur la matrice des distances entre prélèvements, extraient respectivement 19,7 % 9,1 % et 5,3 % de la variance totale, soit un pourcentage cumulé de 34,1 %. L'étalement de la variance est légèrement moins fort que dans le cas de l'analyse qualitative.

La projection des 206 traits de chalut dans le plan I-II et I-III (fig. 6 et 7) sont, si l'on ne tient pas compte de leur inversion sur les axes, très proches de celle obtenue par l'analyse qualitative (fig. 2 et 3).

Ainsi, l'axe I sépare de façon très claire les traits de chalut effectués sur le plateau continental (cette fois-ci représentés au pôle négatif), de ceux réalisés dans la zone bathyale (au pôle positif).

De même l'axe II sépare dans la zone bathyale (fig. 6) les traits de chalut correspondant à l'intervalle 400-600 m (pôle positif), des traits faits dans les strates 320-400 m et 220-320 (pôle négatif); ces 3 sous-groupes sont aussi séparés par l'axe I (fig. 6 et 7). Entre les prélèvements de l'intervalle 400-600 m se trouvent séparés (par la ligne discontinue) les 5 traits réalisés en hiver au-delà de 500; ceci pourrait être attribué à des variations saisonnières.

TABLEAU III

Prise par unité d'effort moyenne ^a(kg/0,5 h), biomasse estimée ^b(tonnes) et intervalles de confiance (90 %) des principales espèces capturées en hiver

ESPÈCES		INTERVALLES DE PROFONDEUR (m)						BIOMASSE TOTALE
		1-50	51-100	101-150	151-200	201-350	351-600	
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	a	59,92	22,61	1,00*				900 ± 531
	b	611	267	22				
<i>Merluccius gayi gayi</i>	a	0,20	12,45	24,52	13,06	15,38	2,85	1392 ± 608
	b	2	147	938	102	161	42	
Famille Macrouridae	a					26,32	54,94	1090 ± 424
	b					275	815	
<i>Prolatilus jugularis</i>	a	85,13	50,89	19,46*				1906 ± 884
	b	868	602	436				
<i>Hippoglossina macrops</i>	a	2,33	13,25	18,44	20,47	6,56		1114 ± 251
	b	24	157	705	159	69		
<i>Paralichthys microps</i>	a	9,17	3,01	0,64*				144 ± 52
	b	94	36	14				
<i>Heterocarpus reedi</i>	a					78,41	32,90	1307 ± 613
	b					819	488	
<i>Hymenopenaeus diomedae</i>	a						12,45	185 ± 70
	b						185	
<i>Cervimunida johni</i>	a				33,50	1,00		271 ± 259
	b				260	11		
Autres espèces	a	53,94	23,18	14,23	6,72	24,37	35,24	2193
	b	548	273	544	53	253	522	
TOTAL	a	210,69	125,39	69,53	73,75	152,04	138,38	10502
	b	2147 ± 1233	1482 ± 433	2659 ± 979	574 ± 194	1588 ± 782	2052 ± 453	

* Estimation pour l'intervalle 101-130 m (167,51 milles marins carrés).

Sur le plateau la séparation des sous-groupes par l'axe II est plus marquée que dans le cas de l'analyse qualitative (fig. 6 et 2). Au pôle positif de l'axe II se trouvent les traits de chalut correspondant à l'intervalle 0-100 m, tandis qu'au pôle négatif on trouve, séparés par le même axe, les sous-groupes des intervalles 100-130 m et 130-220 m. Les points délimités par une ligne discontinue au pôle positif de l'axe II (fig. 6), représentent 90 % des traits de chalut réalisés entre 0 et 50 m, mais à l'intérieur on trouve aussi 12 traits correspondant à l'intervalle 51-100 m (tabl. I).

La grande dispersion des points représentatifs des espèces dans le même système d'axes rend très

délicate l'interprétation; ce problème fera l'objet d'une étude ultérieure.

3.2.3. INTERPRÉTATION

Il n'a pas été possible de relever des données concernant le milieu ambiant lors de chaque trait de chalut, il n'est donc pas possible de rechercher des relations entre les variations du peuplement et les paramètres du milieu susceptibles d'influer sur ces variations.

D'après les données océanographiques disponibles (cf. paragr. 1), on constate que les variations du peuplement mis en évidence concordent avec les

variations en profondeur des paramètres physiques du milieu (température, salinité et oxygène).

Ainsi, sur le plateau continental, les espèces strictement côtières habitent dans la masse d'eau d'origine sub-antarctique, qui présente une grande variabilité liée au phénomène d'upwelling. Les espèces de l'intervalle 100-200 m vivent dans la partie supérieure de la masse d'eau équatoriale sub-superficielle, caractérisée par des températures comprises entre 11 °C et 10 °C, des salinités supérieures à 34,6 ‰ et une teneur en oxygène généralement inférieure à 0,5 ml/l (SILVA et SIEVERS, 1974; SIEVERS et SILVA, 1975).

Dans la zone bathyale, les espèces strictement profondes habitent dans la masse d'eau intermédiaire antarctique. Les espèces de l'intervalle 200-400 m vivent dans la partie inférieure de la masse d'eau équatoriale sub-superficielle, qui est caractérisée par des températures allant de 10 °C à 8 °C, des salinités comprises entre 34,5 ‰ et 34,6 ‰, et une teneur en oxygène qui va de 0,5 ml/l à 1 ml/l.

Il faut noter que CHARDY et LE GUEN (1971) et DOMAIN (1972) montrent, à la suite d'une étude sur des chalutages effectués au Congo et au Sénégal respectivement, que les paramètres hydrologiques semblent insuffisants pour expliquer la répartition

TABLEAU IV

Prise par unité d'effort moyenne ^a(kg/0,5 h), biomasse estimée ^b(tonnes) et intervalles de confiance (90 %) des principales espèces capturées au printemps

ESPÈCES	INTERVALLES DE PROFONDEUR (m)						BIOMASSE TOTALE	
	1-50	51-100	101-150	151-200	201-350	351-600		
<i>Callorhynchus callorhynchus</i> ...	a b	32,25 329	25,98 307	3,00* 67			703 ± 297	
<i>Merluccius gayi gayi</i>	a b	1,69 16	5,66 67	14,64 560	24,86 193	26,93 281	2,43 36	1153 ± 450
Famille Macrouridae.....	a b					21,47 224	75,45 1119	1343 ± 809
<i>Prolatilus jugularis</i>	a b	86,09 877	83,91 992	20,12* 449				2318 ± 787
<i>Hippoglossina macrops</i>	a b	2,94 30	15,04 178	15,29 585	25,63 199	3,2 33		1025 ± 231
<i>Paralichthys microps</i>	a b	13,81 138	3,92 46	4,44* 99				283 ± 147
<i>Heterocarpus reedi</i>	a b					40,59 424	23,85 354	778 ± 298
<i>Hymenopenaeus diomedea</i>	a b						4,6 68	68 ± 48
<i>Cervimunida johni</i>	a b				174,52 1357	25,32 265	2,01 30	1652 ± 1059
Autres espèces.....	a b	92,37 941	56,32 665	12,09 462	93,10 725	18,62 195	24,24 358	3346
TOTAL.....	a b	228,76 2331 ± 1512	190,83 2255 ± 1036	58,11 2222 ± 785	318,11 2474 ± 1627	136,13 1422 ± 463	132,58 1965 ± 962	12669

* Estimation pour l'intervalle 101-130 m (167,51 milles marins carrés).

