

ETUDE DE L'ETAT DU STOCK NORD-ATLANTIQUE
DE GERMON *THUNNUS ALALUNGA*
PAR L'ANALYSE DES COHORTES
(rendement pondéral et fécondité)

par

Jean-Yves LE GALL, Alain LAUREC, François-Xavier BARD et Jean-Claude DAO
Centre National pour l'Exploitation des Océans
Centre Océanologique de Bretagne
B.P. 337 - 29273 BREST Cédex (France)

Contribution N° 324 du Département Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne
Document de travail ICCAT/SCRS/74/34
ICCAT/CICTA Recueil de Documents Scientifiques, Volume IV (SCRS-1974)

R E S U M E

Cette étude intègre simultanément les données de la pêcherie palangrière de l'Atlantique Nord Central (prises annuelles en nombre par classes d'âge à partir des échantillonnages de la pêcherie japonaise) et les données de la pêcherie de surface franco-espagnole de l'Atlantique Nord-Est (prises annuelles en nombre par classes d'âge à partir des échantillonnages de la pêcherie française). L'analyse des cohortes sur ces données conduit à des estimations de F_i et de tailles de cohortes au recrutement et la sortie de la pêche de surface, puis au recrutement de la pêcherie palangrière. Le recouvrement et le recrutement de ces résultats permettent de construire une série de F_i et, à partir des données de M_i extraites d'autres études, d'appliquer les modèles classiques de rendement pondéral par recrue. L'analyse est menée parallèlement sur le rendement pondéral par recrue et la fécondité du stock. Le développement et l'emploi de modèles et programmes originaux de gestion tenant des divers techniques et engins de pêche (multi-arts de pêche, "multi-gear") permettent de tirer des conclusions sur les effets respectifs des deux pêcheries : palangre sur les adultes et surface sur les jeunes.

Les conclusions et recommandations énoncées, dans l'hypothèse d'un recrutement de la pêche à la palangre limité aux individus échappés à la pêche de surface, sont les suivantes :

- l'accroissement de l'effort en surface est à déconseiller ;
- le recul de l'âge à la première capture en surface d'au moins un an serait un facteur favorable à la préservation du stock ;
- le déplacement de l'effort de pêche sur les individus de 4 et 5 ans par la pêcherie de surface et de 5 à 7 ans par les palangriers conduirait à un rendement pondéral maximal.

1 - INTRODUCTION

La séparation des populations de germons de l'Atlantique en deux stocks nord et sud au point de vue de la gestion rationnelle des ressources semble maintenant définitivement acquise. Le stock nord se distingue du stock sud par une exploitation double : au niveau des jeunes par la pêcherie de surface franco-espagnole et au niveau des adultes par la pêcherie de palangre asiatique (BARD, 1974). L'appréciation de l'état du stock nord, au plan de l'exploitation, divergeant selon les auteurs, il nous a paru nécessaire d'utiliser les données existantes actuellement sur les deux pêcheries et susceptibles d'être traitées par la méthode d'analyse des cohortes.

2 - DONNEES

L'estimation de la croissance du germon atlantique de BARD (1974) tout particulièrement basée sur du matériel provenant du stock nord, en accord avec la revue générale de HAYASI *et al.* (1972), a servi de base à l'ensemble de l'étude aussi bien pour la phase juvénile (surface) qu'adulte (palangre). Cette croissance en taille et en poids du germon est simplement rappelée dans le tableau I. De même, nous avons admis, à la suite de HAYASI *et al.* (1972) que la mortalité naturelle M est de l'ordre de 0,2 au stade immature jusqu'à 5 ans et doit augmenter régulièrement au stade adulte en fonction de l'âge. Nous avons admis une croissance de M de 0,2 par deux années, comme il est indiqué dans le tableau II.

T A B L E A U I

RELATION AGE/TAILLE (LF)/POIDS DU GERMON ATLANTIQUE
(BARD, 1974)

AGE (an)	CLASSE	LONGUEUR (cm)	POIDS (kg)
1	0	29.5	0.42
2	I	47	1.94
3	II	62	4.82
4	III	74	8.43
5	IV	84	13.06
6	V	92	17.61
7	VI	99	22.40
8	VII	105	27.17
9	VIII	110	31.65
10	IX	114	35.69
11	X	117	38.76
12	XI	120	42.12
13	XII	123	45.20

T A B L E A U II

TAUX DE MORTALITE NATURELLE (M) SELON L'AGE
(d'après HAYASI *et al.*, 1972)

AGE (CLASSE)	M
2 (I)	0.2
3 (II)	0.2
4 (III)	0.2
5 (IV)	0.2
6 (V)	0.4
7 (VI)	0.4
8 (VII)	0.6
9 (VIII)	0.6
10 (IX)	0.8
11 (X)	0.8
12 (XI)	0.8
13 (XII)	0.8

2.1 - Pêcherie de surface

Chaque année depuis 1967, une estimation des captures en nombre par classe d'âge est réalisée pour la flottille française (BARD et al., 1973 ; BARD et al., 1974 ; DAO, 1971). Actuellement, ces données ne sont pas disponibles pour la flottille espagnole pour laquelle ^{on} ne dispose que des captures totales en poids. Afin d'estimer les captures totales en nombre par classe d'âge de l'ensemble de la pêcherie de surface, nous avons considéré que les captures espagnoles et françaises sont ventilées de façon sensiblement identique au point de vue de la répartition en classe d'âge. Cette approximation entraîne une certaine sous-estimation de la mortalité réellement exercée par les thoniers appât-vivant espagnols sur les germons âgés de 4 et 5 ans. Disposant donc des captures françaises en nombre par chaque type d'engin et d'un coefficient de proportionnalité de la pêcherie française à la pêche espagnole (tableau III), nous avons donc estimé pour chaque année de pêche, de 1967 à 1972 les captures en nombre d'individus par chaque classe d'âge et pour l'ensemble de la flottille de surface (tableau IV, figure 1). Ces chiffres disponibles depuis 1968, soit donc pour 5 années de pêche, permettent de suivre de façon satisfaisante trois cohortes nées en 1966, 1967 et 1968. Ces chiffres révèlent à la fois une certaine constance qui permet d'exploiter ces estimations et une certaine variabilité qui traduit les modifications annuelles du recrutement. Ainsi la cohorte 1968 qui apparaît exceptionnellement riche est bien connue des pêcheurs pour avoir fourni en 1970 un rendement exceptionnel en individus de 2 ans ("bonites").

T A B L E A U I I I

RAPPORTS DES PRISES EN NOMBRE ET EN POIDS DES FLOTTILLES GERMONIERES FRANCAISE, ESPAGNOLE ET TOTALE
(PECHERIE DE SURFACE N.E. ATLANTIQUE) ET DES NOMBRES DE THONIERS PAR TYPE DE PECHE POUR LA FLOTTILLE FRANCAISE

ANNEE	FRANCE								ESPAGNE				RAPPORT
	Nombre de thoniers				Captures en poids (1 000 t)				Captures en poids (1 000 t)				ESPAGNE/FRANCE
	A.V. (1)	Tr. (2)	Total (3)	Rapport (1)/(2)	A.V. (4)	Tr. (5)	Total (6)	Rapport (4)/(5)	A.V. (7)	Tr. (8)	Total (9)	Rapport (7)/(8)	(9)/(6)
1965	92	393	485	0.23	-	-	13.8	-			29.6		2.14
1966	86	460	546	0.18	3.7	10.6	14.3	0.34			26.4		1.84
1967	80	330	410	0.24	4.2	12.4	16.6	0.33			34.1		2.05
1968	77	378	455	0.20	2.4	11.9	14.3	0.20			24.6		1.72
1969	70	330	400	0.21	1.8	8.2	10.0	0.21			25.4		2.54
1970	54	212	266	0.25	2.0	4.6	6.6	0.43			26.9		4.07
1971	57	254	311	0.22	1.6	8.2	9.8	0.19	1.8	26.1	27.9	0.06	2.82
1972	42	250	292	0.16	1.1	8.7	9.8	0.12	1.6	22.8	27.4	0.07	2.48
1973	37	282	319	0.13	0.6	5.1	5.7	0.11	1.8	19.3	21.1	0.09	3.70

T A B L E A U I V

ESTIMATIONS DES CAPTURES ANNUELLES DE GERMONS (EN MILLIERS)
DE LA PECHERIE DE SURFACE (N.E. ATLANTIQUE) FRANCO-ESPAGNOL
VENTILEES PAR CLASSE D'ÂGE DE 1968 A 1973

Age/ Classe	2 (I)	3 (II)	4 (III)	5 (IV)
Cohorte	1966	1965	1964	1963
1968	- - 420 (2) 1 142 (3)	1 547 (2) 4 207 (3)	605 (2) 1 645 (3)	
Cohorte	1967	1966	1965	1964
1969	105 (2) 942 (3)	1 259 (2) 4 456 (3)	331 (2) 1 172 (3)	
Cohorte	1968	1967	1966	1965
1970	404 (2) 2 043 (3)	504 (2) 2 555 (3)	271 (2) 1 373 (3)	
Cohorte	1969	1968	1967	1966
1971	247 (1) 301 (2) 1 155 (3)	1 100 (1) 1 342 (2) 5 153 (3)	128 (1) 156 (1) 599 (3)	
Cohorte	1970	1969	1968	1967
1972	66 (1) 76 (2) 288 (3)	820 (1) 951 (2) 3 604 (3)	419 (1) 486 (2) 1 841 (3)	18 (1) 20 (2) 76 (3)
Cohorte	1971	1970	1969	1968
1973	100 (1) 111 (2) 521 (3)	609 (1) 676 (2) 3 177 (3)	264 (1) 294 (2) 1 381 (2)	27 (1) 31 (2) 146 (3)

(1) Production en nombre (x 1000) des ligneurs (France).

(2) Production totale en nombre (x 1000) ligneurs + appât vivant (France)

(3) Production totale en nombre (x 1000) ligneurs + appât vivant (France + Espagne).

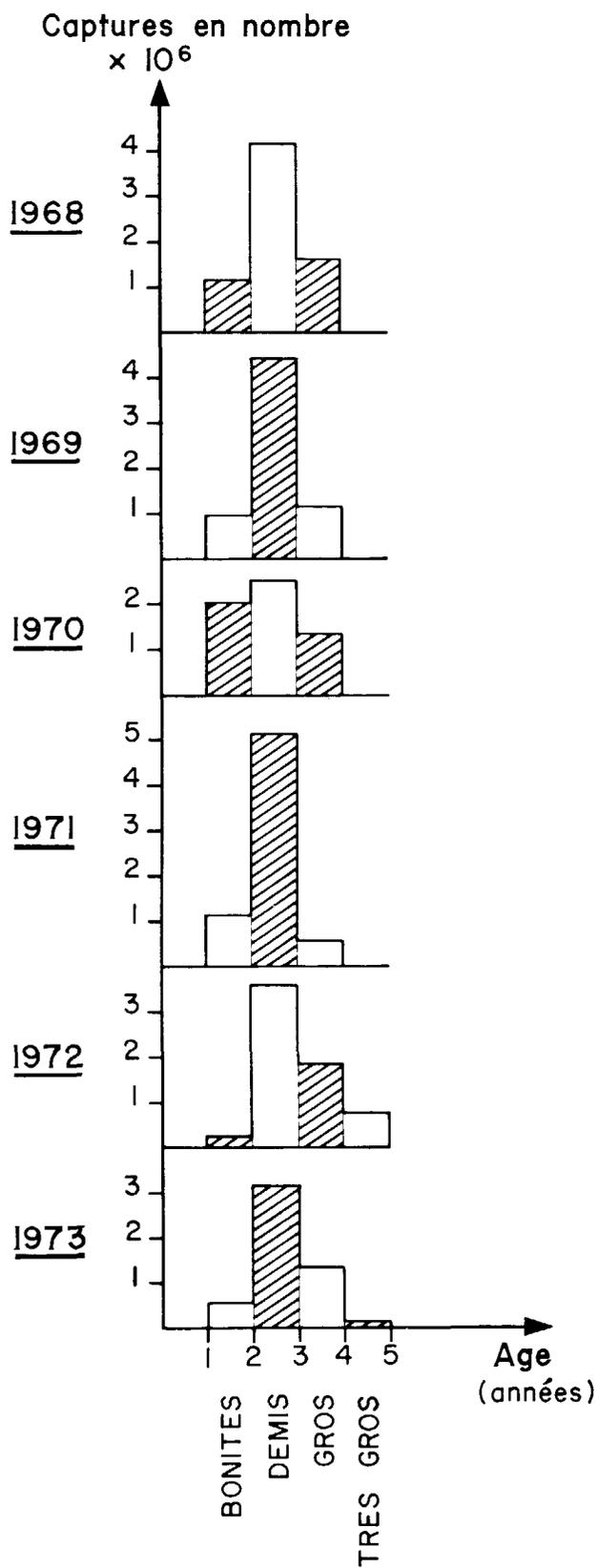


Figure 1 : Captures en nombre d'individus (millions 10⁶) par classe d'âge et par année de pêche de la pêcherie de surface.

2.2 - Pêcherie de palangre

Malgré la réduction très marquée des captures japonaises de germon en Atlantique depuis 1965 (tableau V) cette espèce fournit actuellement, par l'effort croissant des flottilles de TAIWAN et de COREE, de l'ordre de 35 000 tonnes pour la pêche palangrière (ICCAT, 1974). La répartition de ces captures selon les stocks nord ou sud a été remarquablement analysée et estimée par SHIOHAMA (1974). Nous avons admis cette estimation et calculé à partir de celle-ci le coefficient de correction à apporter pour obtenir les prises en nombre de la pêche palangrière totale à partir des prises japonaises seulement (tableau VI).

T A B L E A U V

CAPTURES DE GERMONS (1 000 TONNES) A LA PALANGRE EN ATLANTIQUE
(d'après ICCAT, 1974)

Année	JAPON	TAIWAN	COREE
1965	42.6	0.11	0.5
1966	26.9	0.20	6.74
1967	12.49	1.82	10.28
1968	15.16	8.70	7.28
1969	11.05	11.54	16.03
1970	11.77	11.94	10.04
1971	10.11	19.22	11.54
1972	3.9	19.22	13.57
1973	2.5	24.40	8.0

T A B L E A U V I

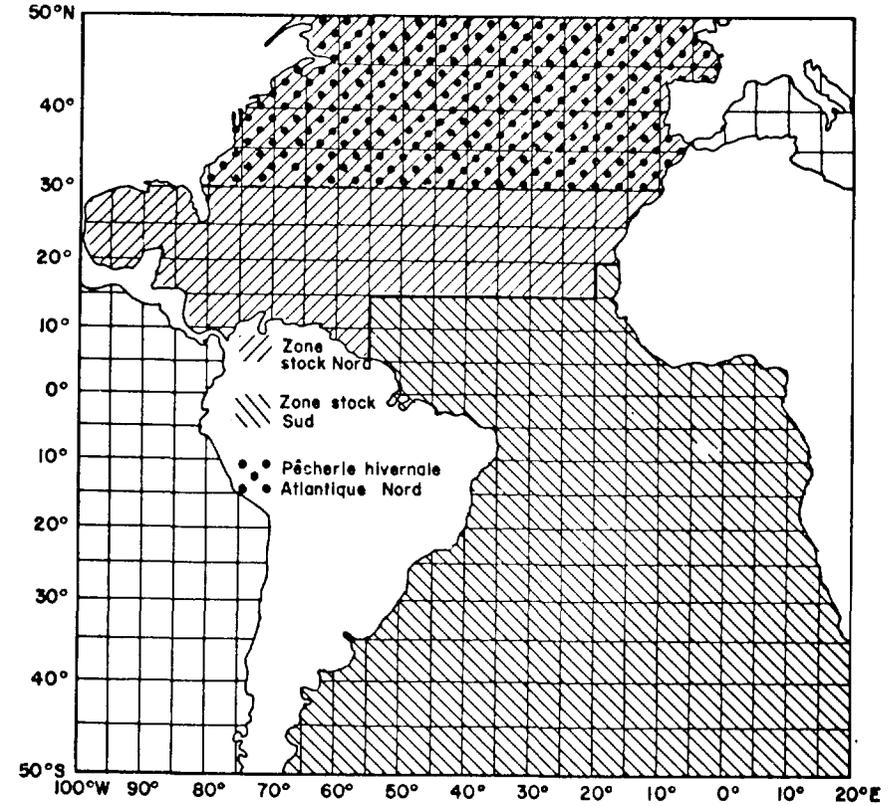
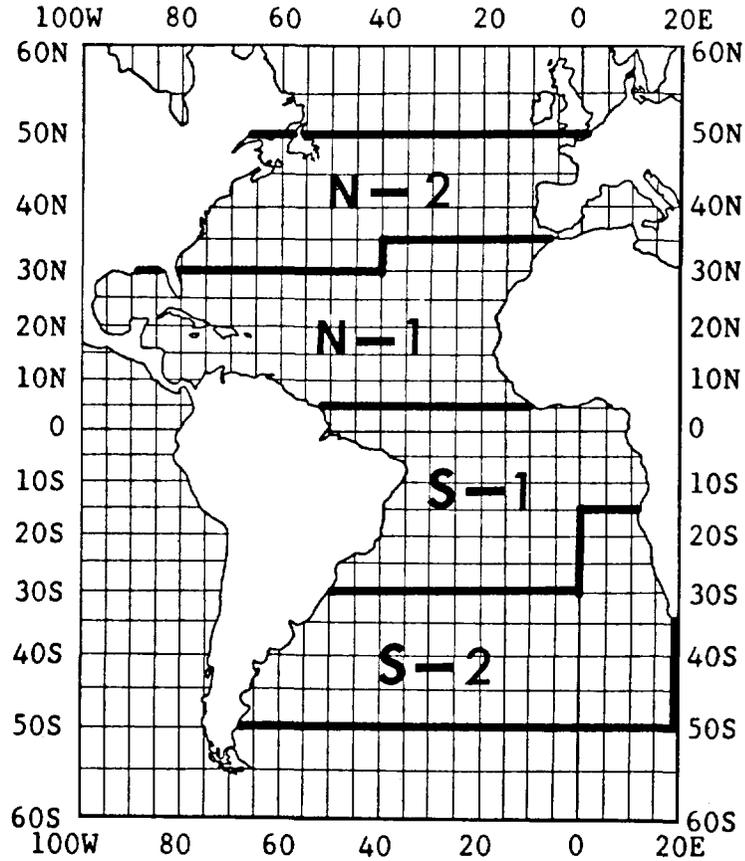
RAPPORTS DES PRISES DE GERMONS EN NOMBRE ET EN POIDS DES FLOTTILLES
PALANGRIERES JAPONAISE ET TOTALE POUR L'ATLANTIQUE NORD
(SHIOHAMA, 1974)

ANNEE	Captures en nombre (1 000)		Captures en poids (1 000 t.)		RAPPORT
	Japon	Palangre totale	Japon	Palangre totale	
1956	0	0	0	0	1
1957	5	5	0.135	0.1	1
1958	47	47	0.946	0.9	1
1959	59	59	0.600	0.6	1
1960	52	52	1.127	1.1	1
1961	18	18	0.380	0.4	1
1962	280	280	5.703	5.7	1
1963	545	545	14.488	14.5	1
1964	836	836	15.792	15.8	1
1965	555	555	14.341	14.3	1
1966	318	431	5.861	8.0	1.35
1967	251	643	4.775	12.3	2.57
1968	177	306	3.301	5.7	1.72
1969	146	230	4.720	7.4	1.57
1970	357	599	5.878	9.9	1.67
1971	333	605	6.477	11.8	1.81

Composition par âge et captures en nombre par classe d'âge.

Les prises trimestrielles par classe de taille de la pêcherie atlantique ont été détaillées par SHIOHAMA (1973, 1974) sur la base d'un échantillonnage réalisé à bord des palangriers. Ces prises totales ont été réparties selon deux zones pour l'Atlantique Nord (figure 2) (N 1 et N 2) qui correspondent sensiblement aux deux zones que nous avons définies précédemment (LE GALL, 1974) et pour lesquelles nous disposons des captures réelles en nombre mois par mois. En utilisant la clef longueur-âge de BARD (1974) les données de SHIOHAMA et nos propres calculs de prises en nombre pour la pêcherie japonaise, il est possible de déterminer la contribution (en fréquence et en nombre d'individus) de chaque classe d'âge. Puis appliquant le coefficient de correction - flotte japonaise - flotte totale - explicité précédemment (tableau VI) on obtient une estimation des prises en nombre d'individus par classe d'âge et par trimestre pour chaque année de pêche de 1965 à 1972 (tableau VII et figure 3). Cette technique d'évaluation permet de suivre l'évolution de chaque cohorte, de discerner les tendances générales de la pêcherie. Ainsi, on constate de 1965 à 1971 une augmentation des captures de germons plus jeunes de 5 et 6 ans alors qu'au début l'effort est porté sur les individus âgés de 8 et 9 ans. Ce déplacement de la pêcherie palangrière germonnière des zones tropicales vers les zones tempérées est particulièrement net si on compare la répartition de l'effort en décembre 1965 et décembre 1971.

Figure 2 : Zones géographiques délimitées en Atlantique Nord pour l'échantillonnage par SHIOHAMA (1974) et pour le calcul des captures par nombre d'individus par LE GALL (1974).



Definition and division of the Atlantic Ocean for calculating amount of fishing effort and catch by length class of albacore in Japanese longline fishery 1956-1970.

Délimitation des zones nord et sud de répartition des stocks nord et sud de germon ; zone considérée pour la pêche hivernale du stock nord (latitude supérieure à 30° N).