TABLEAU V

Prise par unité d'effort moyenne ^a(kg/0,5 h), biomasse estimée ^b(tonnes) et intervalles de confiance (90 %) des principales espèces capturées en été

ESPÈCES		INTERVALLES DE PROFONDEUR (m)						BIOMASSE TOTALE
		1-50	51-100	101-150	151-200	201-350	351-600	
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	a	7,66	16,44	4,90*				381±242
	b	78	194	109				
<i>Merluccius gayi gayi</i>	a		6,56	31,38	7,17	15,45	7,37	1604±1189
	b		78	1200	56	161	109	
Famille Macrouridae.....	a						46,58	691±444
	b						691	
<i>Protatilus jugularis</i>	a	95,76	79,98	29,25*				2574±916
	b	976	945	653				
<i>Hippoglossina macrops</i>	a	19,76	20,48	43,87	23,33	7,12		2377±1258
	b	201	242	1678	182	74		
<i>Paralichthys microps</i>	a	29,04	10,32					418±292
	b	296	122					
<i>Heterocarpus reedi</i>	a					17,45	42,63	814±454
	b					182	632	
<i>Hymenopenaeus diomedea</i>	a							
	b							
<i>Cervimunida johni</i>	a				31,72	113,72		1435±1341
	b				247	1188		
Autres espèces.....	a	67,14	40,44	41,77	18,45	30,62	44,57	3882
	b	684	478	1596	142	321	661	
TOTAL.....	a	219,36	174,22	136,93	80,67	184,36	141,15	14176
	b	2235±1428	2059±791	5236±3448	627±196	1926±1009	2093±1047	

* Estimation pour l'intervalle 101-130 m (167,51 milles marins carrés).

des espèces démersales. Par contre, la profondeur, le taux de matériel particulaire dans l'eau et la nature du fond sont fortement liés au plus grand nombre d'espèces.

Au cours de l'analyse globale sur la répartition de la composition faunistique de la région, nous avons mis en évidence les variations inter-intervalles de profondeur. Il serait intéressant de déterminer les variations existant à l'intérieur des intervalles (pour lesquelles le nombre de prélèvements paraît suffisant), en utilisant les autres possibilités qu'offrent les méthodes d'inertie.

3.3. Evaluation de la biomasse saisonnière

3.3.1. ESTIMATION DE LA BIOMASSE TOTALE

La biomasse totale apparente saisonnière des espèces démersales de la région, entre 32°30' S et 33°30' S (fig. 1), a été estimée à 10.502 t en hiver, 12.669 t au printemps, 14.176 t en été et 12.744 t en automne. Respectivement 65 %, 73 %, 72 % et 59 % de ces estimations correspondent aux stocks du plateau continental (tabl. III, IV, V et VI), zone qui représente 73 % de la surface de la région étudiée (tabl. I).

TABLEAU VI

Prise par unité d'effort moyenne ^a(kg/0,5 h), biomasse estimée ^b(tonnes) et intervalles de confiance (90 %) des principales espèces capturées en automne

ESPÈCES	INTERVALLES DE PROFONDEUR (m)						BIOMASSE TOTALE
	1-50	51-100	101-150	151-200	201-350	351-600	
<i>Callorhynchus callorhynchus</i> ...	a 10,90 b 111	43,40 512					623 ± 604
<i>Merluccius gayi gayi</i>	a 6,56 b 67	17,96 212	40,5 1549	101,00 784	16,10 168	3,05 45	2825 ± 1030
Famille Macrouridae.....	a b				19,17 200	64,42 955	1155 ± 800
<i>Prolatilus jugularis</i>	a 28,44 b 290	25,94 307	64,78* 1447				2044 ± 1762
<i>Hippoglossina macrops</i>	a 1,00 b 10	2,80 33	12,38 474	6,17 48	9,88 103		688 ± 287
<i>Paralichthys microps</i>	a 1,26 b 13	5,84 69					82 ± 59
<i>Heterocarpus reedi</i>	a b				67,1 701	58,75 871	1572 ± 1165
<i>Hymenopenaeus diomedea</i>	a b					6,89 102	102 ± 60
<i>Cervimunida johni</i>	a b			49,83 388	138,8 1450		1838 ± 869
Autres espèces.....	a 13,56 b 138	39,98 472	12,74 487	9,58 76	21,6 226	29,37 436	1835
TOTAL.....	a 61,72 b 629 ± 495	135,82 1605 ± 709	103,47 3957 ± 2378	166,58 1296 ± 913	272,65 2848 ± 1507	162,48 2409 ± 1221	12744

* Estimation pour l'intervalle 101-130 m (167,51 milles marins carrés).

En termes d'abondance relative, la prise par unité d'effort moyenne (P.U.E.) de l'ensemble des espèces montre de notables variations saisonnières, spécialement dans les intervalles 151-200 m et 201-350 m, et une diminution nette dans l'intervalle 1-50 m en automne (fig. 8). Les variations de la (P.U.E.) de l'intervalle 151-350 m sont dues en grande partie aux variations d'abondance de *Merluccius gayi gayi* et de l'espèce intermédiaire *Cervimunida johni* (YANEZ *et al.*, 1975).

Ces estimations doivent être toutefois considérées avec précaution en raison des limitations de la

méthode (cf. paragr. 2.3.2) et d'une sous-estimation probable de la biomasse de certaines espèces.

3.3.2. ESTIMATION DE LA BIOMASSE DES PRINCIPALES ESPÈCES CAPTURÉES

Parmi les espèces les plus abondantes on rencontre notamment : *Merluccius gayi gayi*, *Prolatilus jugularis*, *Hippoglossina macrops*, *Paralichthys microps* et *Callorhynchus callorhynchus* sur le plateau continental, *Heterocarpus reedi*, *Hymenopenaeus diomedea* et les espèces de la famille des Macrouridae dans

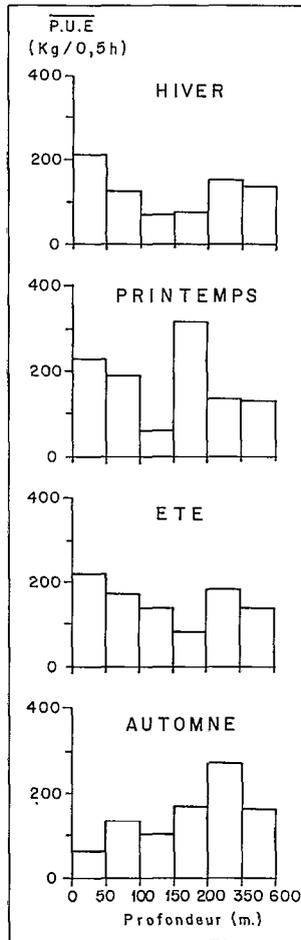


Fig. 8. — Variation saisonnière et bathymétrique de la P.U.E. pour l'ensemble d'espèces capturées.

la zone bathyale, ainsi que *Cervimunida johni*. L'ensemble de ces espèces constitue 79 %, 74 %, 73 % et 86 % de la biomasse totale estimée respectivement en hiver, au printemps, en été et en automne.

3.3.2.1. *Merluccius gayi gayi*

Pour cette espèce, qui a une grande fréquence d'apparition (tabl. II), la biomasse a été évaluée à 2.825 ± 1.030 t en automne (maximum) et à 1.153 ± 450 t au printemps (minimum). 86 % et 90 % de la biomasse estimée respectivement en hiver et au printemps sont répartis entre 101 et 350 m (tabl. III et IV), 75 % de celle évaluée en été sont concentrés dans l'intervalle 101-150 m (tabl. V), tandis qu'en automne 83 % de la biomasse se trouvent entre 101 et 200 m (tabl. VI).

Ces résultats montrent donc l'existence de variations saisonnières notables de la distribution bathymétrique et de la biomasse de l'espèce dans la région. Cependant, ces estimations doivent être considérées avec réserve, car l'utilisation d'un chalut à crevettes pour la capture des merlus entraîne certainement une sous-estimation de la biomasse.

Dans des conditions normales de pêche de cette espèce (de longueur maximum observée 80 cm), le chalut utilisé a une ouverture verticale supérieure à celle du chalut à crevettes, des mailles du cul de 80 mm au lieu de 35 mm et la vitesse du bateau en pêche est de 3 à 3,5 nœuds au lieu de 2,2 nœuds. Pour ces raisons, il est vraisemblable que les indices de densité obtenus dans le présent travail soient beaucoup plus bas que ceux que l'on peut obtenir avec un engin approprié.

Nous avons comparé ainsi, par la méthode de DIKSON (1971), les « captures totales » de 20 traits effectués avec ces deux types de chalut, dans les conditions les plus voisines possibles, pendant les campagnes exploratoires réalisées dans la région en 1972. Les rapports obtenus sont présentés dans le tableau VII.