T A B L E A U V I I

ESTIMATIONS DES CAPTURES ANNUELLES DE GERMONS (EN MILLIERS) DE LA PECHERIE PALANGRIERE TOTALE DE L'ATLANTIQUE NORD VENTILEE PAR CLASSE D'AGE DE 1965 A 1972

AGE (an) / Classe		4/III		5/IV		6/V		7/VI		8/VII		9/VIII		10/IX		11/X		12/XI	
Cohortes		1961		1960		1959		1958		1957		1956		1955		1954		1953	
Année	Trimestre																		
1965	I					8.33	8.33	40.90	40.90	46.97	46.97	17.20	17.20	2.89	2.89	0.56	0.56	0.56	0.56
	II					15.69	15.69	82.92	82.92	151.52	151.52	77.94	77.94	19.25	19.25	5.20	5.20	2.59	2.59
	III			0.30	0.30	7.44	7.44	11.94	11.94	30.65	30.65	16.45	16.45	4.39	4.39	1.25	1.25	0.62	0.62
	IV			1.35	1.35	28.90	28.90	14.58	14.58	6.41	6.41	2.92	2.92	0.66	0.66	0.18	0.18	0.09	0.09
	Total			1.65	1.65	60.36	60.36	150.34	150.34	235.55	235.55	114.51	114.51	27.19	27.19	7.19	7.19	3.86	3.86
Cohortes		1962		1961		1960		1959		1958		1957		1956		1955		1953	
1966	I			0.28	0.37	3.48	4.69	9.06	12.23	7.08	9.55	1.43	1.93			0.12	0.16	0.39	0.52
	II	1.21	1.63	1.21	1.63	14.75	19.91	74.22	100.19	67.19	90.70	24.53	33.11	3.11	4.19				
	III	1.23	1.66	5.00	6.75	4.77	6.43	9.00	12.15	11.17	15.07	3.66	4.94	0.60	0.81				
	IV			23.25	31.38	82.93	111.95	1.75	2.36	3.15	4.25	3.62	4.88	0.27	0.36				
	Total	2.44	3.29	29.74	40.14	105.93	143.00	94.03	126.94	88.59	119.59	33.24	44.87	3.98	5.37	0.12	0.16	0.39	0.52
Cohortes		1963		1962		1961		1960		1959		1958		1957		1956			
1967	I			41.45	106.11	51.85	132.73	3.45	8.83	0.56	1.43								
	II	0.91	2.32	0.91	2.32	12.57	32.17	41.30	105.72	36.97	94.64	22.31	57.11	5.27	13.49	0.80	2.04		
	III	1.03	2.63	3.06	7.83	2.23	5.70	12.40	31.74	18.46	47.25	8.41	21.52	1.66	4.24				
	IV			15.68	40.14	16.34	41.83	0.29	0.74	0.44	1.12	0.20	0.51	0.03	0.07				
	Total	1.94	4.96	61.10	156.41	82.99	212.45	57.44	147.04	56.43	144.46	30.92	79.15	6.96	17.81	0.80	2.04		
Cohortes		1964		1963		1962		1961		1960		1959		1958		1957			
1968	I			5.79	9.95	13.65	23.47	7.85	13.50	16.44	28.27	8.58	14.75	1.77	3.04	0.35	0.60		
	II	0.46	0.79	0.46	0.79	8.09	13.91	31.30	53.83	17.47	30.04	6.56	11.28	0.82	1.41	0.23	0.39		
	III	3.66	6.29	10.79	18.55	5.06	8.70	14.43	24.81	9.26	15.92	4.02	6.91	0.68	1.16				
	IV			5.77	9.92	15.44	26.55	3.12	5.36	0.42	0.72	0.05	0.08						
	Total	4.12	7.08	22.81	39.23	42.24	72.65	56.70	97.52	43.59	74.97	19.21	33.04	3.27	5.62	0.58	0.99		
Cohortes		1965		1964		1963		1962		1961		1960		1959		1958			
1969	I			5.60	8.62	29.20	44.96	24.62	37.91	4.63	7.13	0.45	0.69						
	II	0.22	0.33	0.22	0.33	4.02	6.19	24.73	38.08	18.38	28.30	7.52	11.58	1.33	2.04	0.11	0.16		
	III	1.83	2.81	5.41	8.33	2.46	3.78	10.20	15.70	8.71	13.41	4.02	6.19	0.75	1.15				
	IV			2.15	3.31	4.90	7.54	0.14	0.21	0.02	0.03								
	Total	2.05	3.15	13.38	20.60	40.58	62.49	59.69	91.92	31.74	48.87	11.99	18.46	2.08	3.20	0.11	0.16		
Cohortes		1966		1965		1964		1963		1962		1961		1960		1959			
1970	I			10.04	16.76	43.39	72.46	30.93	51.65	5.82	9.71	0.56	0.93						
	II	0.65	1.08	0.65	1.08	10.44	17.43	60.73	101.41	43.79	73.12	17.63	29.44	3.10	5.17	0.32	0.53		
	III	1.44	2.40	4.22	7.04	3.60	6.01	31.44	52.50	27.08	45.22	12.08	20.17	2.24	3.74				
	IV			28.85	48.17	72.95	121.82	12.90	21.54	2.42	4.04	0.23	0.38						
	Total	2.09	3.49	43.76	73.07	130.38	217.73	136.00	227.12	79.11	132.11	30.50	50.93	5.34	8.91	0.32	0.53		
Cohortes		1967		1966		1965		1964		1963		1962		1961		1960			
1971	I	8.85	16.01	53.12	96.14	65.85	119.18	41.38	74.89	20.71	37.48	4.91	8.88			0.97	1.75		
	II	3.89	7.04	21.48	38.87	25.23	45.66	17.43	31.54	8.83	15.98	2.29	4.14			0.49	0.88		
	III	2.99	5.41	20.65	37.37	26.43	47.83	14.91	26.98	6.81	12.32	3.11	5.62			0.24	0.43		
	IV	2.36	4.27	16.53	29.91	19.50	35.29	18.13	32.81	8.98	16.25	2.13	3.85			0.65	1.17		
	Total	18.09	32.74	111.78	202.32	137.01	247.98	91.85	166.24	45.33	82.04	12.44	22.51			2.35	4.25		

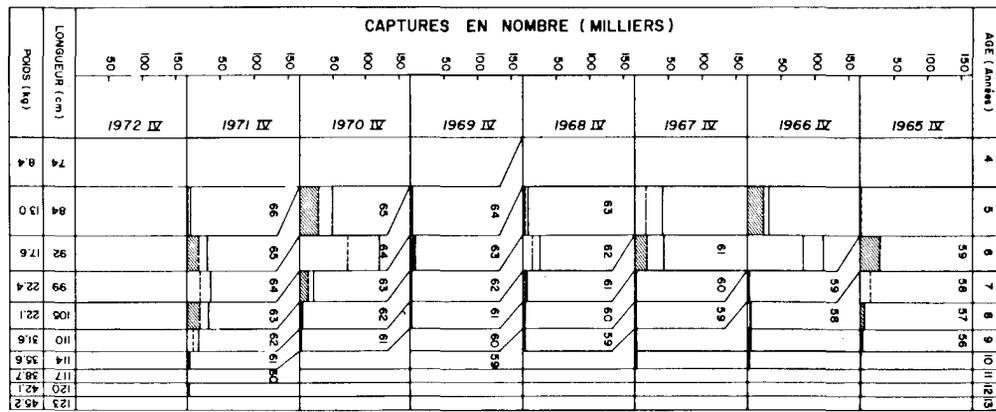
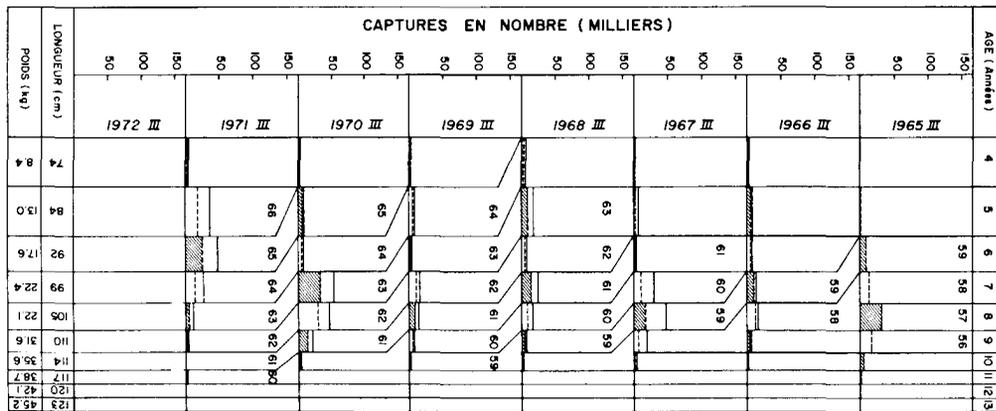
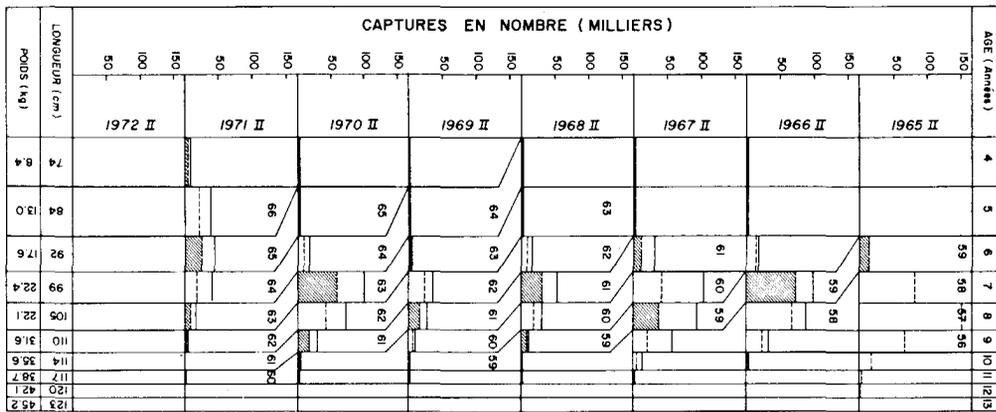
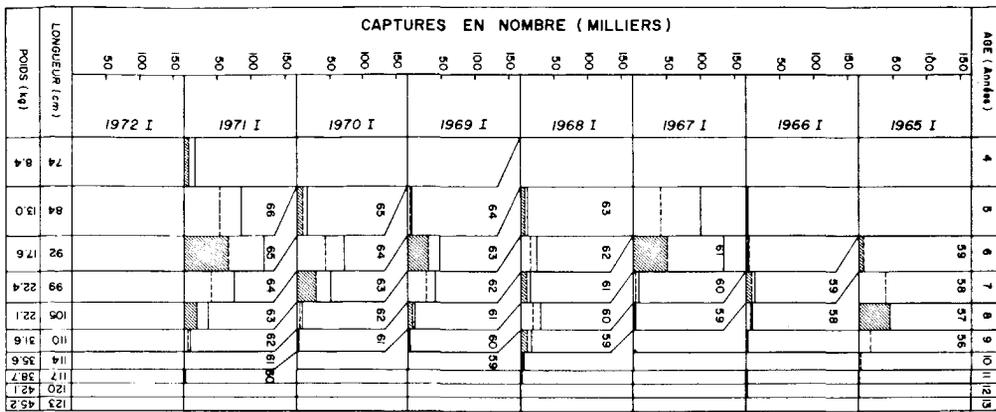


Figure 3 : Captures en nombre d'individus (milliers 10^3) par classe d'âge et par année de pêche de la pêcherie de palangre (flotte japonaise : ... ; flotte totale).