TABLEAU VII

Rapports des captures totales obtenues avec un chalut à merlus (M) et un chalut à crevettes (C)

Saisons	Rapport M/C	*Limite inférieure	*Limite supérieure
Automne.....	6,3	5,2	7,5
Hiver.....	6,3	4,7	8,3
Printemps.....	6,8	4,3	10,6

* Intervalle de confiance (95 %).

Si l'on considère maintenant non plus les captures totales mais uniquement celle de *Merluccius gayi gayi*, le rapport (M/C) est d'après BARBIERI (1974) égal à 13,3. Cette différence au niveau des prises se traduit également par des différences de la taille moyenne des captures. Ainsi, la taille moyenne de capture obtenue avec un chalut à crevettes, 29 cm (minimum 9 cm et maximum 76 cm), est significativement inférieure à celle obtenue avec le chalut à merlus, 40,3 cm (minimum 20 cm et maximum 80 cm).

Comparaison des résultats des campagnes exploratoires de 1972 et 1974-75

A partir des résultats des campagnes réalisées en 1972, avec un chalut à merlus (YAÑEZ *et al.*, 1974),

résultats extrapolés à la surface de la région considérée dans le présent travail, nous avons estimé que la biomasse moyenne est 21.000 t en automne-hiver.

D'après la biomasse évaluée avec un chalut à crevettes en hiver 1974 (1.392 t) et en automne 1975 (2.825 t), et en tenant compte du rapport M/C = 13,3, la biomasse moyenne corrigée peut alors être estimée à 28.000 t.

La différence que l'on observe donc entre l'automne-hiver 1972 (21.000 t) et l'automne-hiver 1974-75 (28.000 t), ne semble cependant pas imputable à une augmentation proprement dite de l'abondance, mais plutôt à une différence dans la manière de calculer les biomasses. Nous considérons donc que le chiffre de biomasse le plus probable pour ces deux saisons se trouve entre ces deux estimations.

Si l'on considère que la biomasse maximale de l'espèce est de l'ordre de 25.000 t en automne-hiver, la production potentielle, d'après la relation $C_{max} = 0,5 MB_0$ (ALVERSON et PEREYRA, 1969) et les valeurs de mortalité naturelle (M) déterminées par EHRHARD (1974), peut être estimée à 6.000 t. Cette valeur est proche de la capture moyenne annuelle débarquée à Valparaíso (ann. I); néanmoins des prises provenant de cette même région sont également débarquées à San Antonio et Quintero en quantités difficiles à préciser.

Il faut noter que cette espèce est exploitée entre Coquimbo (30° S) et Lebu (38° S), où la production potentielle a été estimée approximativement à 85.000 t/an (PEREYRA, 1973; GUZMAN, 1974). Par ailleurs, d'après les marquages effectués à Valparaíso, San Antonio (fig. 1) et Talcahuano (36° S), il y a migration vers le nord à la fin de l'hiver et au printemps, et vers le sud pendant l'été et l'automne (VILLEGAS et SAETERSDAL, 1968). Cette migration est certainement en relation avec la période principale de ponte qui a lieu au printemps.

3.3.2.2. *Prolatilus jugularis*

Cette espèce présente en été une biomasse estimée à 2.574 ± 916 t (maximum) et en hiver une biomasse de 1.906 ± 884 t (minimum). En hiver, au printemps et en été respectivement 77 %, 81 % et 75 % de la biomasse estimée est répartie entre la côte et la sonde 100 m (tabl. III, IV et V), tandis qu'en automne 71 % se trouve dans l'intervalle 101-130 m (tabl. VI).

D'après les résultats de $\overline{P.U.E.}$ (fig. 9), l'espèce montre en hiver une préférence pour l'intervalle 1-50 m, au printemps et en été pour la strate 1-100 m. Il est très probable ensuite qu'il y ait une migration portant sur une partie notable de la population, ce qui entraîne une forte concentration de la biomasse dans l'intervalle 101-130 m.

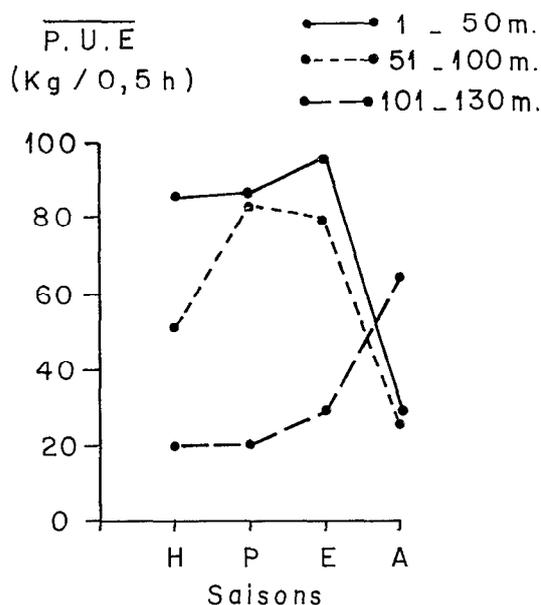


Fig. 9. -- Variation saisonnière et bathymétrique de la P.U.E. pour *Prolatilus jugularis*.

Ces résultats sont une bonne représentation de l'abondance de l'espèce dans la région, car il s'agit d'une espèce de petite taille (longueur totale maximale observée 38 cm), pour laquelle l'engin utilisé est bien adapté. Les meilleurs rendements sont obtenus avec ce type de chalut et la taille moyenne de capture (27 cm) n'est pas significativement différente de celle obtenue avec un chalut à merlus (28,6 cm), (YANEZ, 1974; YANEZ *et al.*, 1974).

3.3.2.3. *Hippoglossina macrops*

Cette espèce, la plus fréquemment rencontrée (tabl. II), présente des variations saisonnières remarquables de biomasse. Ainsi, un maximum de 2.377 ± 1.258 t a été calculé en été, un minimum de 668 ± 287 t en automne, tandis qu'une biomasse moyenne de 1.070 t est présente pendant l'hiver et le printemps (tabl. III et IV).

En été 71 % de la biomasse est concentrée dans l'intervalle 101-150 m, où l'on obtient la $\overline{P.U.E.}$ la plus élevée du cycle annuel (tabl. V et fig. 10). En hiver et au printemps respectivement 92 % et 94 % de la biomasse sont répartis dans l'intervalle 51-200 m, où la $\overline{P.U.E.}$ augmente avec la profondeur (fig. 10). En automne 71 % de la biomasse se trouve dans l'intervalle 101-150 m, la $\overline{P.U.E.}$ étant la plus élevée de la saison (tabl. VI et fig. 10).

Ces estimations peuvent être considérées comme une bonne approximation de l'abondance de l'espèce

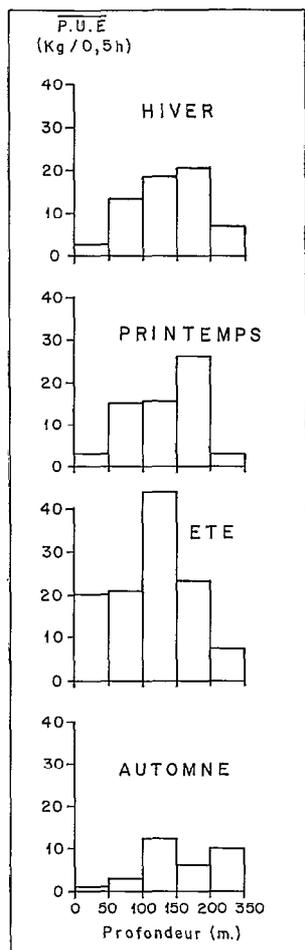


Fig. 10. — Variation saisonnière et bathymétrique de la P.U.E. pour *Hippoglossina macrops*.

dans la région. La taille moyenne de capture obtenue avec un chalut à crevettes (23,5 cm; minimum 10 cm et maximum 34 cm) n'est pas significativement différente de celle obtenue avec un chalut à merlus (21,5 cm; minimum 16 cm et maximum 33 cm). D'autre part, la comparaison des captures de ce poisson avec les deux types de chalut est favorable au chalut à crevettes ($C/M = 2,1$).

Il faut noter que BAUDIN-LAURENCIN (1967), d'après une étude sur des traits de chalut effectués dans la région de Pointe Noire (Congo), signale une supériorité des rendements de nuit pour certaines espèces et particulièrement pour des poissons plats. Ceux-ci demeurent enfouis dans la vase pendant la journée et peuvent donc échapper au chalut, la nuit ils quittent le fond mais resteraient en assez grande proportion dans la zone chalutable.

Il est probable que le même comportement existe chez les poissons plats de la région de Valparaíso.

Il est important de considérer dans les prochaines campagnes exploratoires l'étude des variations nyctémérales, pour préciser davantage l'abondance des ressources démersales de la région.

3.3.2.4. *Paralichthys microps*

Ce poisson plat a été rencontré dans presque tous les traits de chalut effectués dans l'intervalle 1-100 m (tabl. I et II). Comme pour *Hippoglossina macrops*, la biomasse maximale d'été est évaluée à 418 ± 292 t et la biomasse minimale d'automne à 82 ± 59 t. En hiver, au printemps et en été l'abondance diminue notablement avec l'augmentation de la profondeur (tabl. III, IV et V); en automne le phénomène est inverse (tabl. VI).

3.3.2.5. *Callorhynchus callorhynchus*

L'espèce est également présente dans la plupart des traits de chalut réalisés dans l'intervalle 1-100 m (tabl. I et II). La biomasse maximale a été estimée en hiver à 900 ± 531 t, 68 % de laquelle sont répartis dans l'intervalle 1-50 m (tabl. III). Au printemps 91 % de la biomasse se distribuent approximativement en parts égales dans chacun des intervalles 1-50 m et 51-100 m (tabl. IV). La biomasse minimale est estimée en été, 51 % se trouvant dans l'intervalle 51-100 m (tabl. V); en automne 82 % de la biomasse est concentrée dans ce même intervalle (tabl. VI).

Ces résultats doivent être considérés avec prudence, car il est fort possible que l'engin de pêche utilisé ne soit pas bien adapté à la capture de cette espèce. Des rendements plus importants ont en effet été obtenus avec un chalut à merlus (YANEZ *et al.*, 1974).

3.3.2.6. *Heterocarpus reedi*

Les variations saisonnières de la distribution bathymétrique de cette espèce sont bien mises en évidence par les variations de la P.U.E. (fig. 11). Les rendements les plus élevés sont obtenus dans l'intervalle 201-350 m en hiver et au printemps, et entre 351 et 600 m en été et en automne. Il faut noter, d'après les résultats des pêches commerciales de 1969 et 1970, que les rendements les plus importants ont été obtenus en hiver dans l'intervalle 200-300 m et en été entre 350 et 450 m (ARANA et NAKANISHI, 1971).

La biomasse saisonnière de cette espèce a été estimée à 1572 ± 1165 t en automne, 1307 ± 613 t en hiver, 814 ± 454 t en été et 778 ± 298 t au printemps.

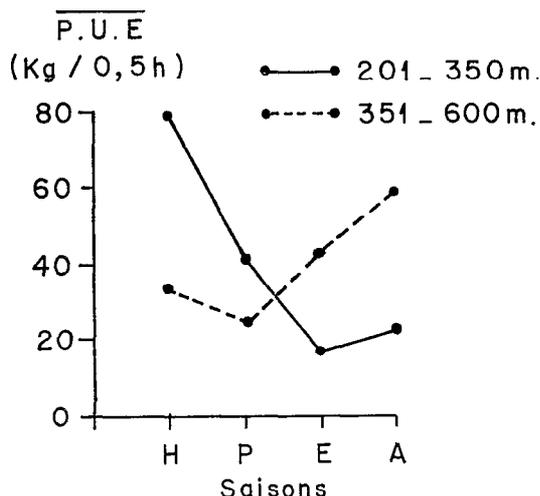


Fig. 11. — Variation saisonnière et bathymétrique de la $\overline{P.U.E.}$ pour *Heterocarpus reedi*.

Il faut signaler qu'en automne, dans l'intervalle 201-350 m, les P.U.E. varient entre 0 et une valeur exceptionnelle de 356 kg/0,5 h. Si l'on ne tient pas compte de cette dernière valeur, la biomasse en automne est estimée à 1106 ± 528 t. Ainsi, la biomasse est alors maximale en hiver et minimale au printemps.

Il faut noter, d'après les résultats des pêches commerciales de 1969 et 1970, que les $\overline{P.U.E.}$ les plus élevées ont été obtenues au printemps (610 kg/h) et en hiver (524 kg/h), qui correspond à la période de ponte (ARANA et TIFFOU, 1970). La $\overline{P.U.E.}$ est moins importante en automne (468 kg/h) et minimale en été (426 kg/h).

De même, d'après les résultats obtenus par YANEZ (1974) et YANEZ *et al.* (1975) extrapolés à la surface considérée, la biomasse a été estimée à 2 435 t au printemps (maximum), 1 545 t en hiver et 1 500 t en automne.

Il est vraisemblable, d'après les différents résultats considérés, que l'abondance des crevettes a sensiblement diminué dans la région, principalement au printemps (2 435 t en 1972 et 778 t en 1974). Cette diminution d'abondance a été observée dans toute la zone d'exploitation de l'espèce (entre 29 ° S et 37° S) par GUZMAN (1974), qui propose un quota de 7 000 t par an.

3.3.2.7. *Hymenopenaeus diomedae*

Cette espèce, de taille céphalotoracique moyenne 36,32 mm, n'est pas capturée en quantités importantes, mais elle apparaît fréquemment en même

temps que *Heterocarpus reedi*, surtout au-delà des 400 m (tabl. II).

La biomasse dans l'intervalle 351-600 m a été estimée 185 ± 70 t en hiver, au printemps celle-ci s'abaisse à 68 ± 48 t, en été elle se trouve probablement au-delà des 600 m. En automne la biomasse a été évaluée à 102 ± 60 t.

Il est très probable que la plus grande partie de la biomasse de cette espèce soit concentrée normalement au-delà de la zone bathyale (ARANA et CRISTI, 1971). Tel doit être aussi le cas des crevettes *Campylonolus semistriatus* et *Glyphocrangon alaia*.

3.3.2.8. Famille des Macrouridae

Les espèces de cette famille (ann. III) sont capturées principalement au cours des pêches faites pour *Heterocarpus reedi* et rejetées à la mer (% d'eau dans le corps trop élevé). La biomasse maximale a été évaluée à 1.343 ± 809 t au printemps et la minimale en été à 691 ± 444 t. En fonction de la profondeur, au moins 75 % de la biomasse sont répartis dans l'intervalle 351-600 m (tabl. III, IV, V et VI). Ces estimations peuvent être considérées comme une bonne représentation de l'abondance, car il s'agit de poissons de petites tailles (8 à 40 cm).

3.2.2.9. *Cervimunida johni*

Cette espèce présente une biomasse maximale estimée à 1.838 ± 869 t en automne et en hiver une biomasse minimale de 271 ± 259 t. En hiver et au printemps l'espèce se tient de préférence dans l'intervalle 151-200 m (tabl. III et IV), tandis qu'en été et en automne elle est concentrée dans l'intervalle 201-350 m (tabl. V et VI).

Il faut signaler, que pour cette étude on a employé un chalut à crevettes qui n'est pas le mieux adapté à la capture des langoustines, ces estimations doivent donc être considérées avec précaution.

La situation actuelle du stock de langoustines de la région est inquiétante. En effet, deux espèces sont exploitées dans la zone centrale de Chili (30° S et 38° S), *Cervimunida johni* et *Pleuroncodes monodon*, pour lesquelles on a observé une importante diminution de l'abondance (GUZMAN, 1974; BAHAMONDE, communication personnelle 1979). *Cervimunida johni* était l'espèce la plus importante au début de la pêcherie (1953), la baisse d'abondance de cette espèce a provoqué un regain d'intérêt pour *Pleuroncodes monodon* qui représente actuellement la plus grande partie des débarquements (ann. I).