3 - ANALYSE DES COHORTES

Nous disposons donc d'estimations de captures annuelles pour des cohortes réelles en pêche de surface et de palangre (tableaux IV et VII). Cependant, l'échantillonnage sur la pêche de surface est trop récent pour permettre de suivre l'évolution d'une seule et vraie cohorte d'une pêche à l'autre. Nous avons donc traité séparément les deux pêcheries en utilisant le programme écrit pour l'analyse des cohortes par TOMLINSON (1970) généralisant les principes de MURPHY (1965).

3.1 - Calcul des F pour chaque âge.

3.1.1 - Pêche de surface

La mortalité F est calculée sur une base annuelle pour tenir compte des phénomènes de recrutement partiel de la plus jeune classe et de l'émigration de la plus ancienne. Cependant, ultérieurement, lors du calcul du rendement par recrue la mortalité F sera considérée comme appliquée durant un trimestre (l'été). Les calculs ont été conduits sur les trois cohortes 1966, 1967 et 1968. Les valeurs de F_N testées introduites à l'âge 4 ou à l'âge 5 selon la cohorte couvrent très largement les estimations de F_i dues à BARD (1974) et BEARDSLEY (1971). Les résultats des estimations de F_i pour chaque classe d'âge figurent dans le tableau VIII et la figure 4.1.

Cette simulation nous permet d'éliminer rapidement quelques combinaisons dues à F_N fortes et qui conduisent à un taux de mortalité F sur l'âge 4 beaucoup plus important que sur l'âge 3. Or, la connaissance pratique de la pêche nous autorise à ne conserver que les combinaisons où le taux de mortalité F 4 ans est inférieur ou égal à F 3 ans. Cette sélection basée sur l'observation étant faite, il reste des estimations de F annuel variant de 0.15 pour les classes mal recrutées à 1.2 pour les classes totalement recrutées. Ces valeurs sont tout à fait acceptables et leur validation doit reposer sur l'évolution des effectifs des cohortes soumises à de telles mortalités par pêche.

T A B L E A U V I I I

ESTIMATION DES TAUX ANNUELS MORTALITES PAR PECHE Fi POUR CHAQUE AGE PAR LA PECHERIE DE SURFACE
(A TITRE COMPARATIF LES TAUX ANNUELS CALCULES POUR LA PALANGRE SONT EGALEMENT INDIQUES)

AGE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Cohorte
					0.00	0.06	0.10	0.09	0.04	0.04	0.05	} 1960
					0.00	0.09	0.16	0.16	0.08	0.08	0.10	
					0.00	0.11	0.20	0.21	0.11	0.12	0.15	
					0.00	0.13	0.24	0.25	0.14	0.15	0.20	
					0.00	0.15	0.28	0.32	0.18	0.21	0.30	
					0.00	0.16	0.31	0.36	0.22	0.27	0.40	
					0.00	0.17	0.33	0.40	0.25	0.31	0.50	
				0.00	0.03	0.02	0.04	0.13	0.05			} 1962
				0.00	0.05	0.03	0.08	0.24	0.10			
				0.00	0.06	0.04	0.10	0.34	0.15			
				0.00	0.07	0.05	0.12	0.42	0.20			
				0.00	0.09	0.06	0.15	0.56	0.30			
				0.00	0.09	0.07	0.17	0.67	0.40			
		0.10	0.71	0.50								} 1966
		0.11	0.80	0.60	0.15(?)	Hypothèse Mortalité F moyenne (recrutement unique)						
		0.11	0.85	0.70	0.18(?)							
		0.12	0.90	0.80	0.20(?)	Hypothèse Mortalité F forte (recrutement fractionné)						
		0.12	0.94	0.90	0.30(?)							
		0.08	0.33	0.12	0.02							} 1967
		0.12	0.60	0.27	0.05							
		0.16	0.84	0.47	0.10							
		0.17	0.97	0.64	0.15							
		0.18	1.05	0.97	0.20							
		0.09	0.32	0.18	0.08							} 1968
		0.13	0.56	0.40	0.20							
		0.16	0.75	0.68	0.40							
		0.17	0.85	0.88	0.60							
		0.18	0.91	1.05	0.80							

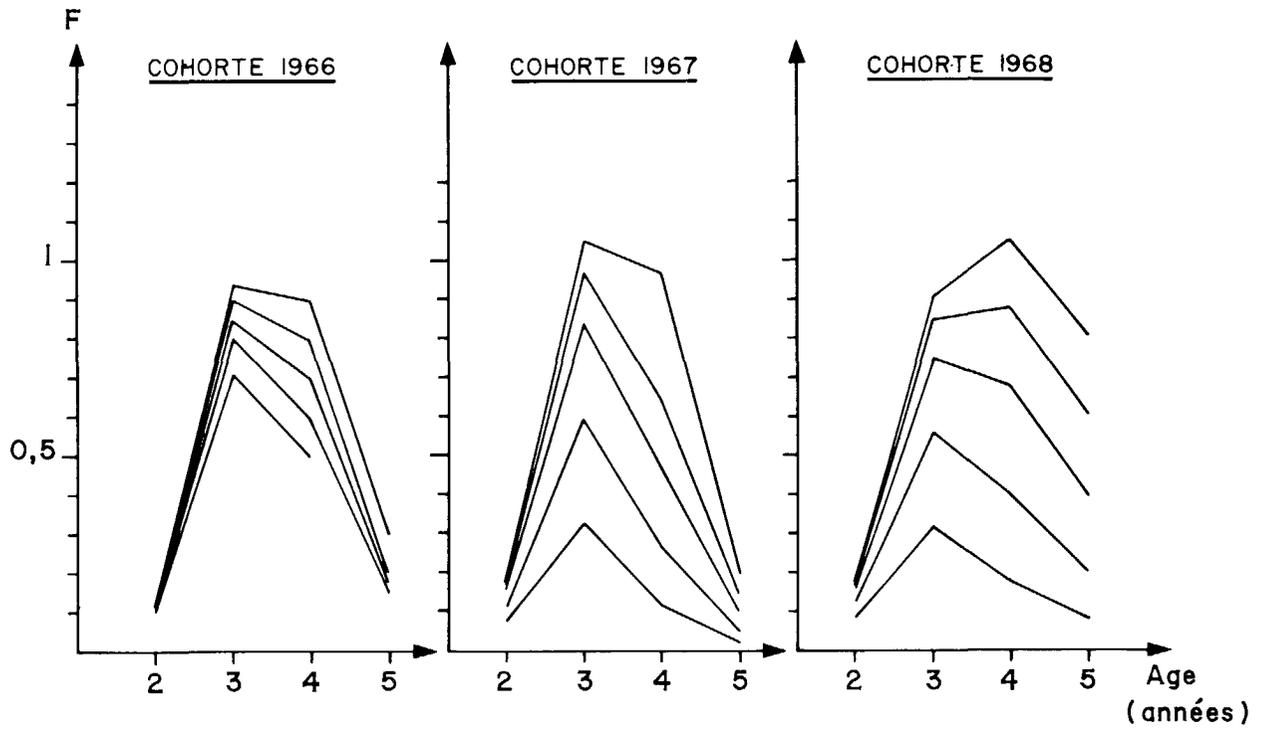


Figure 4.1 : Estimation des mortalités par pêche F_i pour chaque âge en pêcherie de surface (taux annuels).

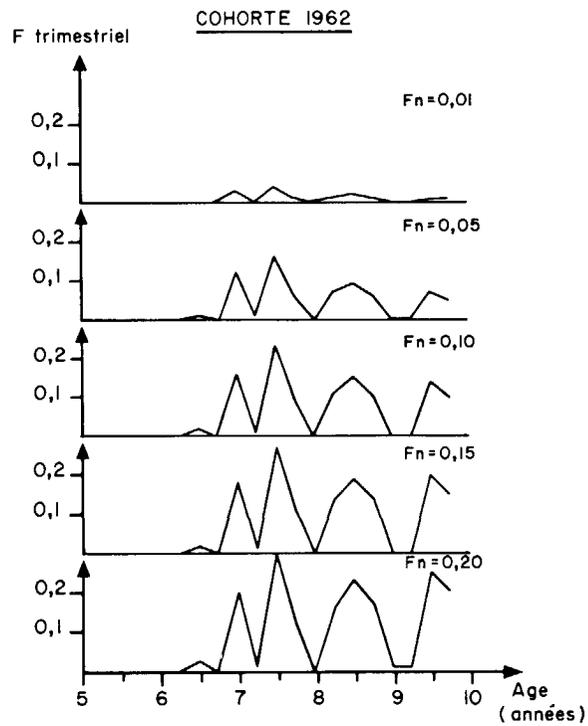


Figure 4.2 : Estimation des mortalités par pêche F_i pour chaque âge en pêcherie de palangre (taux trimestriels).

3.1.2 - Pêcherie de palangre

Dans ce cas, nous avons considéré les captures trimestrielles pour aboutir aux taux de mortalité F par trimestre en raison de la variation dans les taux de disponibilité. Deux cohortes 1960 et 1962 ont été retenues, la première (1960) étant échantillonnée de 5 ans à la disparition de ses individus les plus âgés (11-12 ans), la seconde (1962) de 4 à 9 ans permet de faire la jonction avec l'échantillonnage réalisé sur la cohorte de surface de 1967 pour les individus de 4 et 5 ans. L'évolution des deux cohortes paraît être représentative de la situation palangrière avant 1970. Comme précédemment la solution du retro-calcul (F_N) a été adoptée et les taux F_N utilisés suffisamment échelonnés pour couvrir toutes les combinaisons réalistes (tableau IX, figure 4.2). Comme précédemment, certaines combinaisons aberrantes utilisant des F_N exagérément fortes s'éliminent facilement, mais la sélection doit faire appel à l'examen des effectifs calculés des cohortes. Cependant, le fait marquant est l'exploitation nulle ou faible des individus de 5 et 6 ans. Cette situation est probablement différente actuellement si l'on considère la tendance générale de la pêcherie dans son ensemble.

T A B L E A U IX

ESTIMATIONS DES TAUX TRIMESTRIELS DE MORTALITE PAR PECHE Fi POUR CHAQUE AGE PAR LA PECHERIE DE PALANGRE
(LE SECOND ESSAI SUR LA COHORTE 1960 EST CALCULE EN CONSIDERANT UNIQUEMENT LES CAPTURES AVANT 10 ANS
AFIN DE PERMETTRE LA COMPARAISON AVEC LA COHORTE 1962)

FN trimestre	Cohorte 1962					Cohorte 1960					Cohorte 1960				
	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20
Age 4 I															
II	.00	.00	.00	.00	.00										
III	.00	.00	.00	.00	.00										
IV	.00	.00	.00	.00	.00										
Age 5 I	.02	.06	.08	.08	.09										
II	.00	.00	.00	.00	.00										
III	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
IV	.01	.03	.03	.04	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Age 6 I	.00	.01	.02	.02	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
II	.00	.01	.01	.01	.01	.00	.01	.01	.01	.02	.00	.01	.02	.02	.02
III	.00	.00	.01	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
IV	.01	.03	.04	.04	.04	.03	.09	.13	.14	.15	.03	.12	.16	.18	.20
Age 7 I	.01	.05	.06	.07	.07	.00	.00	.01	.01	.01	.00	.01	.01	.01	.01
II	.02	.06	.08	.09	.09	.04	.12	.17	.20	.22	.04	.16	.23	.27	.30
III	.00	.02	.03	.04	.04	.01	.04	.06	.07	.08	.01	.06	.09	.11	.12
IV	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Age 8 I	.00	.02	.03	.03	.03	.01	.05	.08	.09	.10	.01	.07	.11	.14	.16
II	.06	.22	.32	.37	.41	.01	.07	.11	.13	.14	.02	.09	.15	.19	.23
III	.05	.20	.32	.39	.45	.01	.04	.07	.09	.10	.01	.06	.10	.14	.17
IV	.00	.02	.04	.05	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01
Age 9 I	.01	.06	.11	.14	.17	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01
II	.00	.03	.06	.09	.11	.01	.05	.09	.11	.13	.01	.07	.14	.20	.25
III	.01	.05	.11	.16	.20	.00	.03	.06	.08	.09	.01	.05	.10	.15	.20
IV	.00	.05	.10	.15	.20	.00	.00	.00	.00	.00					
Age 10 I						.00	.00	.00	.00	.00					
II						.01	.05	.09	.12	.14					
III						.01	.05	.09	.12	.15					
IV						.00	.00	.00	.00	.00					
Age 11 I						.00	.03	.07	.09	.12					
II						.00	.02	.04	.06	.08					
III						.00	.01	.02	.04	.05					
IV						.00	.05	.10	.15	.20					

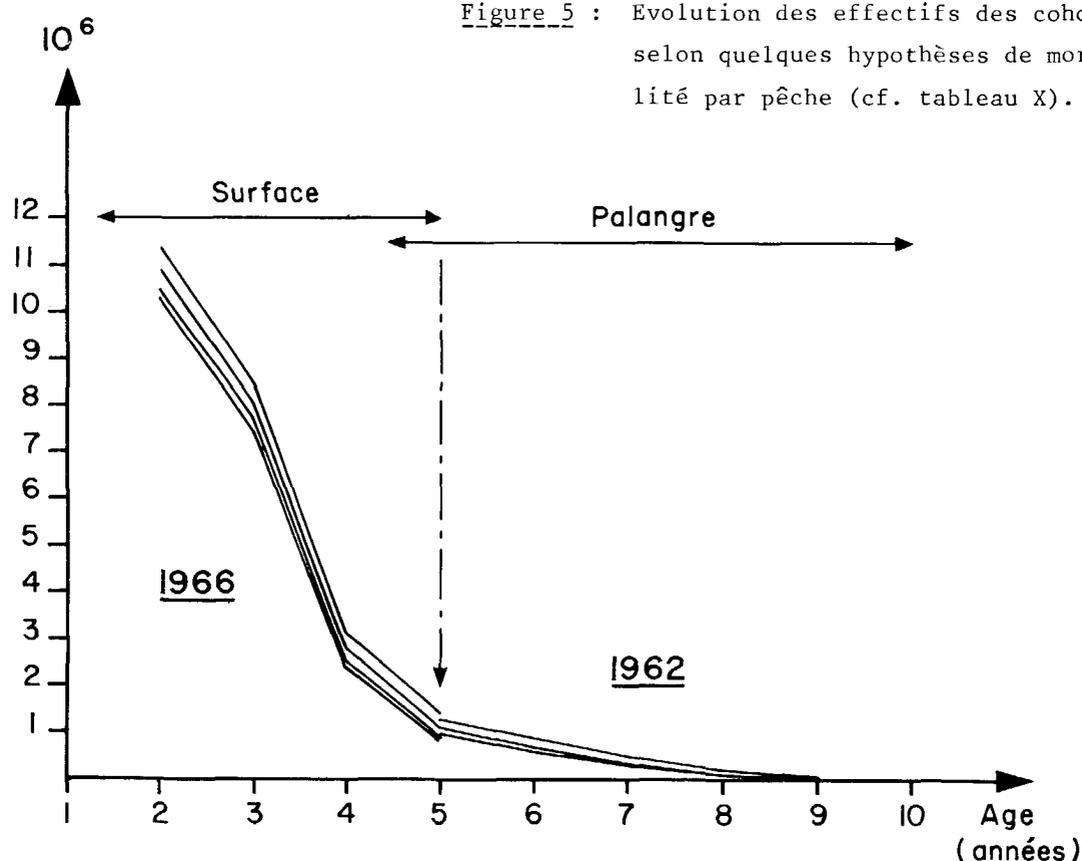
3.2 - Effectifs des cohortes pour chaque âge.

Pour chaque cohorte vraie de surface (1966, 1967, 1968) et de palangre (1960, 1962) le programme MURPHY calcule les effectifs restants à chaque âge en fonction des taux de mortalité appliqués les années précédentes (Tableau X).

La cohorte 1968 (pêche de surface) est connue comme exceptionnellement abondante ; par opposition, la cohorte 1967 peut être considérée comme peu abondante. La cohorte 1966 sera donc notre cohorte "moyenne" pour la pêche de surface. D'autre part, les effectifs calculés pour chaque âge des cohortes de palangre 1960 et 1962 sont très comparables si l'on considère l'exploitation des individus de moins de 10 ans ; il paraît préférable d'utiliser la cohorte la plus récente 1962, qui doit être mieux échantillonnée.

Le recouvrement des deux pêcheries pour les animaux de 5 ans, permet de constater un accord entre certaines estimations des tailles des cohortes à l'âge 5 en palangre et en pêche de surface, soit de 1 à 1,3 millions d'individus.

Passant d'une pêche à l'autre, d'une cohorte (1966) à l'autre (1962) nous avons donc sélectionné dans les tableaux VIII et IX, trois hypothèses de mortalité (haute, moyenne, basse) correspondant aux résultats concordants d'effectifs de cohortes (encadrées du tableau X) (fig. 5). D'autre part, une combinaison de mortalité forte en surface a été choisie, qui conduit à un déficit de recrutement de 0,2 millions de germes de 5 ans pour la palangre.



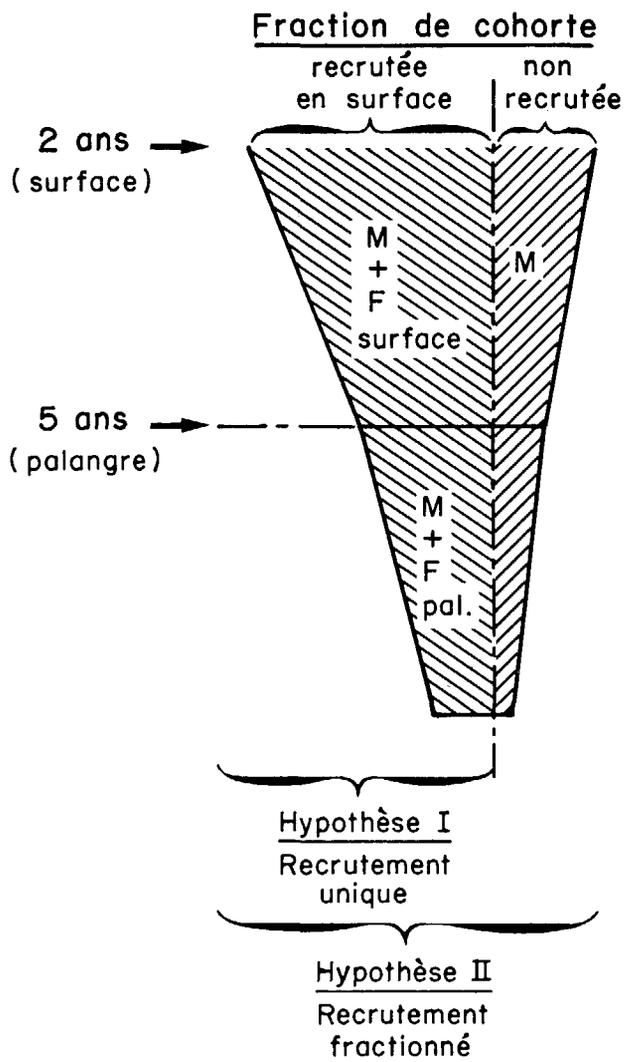
T A B L E A U X

EFFECTIFS DES COHORTES A CHAQUE AGE POUR LES DIFFERENTES ESTIMATIONS
DE MORTALITE PAR PECHE Fi ISSUES DES TABLEAUX VIII ET IX (10⁶)

Cohorte Age	1960	1960	1962	1966		1967		1968	
	N (10 ³)	N (10 ³)	N (10 ³)	Fi	N (10 ⁶)	Fi	N (10 ⁶)	Fi	N (10 ⁶)
2				0.08	14.8				
				0.09	13.1	0.05	19.3	0.05	38.0
				0.10	12.1	0.08	12.2	0.09	25.1
				0.11	11.4	0.12	8.0	0.13	16.9
				0.11	10.9	0.16	6.6	0.16	14.2
				0.12	10.5	0.17	6.1	0.17	13.3
				0.12	10.3	0.18	5.8	0.18	12.8
				0.13	10.0				
				0.13	9.9				
				0.14	9.7				
3				0.52	11.2				
				0.63	9.8	0.19	15.0	0.19	30.0
				0.71	8.9	0.33	9.2	0.32	18.9
				0.80	8.4	0.60	5.7	0.56	12.1
				0.85	8.0	0.84	4.6	0.75	9.9
				0.90	7.7	0.97	4.2	0.85	9.2
				0.94	7.4	1.05	4.0	0.91	8.8
				0.97	7.3				
				1.02	7.1				
				1.05	7.0				
4				0.30	5.4				
				0.40	4.3	0.06	10.2	0.10	20.3
				0.50	3.6	0.12	5.4	0.18	11.1
				0.60	3.1	0.27	2.6	0.40	5.6
				0.70	2.8	0.47	1.6	0.68	3.8
			4 510	0.80	2.5	0.64	1.3	0.88	3.2
			1 803	0.90	2.4	0.97	1.1	1.05	2.9
			1 463	1.00	2.2				
			1 350	1.10	2.1				
			1 294	1.20	2.0				
5					3.3				
					2.4	0.01	7.8	0.04	15.0
					1.8	0.02	3.9	0.08	7.6
	5 053	4 415	3 589		1.4	0.05	1.6	0.20	3.1
	1 800	1 495	1 372	0.15 ?	1.13	0.10	0.8	0.40	1.6
	1 392	1 130	1 094	0.18 ?	0.91	0.15	0.6	0.60	1.1
	1 257	1 008	1 002	0.20 ?	0.79	0.20	0.4	0.80	0.8
	1 189	947	956		0.66				
6	3 533	3 083	2 462						
	1 240	1 026	899						
	953	769	704						
	858	683	639						
	810	640	606						
7	2 162	1 860	1 555						
	625	481	507						
	432	309	376						
	368	251	332						
	336	222	310						
8	1 189	1 069	790						
	302	233	186						
	191	128	110						
	154	93	85						
	136	76	72						
9	636	670	417						
	150	137	85						
	89	70	44						
	69	48	30						
	59	37	23						
10	293								
	64								
	35								
	25								
	20								

4 - METHODES D'ANALYSE : RENDEMENT ET FECONDITE PAR RECRUE ET POUR LE STOCK.