Durant ces dernières années *Pleuroncodes monodon* a été rarement capturé dans la région de Valparaíso et seulement en petites quantités (YANEZ *et al.*,

1974). Par ailleurs, l'état du stock de *Cervimunida johni* est tel qu'il convient d'en déconseiller l'exploitation, comme le signalaient déjà YAÑEZ *et al.* (1975).

CONCLUSION

Au terme de cette étude sur la faune démersale de la région de Valparaíso, Chili, nous pouvons avancer un certain nombre de considérations.

1. Le nombre d'espèces de poissons et invertébrés capturés au chalut est supérieur à 120. Ces espèces appartiennent principalement aux classes des Chondrichthyes (17 %), Osteichthyes (44 %) et Crustacea (27 %). Les familles les plus importantes par le nombre d'espèces sont les Macrouridae (6), Squalidae (5), Cancridae (4), Majidae (4), Scyliorhinidae (3), Rajidae (3), Ophiididae (3) et Galatheidae (3).

2. Une discontinuité marquée entre le peuplement du plateau continental (1-200 m) et celui de la zone bathyale (201-600 m) a été observée à la fois sur les plans qualitatif et quantitatif. A l'intérieur de ces deux zones la composition faunistique varie graduellement avec la profondeur. Ainsi sur le plateau continental on trouve des espèces strictement côtières (réparties entre la côte et 130 m) et des espèces distribuées sur tout le plateau (jusqu'à 220 m). Dans la zone bathyale on peut distinguer les espèces strictement profondes (distribuées au-delà de 400 m), des espèces réparties entre 320 et 600 m, et des espèces distribuées dans toute la zone (à partir de 220 m). *Merluccius gayi gayi*, *Genypterus maculatus*, *Raja chilensis*, les espèces de la famille des Myxinidae et *Squilla armata* sont plutôt des espèces

ubiquistes de la région; tandis que *Cervimunida johni* et *Libidoclaea granaria* sont des espèces intermédiaires (réparties de préférence entre 150 et 350 m).

L'accent a été mis sur les variations entre les intervalles de profondeur considérés. Il serait intéressant d'envisager une étude plus détaillée, sur les variations existant à l'intérieur des intervalles, en utilisant les autres possibilités de l'analyse d'inertie.

3. Les espèces les plus abondantes, qui constituent de 73 % à 86 % des biomasses totales estimées aux différentes saisons, sont les poissons *Merluccius gayi gayi*, *Prolatilus jugularis*, *Hippoglossina macrops* et *Callorhynchus callorhynchus* sur le plateau continental; la crevette *Heterocarpus reedi* et les poissons de la famille des Macrouridae dans la zone bathyale, ainsi que la langoustine *Cervimunida johni* entre 150 et 350 m. Il faut considérer dans les prochaines campagnes exploratoires l'étude des variations nyctémérales, pour préciser davantage le comportement et l'abondance des espèces démersales de la région.

4. La diminution de l'abondance de la crevette nylon (*Heterocarpus reedi*) et des langoustines (*Cervimunida johni* et *Pleuroncodes monodon*) est très inquiétante. L'examen de toutes les données disponibles et leur analyse par des modèles globaux et analytiques est indispensable pour juger de l'état actuel des stocks de la zone centrale du Chili (30° S et 38° S) et prendre les mesures nécessaires à une gestion rationnelle.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.
le 4 juillet 1979.

BIBLIOGRAPHIE

- ALVERSON (D. L.) and PEREYRA (W. T.), 1969. -- Demersal fish explorations in the Northeastern Pacific Ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. *J. Fish. Res. Board Canada* 26 : 1985-2001.
- ARANA (P.), 1970. -- Estudio sobre la selectividad de la merluza (*Merluccius gayi gayi*). *Inv. Mar.*, 1 (1) : 1-40.
- ARANA (P.), 1970. -- Crecimiento relativo del camarón nylon *Heterocarpus reedi*, de la costa de Valparaíso. *Inv. Mar.*, 1 (6) : 109-138.
- ARANA (P.), 1971. -- Influencia del tamaño de malla en la captura de merluza (*Merluccius gayi gayi*). *Carpas*, D. Tec. 55.
- ARANA (P.) y CRISTI (A.), 1971. -- Parámetros biométricos de la gamba, *Hymenopenaeus diomedea*. *Inv. Mar.*, 2 (2) : 21-40.
- ARANA (P.) y NAKANISHI (C.), 1971. -- La pesquería del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) frente a la costa de Valparaíso. *Inv. Mar.*, 2 (4) : 61-92.
- ARANA (P.) y TIFFOU (M.), 1970. -- Madurez sexual, sexualidad y fecundidad del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*). *Inv. Mar.*, 1 (11) : 61-84.
- BARBIERI (M. A.), 1974. -- Diseño y evaluación de una red de arrastre de muestro. Tesis Esc. Pesq. y Alim., UCV, 179 p.
- BARNES (R. D.), 1968. -- Invertebrate zoology. W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 743 p. (second edition).
- BAUDIN-LAURENCIN (F.), 1967. -- La selectivité des chaluts et les variations nyctémérales des rendements dans la région de Pointe Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. V, n° 1 : 85-121.
- BLANC (F.), CHARDY (P.), LAUREC (A.) et REYS (J.-P.), 1976. -- Choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie. Implications en écologie marine benthique. *Marine Biology* 35 : 49-67.
- CHARDY (P.), GLEMAREC (M.) and LAUREC (A.), 1976. -- Application of inertia methods to benthic marine ecology. Practical implications of the basic options. *Estuarine and Coastal Marine Science* 4 : 179-205.
- CHARDY (P.) et LE GUEN (J. C.), 1971. -- Essai d'analyse multivariable d'une série de chalutages au Congo. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* vol. IX, n° 1 : 97-106.
- COCHRAN (W. G.), 1962. -- Sampling techniques. Wiley & Sons, New York, 413 p.
- DICKSON (W.), 1971. -- Trawl gear selection, design and construction in relation to fish behavior, vessel power and fishing conditions. *Mod. Fish. Gear of the world. Fish. News Ltd.* Vol. 3 : 336-347.
- DOMAIN (F.), 1972. -- Poissons démersaux du plateau continental sénégalais. Application de l'analyse en composantes principales à l'étude d'une série de chalutages. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. X, n° 2 : 111-123.
- DOMAIN (F.), 1974. -- Première estimation de la biomasse et de la production potentielle en poissons démersaux du plateau continental sénégalais-mauritanien entre cap Timires et le Cap Roxo. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, *Doc. Scient.*, n° 61 : 23 p.
- EHRHARD (N. M.), 1974. -- Dinámica de la población de merluza (*Merluccius gayi gayi*), en aguas chilenas. Univ. Wash., Seattle (manuscrito).
- FOX (W. W.), 1975. -- Fitting the generalized stock production model by least-squares and equilibrium approximation. *Fish. Bull. (U.S.)*, 73 (1) : 23-36.
- GOLVAN (Y. J.), 1962. -- Catalogue systématique des noms de genres de poissons actuels. *Ann. Parasito. Hum. et Comp.* 1962, 37, n° 6 bis (fasc. suppl.).
- GULLAND (J. A.), 1964. -- Catch per unit of effort as a measure of abundance. *Rapp. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 155 : 8-14.
- GUZMAN (O.), 1974. -- Situación y perspectivas de explotación de los principales recursos pesqueros de Chile. Seminario sobre las perspectivas de desarrollo del sector pesquero chileno. Viña del Mar septiembre 1974 : 99-138.
- HEDGPETH (J. W.), 1957. -- Treatise on marine ecology and paleoecology. Vol 1. Ecology. The Geological Society of America. Memoir 67.
- LEBART (L.) et FENELON (J.-P.), 1971. -- Statistique et informatique appliquées. Dunod, Paris, 426 p.