Si on prend comme base de réflexion cet effectif minimal pour une cohorte d'un million d'individus de 5 ans, survivants à la pêche de surface, deux hypothèses doivent être envisagées. La première hypothèse (BARD, 1971) limite le recrutement de la palangre aux survivants de la pêche de surface exclusivement. La seconde hypothèse suppose que le recrutement de la palangre est composé pour une forte partie des survivants de la pêche de surface et pour une petite partie d'un recrutement complémentaire (âge du recrutement à 5 ans) totalement étranger à la pêche de surface. Ce recrutement complémentaire pourrait être soit issu d'une fraction de la cohorte qui échapperait à la pêche de surface ou d'un apport étranger au stock Nord (mélange du stock Nord et Sud dans la zone des Caraïbes). Ces deux hypothèses pourraient être schématiquement représentées comme suit :



RENDEMENT PONDERAL PAR RECRUE :

La variabilité des taux F_i , à l'intérieur de chaque année, au cours de la vie du germon, et au long des années, aussi bien en pêche de surface qu'en palangre conduit à utiliser le modèle de RICKER en intervalles trimestriels pour rechercher les variations du rendement pondéral par recrue en fonction de l'âge au recrutement et des variations de l'effort de pêche.

FECONDITE PAR RECRUE :

Afin de quantifier la réduction de fécondité d'un stock soumis à une exploitation, nous avons utilisé le concept de fécondité par recrue (LE GUEN, 1971) qui permet de chiffrer le pourcentage de fécondité du stock à un certain stage d'évolution, par rapport à celle du stock vierge de l'âge au recrutement et de la mortalité par pêche.

Les données utilisées pour ces calculs (Tableau XI) sont, pour l'indice de fécondité par âge extraits de HAYASHI (1972) confirmés par communication personnelle, et pour le sex-ratio les observations de BEARDSLEY (1971). Suivant HAYASHI, la fécondité du stock est considérée comme proportionnelle à la biomasse à partir de 6 ans. Le programme de calcul de rendement par recrue fournit également les biomasses par classe d'âge. Connaissant donc la biomasse et la fécondité de chaque classe d'âge, le pourcentage de femelles, il est possible d'estimer la fécondité du stock dans l'état actuel et la fécondité par recrue. L'état de fécondité du stock sera donc exprimé en pourcentage de fécondité, par rapport à la fécondité potentielle d'un stock non exploité.

T A B L E A U X I

CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION DE GERMON UTILISEES POUR LE CALCUL DE LA FECONDITE

Age	Indice de maturité par classe d'âge d'après HAYASHI	% de femelles d'après BEARDSLEY et BARD
1 - 5	0	52
6	1.00	47
7	1.00	56
8	1.00	23
9	1.00	0.3
10	1.00	0

MODELE A RECRUTEMENT FRACTIONNE ET A PLUSIEURS TYPES OU ENGINES DE PECHE POUR L'ESTIMATION DU RENDEMENT PONDERAL ET DE LA FECONDITE

La pêche de germon Nord-Atlantique est caractérisée par une double exploitation (surface et palangre). Il paraît donc indispensable de développer des modèles d'étude du comportement du stock (rendement et fécondité) du type "pluri-engins" (ou Multiarts) et permettant d'intégrer ces deux recrutements éventuels distincts dans les deux pêcheries successives. A cette fin, le programme de calcul "YIELD" utilisant le modèle de RICKER de rendement équilibré par recrue, écrit selon les indications de PAULIK et al. (1967) a été adapté par A. LAUREC dans ces deux directions.

Disposant de ces moyens de calcul, sous forme de programmes spécialisés, nous avons donc envisagé dans le cadre de cette étude, successivement pour les deux hypothèses (recrutement simple ou composé), l'incidence des modifications de l'effort de pêche et de l'âge au recrutement sur le rendement et la fécondité par recrue, suivant le schéma suivant :

Variables	Recrutement	Rendement pondéral	Fécondité
tc: Age au recrutement	unique (actuel 2 ans)	fig. 6.1	fig. 6.2
m Multiplicateur effort	fractionné (2 ans et 5 ans)	fig. 7.1	fig. 7.2
Modèle "Multi-art"	unique (actuel 2 ans)	fig. 8.1	fig. 8.2
F surface (multiplicateur) F palangre (multiplicateur)	fractionné (2 ans et 5 ans)	fig. 9.1	fig. 9.2

Afin de mener ces calculs de rendement et de fécondité, nous avons reconstitué une cohorte en empruntant la phase jeune (surface) à la cohorte vraie 1966 parce qu'elle nous paraît correctement échantillonnée et la phase adulte (palangre) à la cohorte 1962 parce qu'elle reflète mieux la situation actuelle de la pêche palangrière. Le recouplement des effectifs des deux cohortes à l'âge 4 et 5 est satisfaisant. En ce qui concerne la mortalité F à l'âge 5 due à la pêche de surface, les estimations de F (probablement trop faibles) réalisées sur la cohorte 1967 sont appliquées à la cohorte 1966. Pour les dernières classes d'âge de la cohorte 1962, les valeurs calculées pour l'âge 9 sont appliquées pour l'âge 10, 11 et 12.

5 - RESULTATS

Tous les résultats des calculs sont représentés sous forme de réseaux disjoints de rendement et de fécondité (Fig. 6 à 9).

A) Hypothèse du recrutement unique :

Rendement pondéral (fig. 6.1) et Fécondité (fig. 6.2)

L'accroissement de l'âge au recrutement de 2 à 3 ans permettrait un gain de production de 5 %. Par contre on ne peut augmenter notablement l'effort de surface qu'en remontant l'âge de première capture à 4 ans.

Par contre, le taux de fécondité actuel est de l'ordre de 10 % de celui du stock vierge. Toute augmentation de l'effort de surface le réduirait très vite. Seul, un recul de l'âge à la première capture au-delà de 4 ans permettrait de le remonter suffisamment pour envisager une augmentation substantielle de l'effort de pêche.

Figure 6.1.

Rendement pondéral par germon de 0,42 kg (1 an) en fonction de l'effort de pêche et de l'âge au recrutement. Mortalités F issues de l'analyse des cohortes selon l'hypothèse moyenne (cf. tableaux VIII et IX) et un recrutement unique à 2 ans.

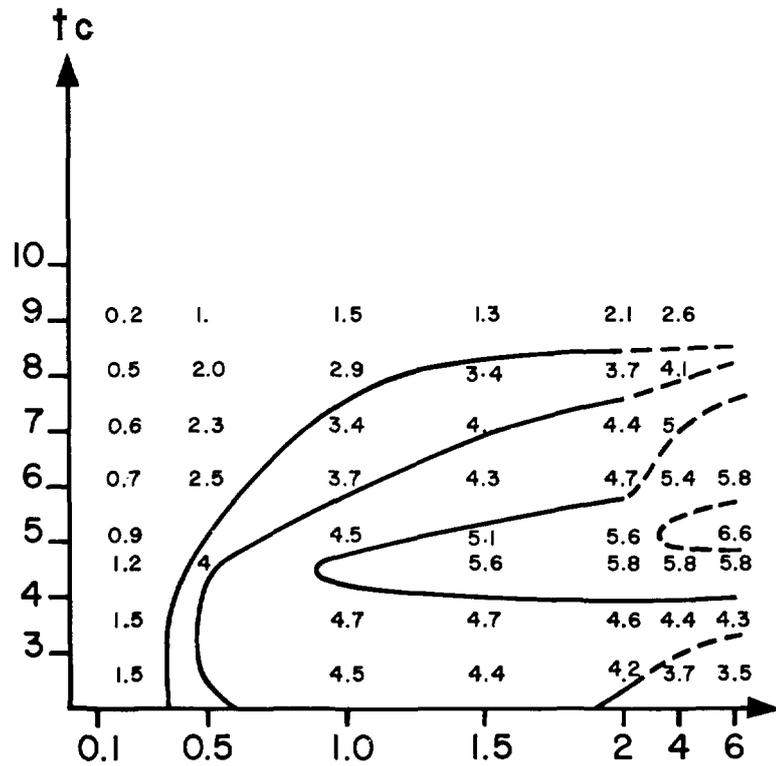
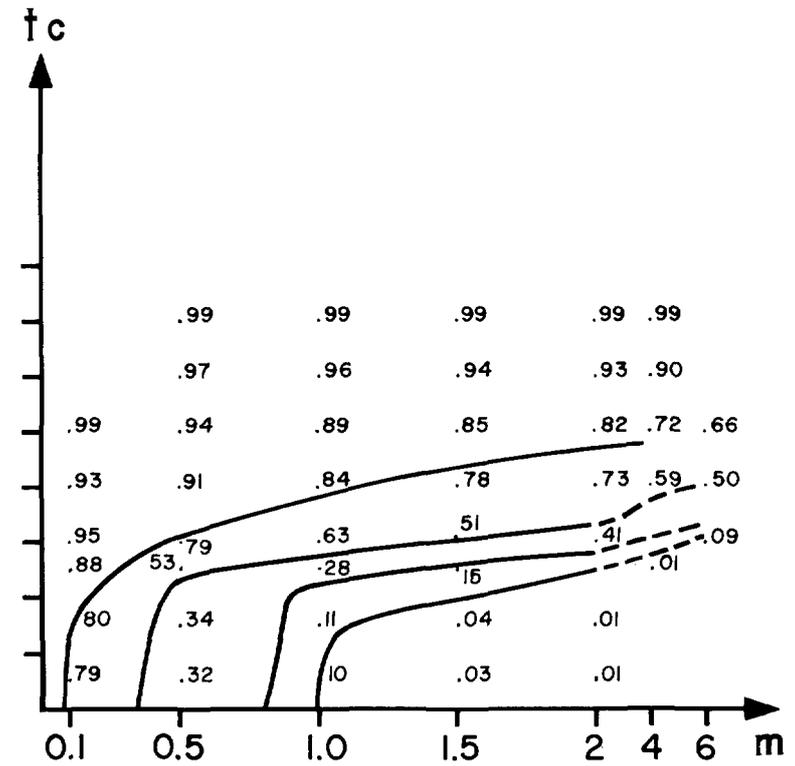


Figure 6.2

Fécondité par recrue (exprimé en pourcentage par rapport à la fécondité d'un stock vierge)
Mêmes conditions que pour 6.1.



Action respective des deux pêcheries (Fig. 8.1 et 8.2)

Cette autre forme de présentation confirme les résultats précédents et met en relief l'avantage très net de l'exploitation par la palangre aussi bien pour le rendement pondéral que pour la fécondité du stock .

B) Hypothèse du recrutement composite

Rendement pondéral (fig. 7.1) et fécondité (fig. 7.2)

Le rendement pondéral est assez proche de celui exposé précédemment pour un recrutement unique, et les mêmes conclusions peuvent être énoncées. Par contre, sur le plan de la fécondité du stock, les deux figures diffèrent très nettement. En effet dans ce cas, l'apport de 0,2 millions d'individus matures (5 ans) donne une fécondité de 20 % pour l'effort de pêche actuel.

Action respective des deux pêcheries (fig. 9.1 et 9.2)

Comme précédemment, le réseau d'isoplèthes montre que, sur le plan du rendement pondéral, la situation actuelle n'est pas éloignée de la situation optimale. Mais, du fait du recrutement complémentaire, une augmentation de l'effort en surface risquerait bien moins de faire chuter la fécondité du stock. Ainsi, la multiplication de l'effort de surface actuel par deux, ne réduirait la fécondité que de 20 à 15 %. Par contre, dans l'optique d'une suppression totale de la pêche de surface, la pêche de palangre pourrait quintupler son effort en conservant le niveau de fécondité du stock au-dessus de 25 %.

Figure 7.1.

Rendement pondéral par germon de 0,42 kg (1 an) en fonction de l'effort de pêche et de l'âge au recrutement.
 Recrutement fractionné ($0,8 \cdot 10^6$ de 2 ans et $0,2 \cdot 10^6$ de 5 ans).

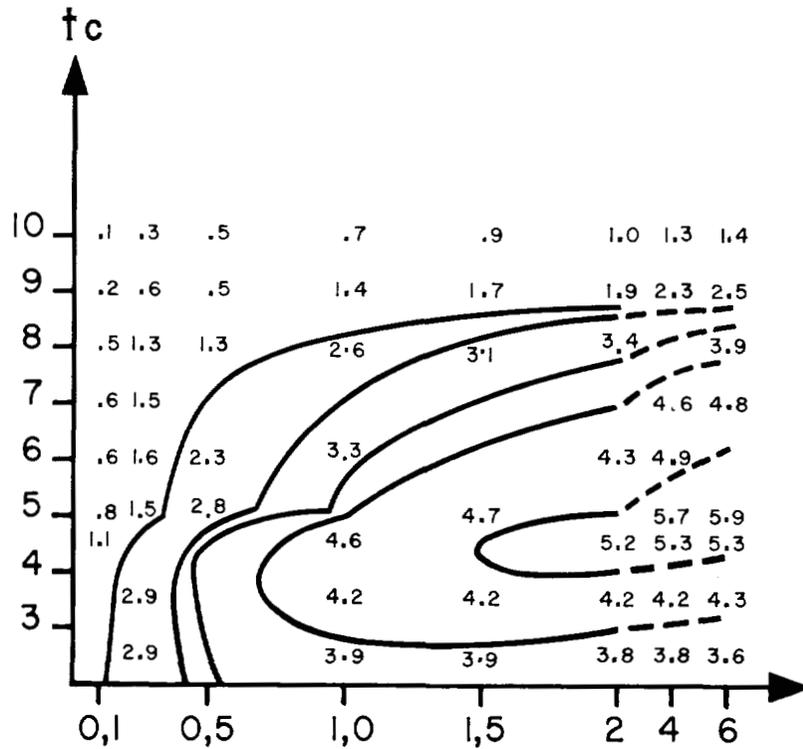


Figure 7.2.

Fécondité par recrue. Mêmes conditions que 7.1.

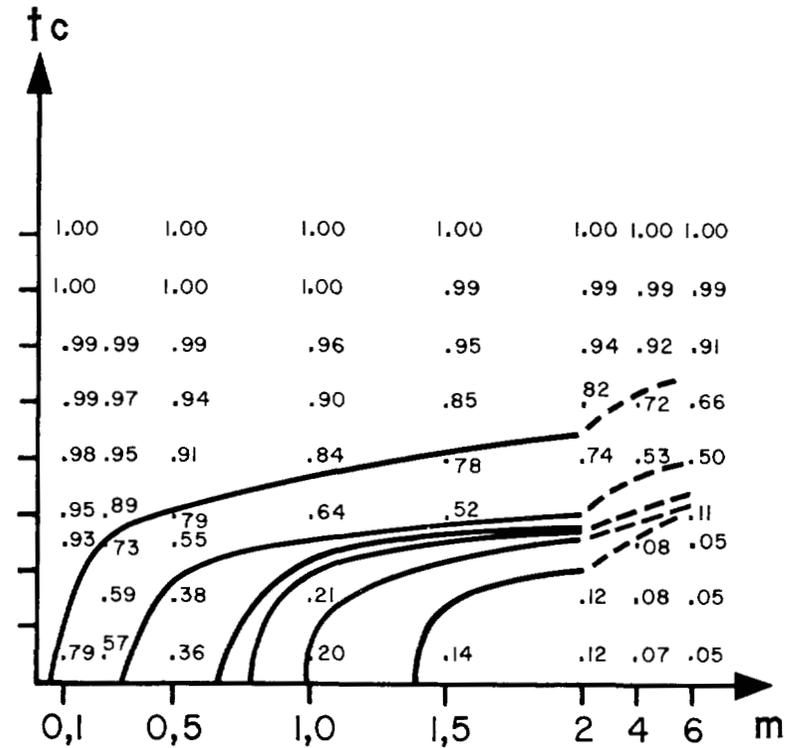


Figure 8.1.

Rendement pondéral par germon de 0,42 kg en fonction de l'effort des deux pêcheries (surface et palangre). Recrutement unique. Mêmes conditions que pour 6.1.

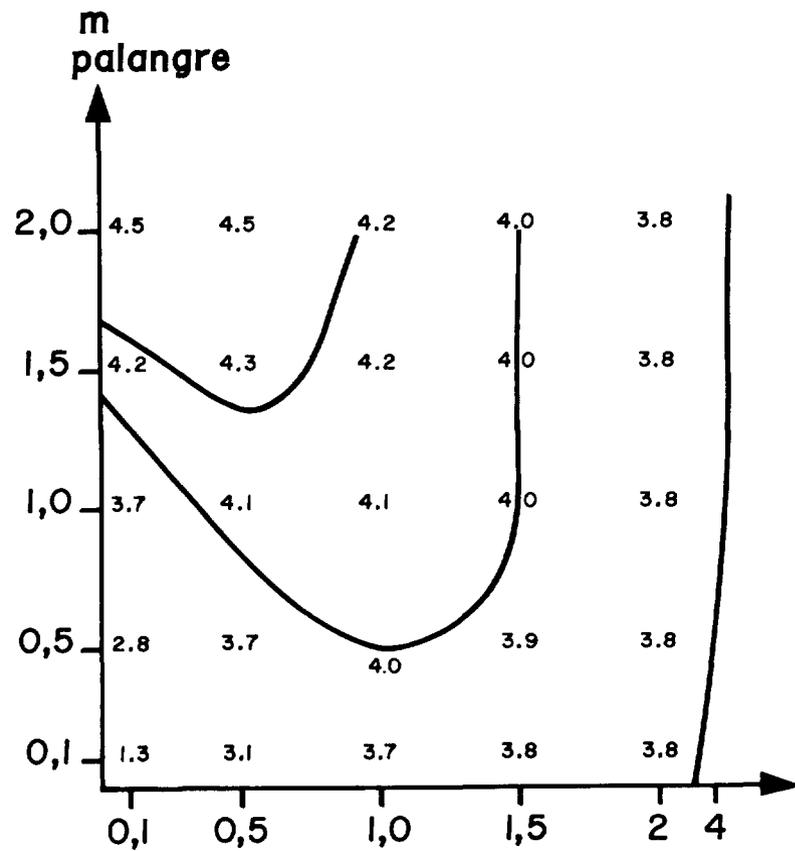


Figure 8.2.

Fécondité par recrue en fonction de l'effort des deux pêcheries (surface et palangre). Mêmes conditions que pour 6.1.

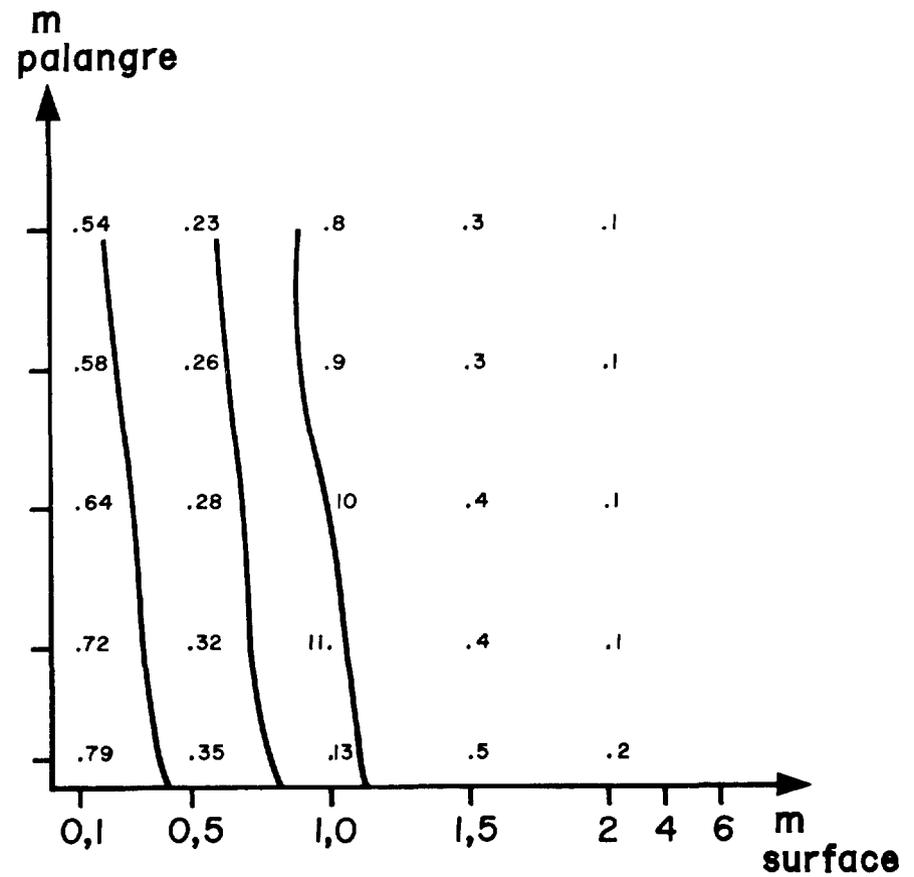


Figure 9.1.