- OCHIAI (A.), 1957. — Zoogeographical studies on the soleoid fishes found in Japan and its neighbouring regions. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 22 : 526-530.
- PALOHEIMO (J. E.) and DICKIE (L. M.), 1964. — Abundance and fishing succes. *Rapp. Procès-Verbaux Réunions Conseil Perm. Intern. Exploration Mer* 155 : 152-163.
- PEREYRA (W. T.), 1971. — Algunas técnicas directas para estimar standing stock. Seminario sobre conceptos básicos de manejo y estimación de recursos pesqueros. *Esc. Pesq. y Alim., UCV*, 6 p.
- PEREYRA (W. T.), 1973. — Informe sobre el estado actual del recurso merluza (*Merluccius gayi gayi*) en Chile. *Esc. Pesq. y Alim., UCV, multigr.*
- PEREYRA (W. T.), REEVES (J. E.) and BAKKALA (R. G.), 1976. — Demersal fish and shellfish resources of the Eastern Bering Sea in the baseline year 1975. Northwest & Alaska Fisheries Center, Processed Report, October 1976, 583 p.
- RICKER (W. E.), 1940. — Relation of catch per unit of effort to abundance and rate of exploitation. *J. Fish. Res. Board Canada* 5 : 43-70.
- RICKER (W. E.), 1975. — Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *J. Fish. Res. Board Canada* 191 : 382 p.
- SIEVERS (C. H.) y SILVA (S. N.), 1973. — Variaciones estacionales de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno frente a la bahía de Valparaíso (mayo 1968-abril 1969). *Inv. Mar.*, 4 (1) : 1-15.
- SIEVERS (C. H.) y SILVA (S. N.), 1975. — Masas de agua y circulación en el Océano Pacífico Sudoriental (Lat. 18° S-33° S). *Oper. Ocean. Mar Chile VIII. Cienc. y Téc. del Mar. Cona* n° 1 : 7-67.
- SILVA (S. N.), 1973. — Variaciones estacionales de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno en la zona costera de Valparaíso (septiembre 1969-agosto 1970). *Inv. Mar.*, 4 (3) : 89-112.
- SILVA (S. N.) y SIEVERS (C. H.), 1974. — Masas de agua, velocidad geostrofica y transporte de volumen entre Valparaíso e Isla Robinson Crusoe (Océano Pacífico Sud Oriental). *Pacífico Sur*, n° 2 : 103-120.
- TRUJILLO (P. H.), 1972. — Distribución y abundancia de recursos demersales capturados durante pescas exploratorias realizadas a lo largo de la costa chilena (con énfasis en las merluzas) 1964-1969. *Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq.*, n° 17 : 94.
- VILLEGAS (L.) y SAETERSDAL (G.), 1968. — Informe preliminar sobre experimentos de marcación de merluza (*Merluccius gayi gayi*) en Chile. *Pub. Inst. Fom. Pesq.*, n° 37 : 7.
- YAÑEZ (R. E.), 1974. — Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos disponibles a un arte de arrastre camaronero frente a la costa de Valparaíso (invierno y primavera 1972). *Inv. Mar.*, 5 (5) : 125-136.
- YAÑEZ (R. E.) y BARBIERI (M. A.), 1974. — Distribución y abundancia relativa de los recursos disponibles a un arte de arrastre camaronero frente a la costa de Valparaíso (inverno 1973). *Inv. Mar.*, 5 (6) : 137-156.
- YAÑEZ (R. E.), TRUJILLO (P. H.), BARBIERI (M. A.) y MELO (F. T.), 1974. — Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos disponibles a un arte merlucero frente a la costa de Valparaíso (otoño, invierno y primavera 1972). *Inv. Mar.*, 5 (4) : 111-124.
- YAÑEZ (R. E.), SEPULVEDA (J. I.) y MELO (F. T.), 1975. — Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos demersales frente a la costa de Valparaíso. Simposio sobre ciencia pesquera. Ensenada, Baja California, México, febrero 1975.

ANNEXE I

Débarquements moyens (tonnes) pour la période 1963-73 des principales espèces démersales : ensemble du Chili et ports de la région de Valparaiso

ESPÈCES	TOTAL PAYS	RÉGION DE VALPARAISO			
		Total région	Quintero	Valparaiso	San Antonio
<i>Merluccius gayi gayi</i>	85.428	48.486	2.651	6.446	39.389
<i>Heterocarpus reedi</i>	8.314	6.998	1.734	4.186	1.077
<i>Cerimunida johni</i> et <i>Pleuroncodes monodon</i>	22.805	18.409	1.048	7.739	9.623
TOTAL.....	116.547	73.893	5.433	18.371	50.089

Source : Ministère de l'Agriculture, Département de la Pêche et de la Chasse. Annales Statistiques de 1963 à 1973.

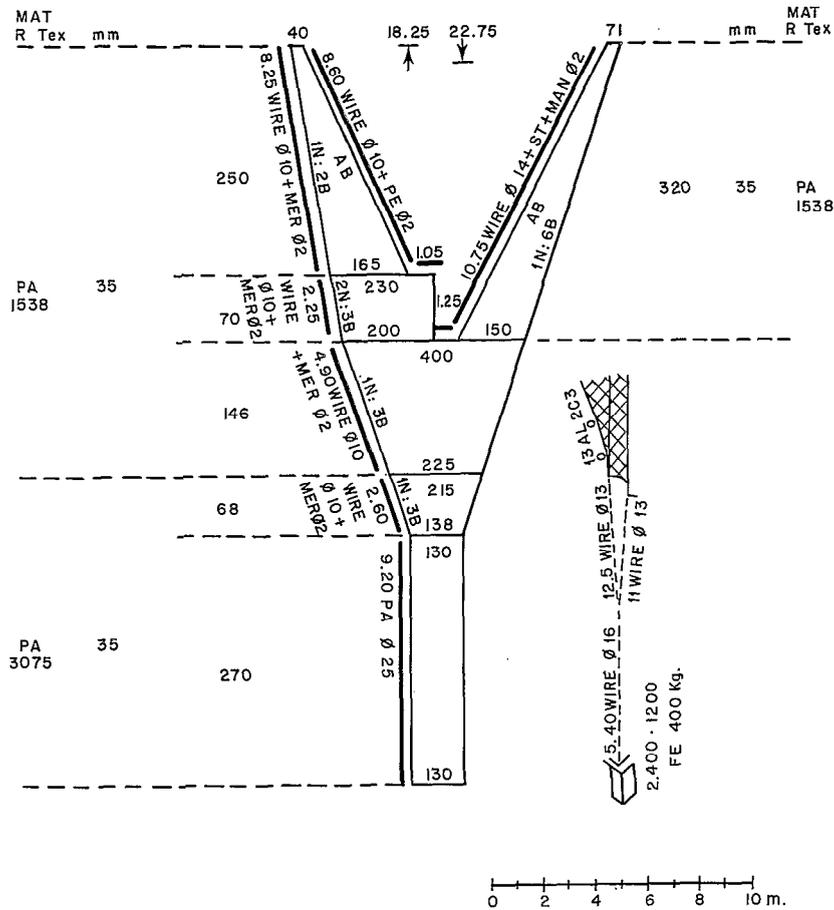
ANNEXE II

Description de l'engin de pêche utilisé.

CHALUT
à panneaux de fond
prope ou dur
CREVETTE
VALPARAISO
CHILI

REFERENCE
MARIA A. BARBIERI
ELEUTERIO YAÑEZ
ING. EN PECHERIES
U.C.V.
VALPARAISO

BATEAU
ET: 19.81
TB: 68.10
Cv: 450
No: B/E "Tiberiades"



ANNEXE III

Options considérées dans les analyses d'inertie

III.1. *Indice d'Ochiai (1957)*

Cet indice qualitatif exclu de leur formulation les absences communes, dont l'expression :

$$\frac{s}{\sqrt{(s+u)(s+v)}}$$

où, en considérant 2 espèces j_1 et j_2 et I_{\max} prélèvements, et en attribuant 1 point quand l'espèce est présente et 0 point quand elle est absente,

s = nombre de prélèvements où j_1 et j_2 sont présentes ($j_1 = j_2 = 1$)

u = nombre de prélèvements où j_1 est présente et j_2 absente ($j_1 = 1 ; j_2 = 0$)

v = nombre de prélèvements où j_2 est présente et j_1 absente ($j_1 = 0 ; j_2 = 1$).

Si l'on considère une matrice X (I_{\max} , J_{\max}), constituée par I_{\max} prélèvements et J_{\max} espèces, l'expression de la similarité entre deux espèces j_1 et j_2 selon l'indice d'Ochiai peut s'écrire :

$$SJ(j_1, j_2) = \sum_{i=1}^{I_{\max}} \frac{x(i, j_1)}{\sqrt{TJ(j_1)}} \cdot \frac{x(i, j_2)}{\sqrt{TJ(j_2)}}$$

$$\text{avec } TJ(j) = \sum_{i=1}^{I_{\max}} x(i, j)$$

En décomposant la formule d'Ochiai on a en effet :

$$s = \sum_{i=1}^{I_{\max}} x(i, j_1) \cdot x(i, j_2)$$

$$s+u = \sum_{i=1}^{I_{\max}} x(i, j_1) = TJ(j_1)$$

$$s+v = \sum_{i=1}^{I_{\max}} x(i, j_2) = TJ(j_2)$$

Par conséquent, en utilisant l'indice d'Ochiai il est possible d'effectuer une Analyse Générale, donc de faire appel à la dualité des espèces et des prélèvements, ayant préalablement divisé chaque $x(i, j)$ par $\sqrt{TJ(j)}$, puis centré chaque prélèvement.

III.2. *Distance euclidienne*

La distance entre deux prélèvements i_1 et i_2 représentée par J_{\max} espèces est définie par la relation :

$$d^2(i_1, i_2) = \sum_{j=1}^{J_{\max}} (x(i_1, j) - x(i_2, j))^2$$

D'après du centrage et de la réduction des espèces, la représentation euclidienne devient :

$$XE(i, j) = \frac{x(i, j) - XJ(j)}{SJ(j)}$$

et la distance entre deux prélèvements :

$$d^2(i_1, i_2) = \sum_{j=1}^{J_{\max}} \frac{1}{SJ(j)^2} (x(i_1, j) - x(i_2, j))^2$$

où $SJ(j)^2$ et $XJ(j)$ sont respectivement la variance et la moyenne de l'espèce j . Centrer les espèces a pour conséquence de déplacer l'origine au barycentre des points-prélèvements ; ainsi, le premier axe extrait est plus discriminant et la structure obtenue gagne en netteté.

L'analyse d'inertie utilisant cette distance correspond à une analyse en Composantes Principales d'une matrice des corrélations entre espèces (mode R).

ANNEXE IV

Méthode de calcul de la biomasse et de son intervalle de confiance

IV.1 Estimation de la biomasse

L'équation classique qui met en rapport la grandeur de la population avec la P.U.E. est la suivante :

$$\hat{B}_{kj} = \overline{PUE}_{kj} / q_j$$

où \hat{B}_{kj} est la biomasse estimée, exprimée en poids, de l'espèce j dans l'intervalle k , et q_j est le coefficient de capturabilité de l'espèce j . La P.U.E. moyenne est donnée par :

$$\overline{PUE}_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{I_{\max}} PUE_{kji}}{I_{\max}}$$

où I_{\max} est le nombre de traits de chalut effectués dans l'intervalle de profondeur k .

Par ailleurs, si l'on désigne la surface de balayage de l'engin de pêche en une unité de temps par \bar{a} , et la surface de l'intervalle de profondeur k par Λ_k , le coefficient de capturabilité devient :

$$q_j = c_j \cdot \frac{\bar{a}}{\Lambda_k}$$

où c est le coefficient de vulnérabilité (PALOHEIMO et DICKIE, 1964), des individus de l'espèce j dont la taille est suffisante pour qu'ils soient retenus par le chalut et qui se trouvent dans l'aire de balayage lors du chalutage. Ce coefficient peut être considéré comme le produit de deux coefficients : (1) c_h qui exprime la vulnérabilité des individus se trouvant réellement à l'intérieur de la zone d'influence du chalut, et (2) c_v , la proportion du nombre total des individus se trouvant dans toute la colonne d'eau ayant pour base la surface prospectée et susceptibles d'être capturés par l'engin.

L'équation utilisée pour déterminer la biomasse devient :

$$\hat{B}_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{I_{\max}} PUE_{kji}}{I_{\max}} \cdot \frac{\Lambda_k}{\bar{a} \cdot c_j}$$

IV.2 Intervalle de confiance

Si l'on considère la variance de la \overline{PUE}_{kj} de l'espèce j dans l'intervalle de profondeur k :

$$\text{VAR}(\overline{PUE}_{kj}) = \frac{\sum_{i=1}^{I_{\max}} (PUE_{kji})^2 - I_{\max} (\overline{PUE}_{kj})^2}{I_{\max} (I_{\max} - 1)}$$

La variance de la biomasse est déterminée par :

$$\text{VAR}(\hat{B}_{kj}) = \left(\frac{\Lambda_k}{\bar{a}}\right)^2 \cdot \text{VAR}(\overline{PUE}_{kj})$$

et l'intervalle de confiance de la biomasse estimée :

$$\hat{B}_{kj} \pm t(0.1) (I_{\max} - 1) \cdot \sqrt{\text{VAR}(\hat{B}_{kj})}$$

Si l'on considère plusieurs intervalles de profondeur, la biomasse totale est obtenue par :

$$\hat{B}_{Tj} = \sum_{k=1}^{K_{\max}} \hat{B}_{kj}$$

sa variance :

$$\text{VAR} (\hat{B}_{Tj}) = \sum_{k=1}^{K_{\max}} \text{VAR} (\hat{B}_{kj})$$

et les degrés de liberté (n_e), pour le calcul des limites de confiance de la biomasse totale estimée, sont déterminés d'accord avec COCHRAN (1962) :

$$n_e = \frac{\left(\sum_{k=1}^{K_{\max}} f_k \cdot \text{VAR} (\text{PUE}_{kji}) \right)^2}{\sum_{k=1}^{K_{\max}} \frac{f_k^2 \cdot (\text{VAR} (\text{PUE}_{kji}))^2}{I_{\max} - 1}}$$

$$\text{où } f_k = \frac{IT \cdot (IT - I_{\max})}{I_{\max}} \text{ et } IT = \frac{A_k}{\bar{a}}$$

ANNEXE V

Liste taxonomique des espèces capturées

<i>Non scientifique</i>	VERTEBRATA	<i>Non vernaculaire</i>
AGNATHES		
Famille MYXINIDAE (1 ou 2 espèces)		anguilas babosas
CHONDRICHTHYES		
Famille CARCHARHINIDAE		
<i>Mustelus mento</i> COPE, 1877		lollo blanco
Famille SCYLIORHINIDAE		
<i>Apristurus nasulus</i> DE BUEN, 1959		liburón espatula s/p
<i>Hataelurus canescens</i> (GUNTHER), 1878		liburón chancho
<i>Hataelurus chilensis</i> (GUICHENOT), 1848		pinta roja
Famille SQUALIDAE		
<i>Aculeola nigra</i> DE BUEN, 1959		gato negro
<i>Centroscyllum granulosum</i> (GUNTHER), 1880		liburón aleta blanca
<i>Centroscymnus crepidater</i> BOCAGE-CAPELLO, 1864		lollo negro de cacho
<i>Deania calcea</i> LOWE, 1939		liburón espatula c/p
<i>Squalus</i> sp.		liburón, lollo de cacho
N.I.* (1 ou 2 espèces)		liburones
Famille RAJIDAE		
<i>Psammobalis lima</i> (POEPPIG), 1835		trucha de mar
<i>Psammobalis scobina</i> (PHILIPPI), 1857		raya pequén
<i>Raja chilensis</i> (GUICHENOT), 1848		raya volantín
Famille GURGESIELLIDAE		
<i>Gurgesiella furvescens</i> DE BUEN, 1959		raya ratón
Famille TORPEDINIDAE		
<i>Discopyge tschudii</i> HECKEL, 1845		tembladera
N.I.* (3 espèces)		rayas : volantín azul, leopardo et angel
Famille CHIMAERIDAE		
<i>Hydrolagus macrophthalmus</i> ? DE BUEN, 1959		quimera
Famille CALLORHYNCHIDAE		
<i>Callorhynchus callorhynchus</i> (LINNAEUS), 1758		pege gallo
OSTEICHTHYES		
Famille ALEPOCEPHALIDAE		
<i>Alepocephalus tenebrosus</i> GILBERT, 1891		pez negro
Famille CLUPEIDAE		
<i>Sardinops sagax</i> (JENYNS), 1842		sardina española

* Espèces non identifiées.

<i>Nom scientifique</i>	<i>Nom vernaculaire</i>
Famille MYCTOPHIDAE	myctophido
Famille CONGRIDAE	
<i>Xenomystax atrarius</i> GILBERT, 1891	anguila con dientes
<i>Alloconger</i> sp.	congrio blanco
Famille NOTACANTHIDAE	
<i>Notacanthus</i> spp. (2 espèces)	pez fantasma
Famille MACROURIDAE	
<i>Coelorhynchus chilensis</i> GILBERT-THOMPSON, 1916	granadero
<i>Coelorhynchus</i> sp.	peje ratas
<i>Coryphaenoides holotrachys</i> GUNTHER, 1878	peje ratas
<i>Trachyrhynchus villegai</i> PEQUEÑO, 1971	peje ratas
<i>Macruropus</i> sp. (2 espèces)	peje ratas
Famille MERLUCIIDAE	
<i>Mertuicius gayi gayi</i> (GUICHENOT), 1848	merluza
<i>Macruronus magellanicus</i> LONNBERG, 1907	merluza de cola
Famille GADIDAE	
<i>Laemonema multiradiatum</i> THOMPSON, 1916	merluza plateada
<i>Physiculus marginatus</i> (GUNTHER), 1878	merluza ojo grande
Famille MORIDAE	
<i>Antimora meadi</i> PEQUEÑO, 1970	antimora
Famille BERYCIDAE	
<i>Beryx splendens</i> LOWE, 1833	alfonzín
Famille TRACHICHTHYIDAE	
<i>Leiogaster fragilis</i> DE BUEN, 1959	pez coral
Famille MELANPHAEIDAE	
<i>Anoplogaster cornuta</i> VALENCIENNES, 1833	per hacha
Famille BRAMIDAE	
<i>Lepidotus chilensis</i> ? (GUICHENOT), 1848	palometa
Famille NORMANICHTHYIDAE	
<i>Normanichthys crockeri</i> CLARK, 1837	mote
Famille APOGONIDAE	
<i>Epigonus crassicaudus</i> DE BUEN, 1959	besugo
Famille LATILIDAE	
<i>Prolatilus jugularis</i> (VALENCIENNES), 1833	blanquillo
Famille CARANGIDAE	
<i>Trachurus murphi</i> NICHOLS, 1920	jurel
Famille POMADASYIDAE	
<i>Isacia conceptionis</i> (CUVIER), 1830	cabinza
Famille SCIAENIDAE (2 ou 3 espèces)	corvinillas
Famille APLODACTYLIDAE	
<i>Aplodactylus vermiculatus</i> ? VALENCIENNES, 1848	chuquisa
Famille NOTOTHENIIDAE	
<i>Dissostichus eleginoides</i> SMITT, 1898	bacalao de profundidad
<i>Eleginops maclovinus</i> (VALENCIENNES), 1830)	robalo
Famille ZOARCIDAE	
<i>Ilucoetes fimbriatus</i> JENYNS, 1842	pez barba
<i>Melanostigma gelatinosum</i> GUNTHER, 1831	pez gelatina

<i>Nom scientifique</i>	<i>Nom vernaculaire</i>
Famille OPIIIDIDAE	
<i>Genypterus blacodes</i> (SCHNEIDER), 1801	congrío dorado
<i>Genypterus chilensis</i> (GUICHENOT), 1848	congrío colorado
<i>Genypterus maculatus</i> TSCHUDI, 1846	congrío negro
Famille SCOMBRIDAE	
<i>Scomber peruanus</i> JORDAN-HUBBS, 1925	caballa
Famille GEMPYLIDAE	
<i>Thyrstiles atun</i> (EUPHRASEN), 1791	sierra
Famille STROMATEIDAE	
<i>Stromaleus maculatus</i> VALENCIENNES, 1833	pampanito
Famille GOBIESOCIDAE	
<i>Aphos porosus</i> (VALENCIENNES), 1837	bagre
<i>Sicyases sanguineus</i> MÜLLER-TROSCHEL, 1843	peje sapo
Famille NOMEIDAE	
<i>Neptonemus crassus</i> STARKS, 1906	cojinova
Famille SCORPAENIDAE	
<i>Helicolenus lengerichi</i> NORMAN, 1937	chancharro
<i>Sebastodes oculatus</i> (CUVIER), 1833	cabrilla española
Famille TRIGLIDAE	
<i>Prionotus stephanophrys</i> LOCKINGTON, 1880	falso volador
Famille CONGIOPODIDAE	
<i>Congiopodus peruvianus</i> (CUVIER), 1829	chanchito
Famille AGONIDAE	
<i>Agonopsis chilensis</i> (JENYNS), 1842	acorazado
Famille LIPARIDAE (1 ou 2 espèces)	
Famille BOTHIDAE	
<i>Hippoglossina macrops</i> STEINDACHNER, 1876	lenguado ojo grande
<i>Paralichthys microps</i> (GÜNTHER), 1881	lenguado ojo chico

INVERTEBRATA

CRUSTACEA

Famille SQUILLIDAE	
<i>Squilla armata</i> BIGELOW	zapateador
Famille PENAEIDAE	
<i>Hymenopenaeus diomedea</i> (FAXON), 1893	gamba
Famille PASIPHAEIDAE	
<i>Pasiphaea rathbunae</i> STUBBING, 1914	camarón plano
Famille OPLOPHORIDAE	
<i>Acanthephyra</i> sp.	camarón rojo
<i>Oplophorus grimaldi</i> COCHIERE, 1914	camarón transparente
Famille CAMPYLONOTIDAE	
<i>Campylonotus semistriatus</i> BATE, 1888	camarón navaja
Famille GLYPHOCRANGONIDAE	
<i>Glyphocrangon alata</i> FAXON, 1893	camarón acorazado
Famille PANDALIDAE	
<i>Heterocarpus reedi</i> BAHAMONDE, 1955	camarón nylon

<i>Nom scientifique</i>	<i>Nom vernaculaire</i>
Famille RHYNCHOCINETIDAE	
<i>Rhynchocinetes typus</i> M. EDWARDS, 1837	camarón de roca
Famille ERYONIDAE	camarón blanco
Famille PALINURIDAE	langosta enana
Famille NEPHROPIDAE	
<i>Nephropsis occidentalis</i> FAXON	langosta roja
Famille GALATHEIDAE	
<i>Cervimunida johni</i> PORTER, 1903	langostino amarillo
<i>Pleuroncodes monodon</i> M. EDWARDS, 1837	langostino colorado
<i>Munidopsis barrerae</i> BAHAMONDE	langostino naranja
Famille PAGURIDAE (1 ou 2 espèces)	paguros
Famille CALAPPIDAE	
<i>Mursia gaudichaudi</i> EDWARDS, 1837	jaiba paco
Famille CANCRIDAE	
<i>Cancer porteri</i> RATHBUN, 1930	jaiba limón
<i>Cancer coronatus</i> MOLINA	jaiba reina
<i>Cancer</i> spp. (2 espèces)	jaibas
Famille CORYSTIDAE	
<i>Pseudocorystes sicarius</i> POEPPIG, 1836	jaiba botón
Famille PORTUNIDAE	jaiba blanca
Famille XANTHIDAE	
<i>Homalaspis plana</i> EDWARDS, 1834	jaiba mora
Famille MAJIDAE	
<i>Libidoclaea granaria</i> EDWARDS-LUCAS, 1842	falsa centolla
N.I.* (3 espèces).	
CEPHALOPODA	
Famille OCTOPODIDAE	
<i>Octopus vulgaris</i> CUVIER	pulpo
Famille OMMASTREPIDAE	
<i>Dosidicus gigas</i> ORBIGNY	jibia
Famille LOLOGINIDAE	
<i>Loligo gahi</i> ORBIGNY	calamar

* Espèces non identifiées.