Rendement pondéral par germon de 0,42 kg en fonction de l'effort de pêche des deux pêcheries (surface et palangre). Recrutement fractionné ($0,8 \cdot 10^6$ de 2 ans et $0,2 \cdot 10^6$ de 5 ans).

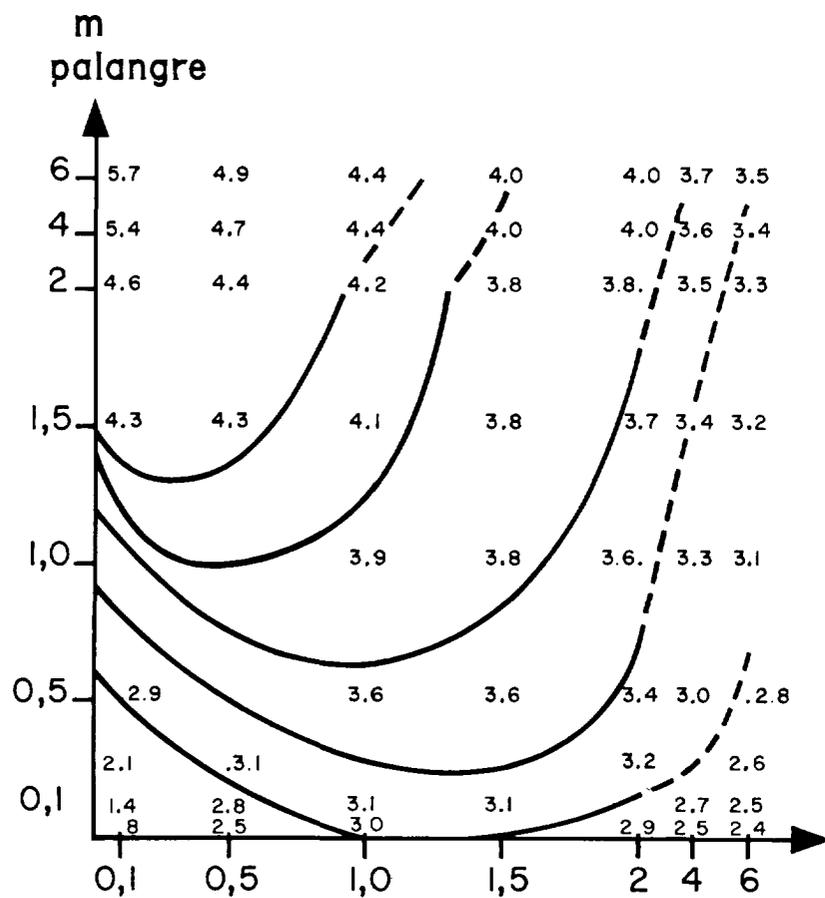
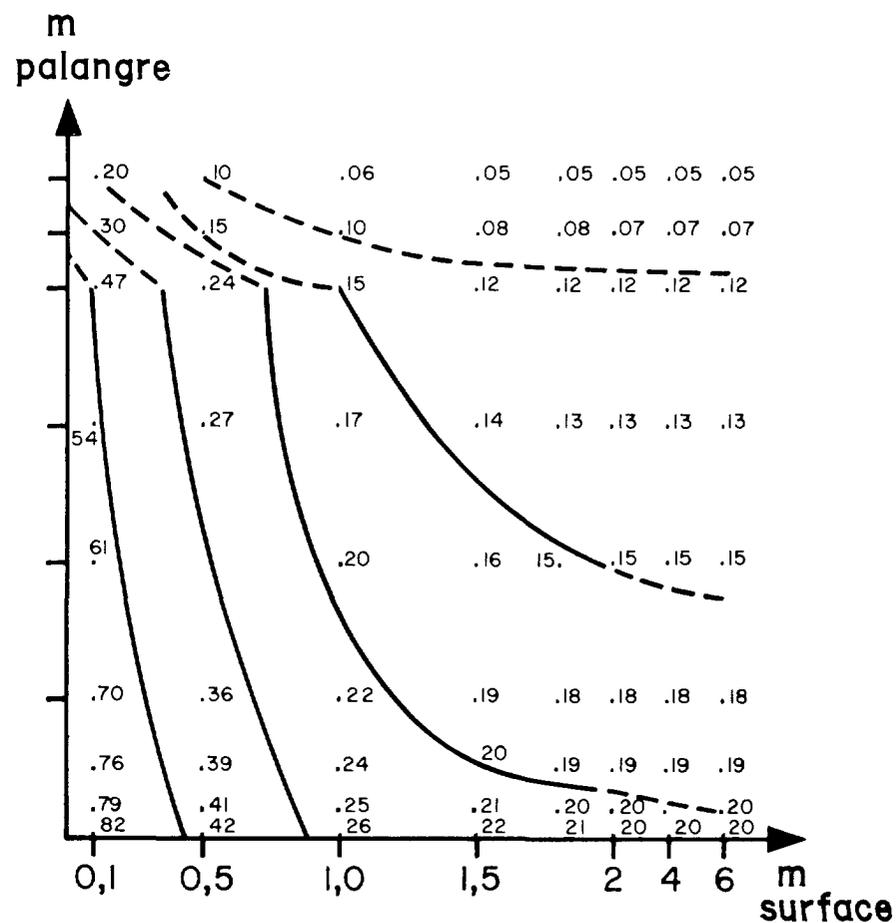


Figure 9.2

Fécondité par recrue en fonction de l'effort de pêche des deux pêcheries. Mêmes conditions que pour 9.1.



6 - DISCUSSION

Cette étude de l'état du stock nord atlantique de germons intègre l'ensemble des données actuellement disponibles sur les deux pêcheries de surface et de palangre. Elle fait appel aux techniques d'estimation des paramètres par l'analyse des cohortes et conduit à l'évaluation des caractéristiques d'un stock décisives au plan de la gestion rationnelle (rendement pondéral et fécondité par recrue) en utilisant au mieux ces données. Cependant, il faut bien prendre conscience que l'analyse des cohortes laisse subsister une indétermination puisque la mortalité sur une des classes d'âge doit être supposée connue. Nous avons tenté de lever cette indétermination par notre connaissance pratique de la pêche, et l'analyse de données historiques. Des études ultérieures de contrôle seraient cependant souhaitables. Quelques éléments essentiels du stock nord de germon dans l'état actuel des pêcheries sont ainsi mis en évidence dont :

. L'importance des captures par classe d'âge en pêche de surface de 1968 à 1973 traduit la variabilité du recrutement (2.0, 5.1, 1.8 et 0.14 millions d'individus pour les classes de 2, 3, 4 et 5 ans de la cohorte la plus abondante 1968 ; de même pour la pêche de palangre, les captures par classe d'âge pour une cohorte moyenne 1962 donnent de l'ordre de 0.15 à 0.002 millions d'individus respectivement pour 7 et 5 ans).

. Les effectifs des vraies cohortes varient, selon les années et sous la pression de pêche, entre 15 et 6 millions d'individus pour l'âge 2 à l'entrée sur la pêche de surface et 1,3 à 1,0 millions d'individus à l'entrée sur la pêche de palangre. L'extinction totale des cohortes paraît acquise en l'état actuel à 11 ans.

. Les mortalités par pêche annuelle (F) varient pour la pêche de surface entre 0,10 et 0,20 pour les classes mal recrutées (2 et 5 ans) et entre 0,60 et 1 pour les classes dominantes (3 et 4 ans). Les mortalités F annuelles de palangre sont de l'ordre 0,40 pour les classes les plus exploitées et plus généralement inférieures à 0.20. Les taux trimestriels sont très rarement supérieurs à 0.25. Le fait remarquable et probablement temporaire est l'absence de mortalité presque totale par pêche de palangre sur les animaux de 5 ans.

. Du fait des mortalités fortes en pêche de surface, *le recrutement de la pêche de palangre* est lié et limité par deux phénomènes : l'abondance des classes d'âges, qui se traduit par les effectifs variables d'une cohorte à l'autre pour un même âge, et la très forte ponction numérique réalisée par la pêche de surface sur ces cohortes pendant 4 ans.

Au plan synthétique et par l'exploitation d'un modèle de rendement pondéral de RICKER, le stock nord est à un niveau d'exploitation maximal qui résulte d'un effort maximal de la pêche de surface pour la taille de première capture et d'une tendance favorable de la pêcherie palangrière à exploiter les germons de 5, 6 et 7 ans.

7 - CONCLUSIONS

Les calculs de rendement pondéral et de fécondité ont été conduits suivant deux hypothèses. La première (recrutement unique) implique l'unité du stock nord, la complémentarité des deux pêcheries de surface et de palangre et limite le recrutement de la seconde pêcherie aux survivants de la première. La seconde ("recrutement composite") suppose que le recrutement de la palangre n'est pas exclusivement issu de la pêcherie de surface. La pêcherie de palangre pouvant recevoir un "appoint" de recrutement qui compléterait le précédent et amènerait le nombre total de recrue de 5 ans vers 1 million d'individus.

La seconde hypothèse a été développée pour les acquisitions fondamentales qu'elle apporte, notamment sur le plan de la fécondité du stock. Cependant, la première hypothèse (unité totale du stock nord, recrutement unique) paraît la plus vraisemblable et la plus fondée par les estimations réalisées en surface et en palangre.

Les recommandations pour une amélioration de la pêche de germon nord-atlantique selon cette optique unitaire pourraient donc être les suivantes :

- proscrire toute augmentation de l'effort de pêche en surface qui entraînerait une diminution de la fécondité et n'amènerait pas de gain en rendement pondéral par recrue.

- favoriser un accroissement d'au moins un an de l'âge à la première capture ; cette non exploitation des jeunes germons serait un facteur favorable à la reconstitution de la fécondité du stock. En effet, cette pêcherie importante des individus de 2 ans (bonites) constitue le facteur limitant de la fécondité du stock. Ces deux derniers facteurs s'opposent à l'établissement d'un état d'équilibre de la pêcherie au sens du rendement pondéral maximal et de la fécondité minimale.

- tendre vers une exploitation maximale des individus de 4 et 5 ans par la pêcherie de surface et de 5 à 7 ans par la pêcherie palangrière.

- encourager un accroissement de l'effort de pêche palangrière sur les individus de 5 et 6 ans qui ne met pas en péril la fécondité du stock et tend vers une augmentation du rendement par recrue.

REFERENCES

- BARD, F.X., 1974. Etude sur le germon (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre 1788) de l'Atlantique Nord. Eléments de dynamique de population. ICCAT Recueil de documents scientifiques, vol. II : 198-224.
- BARD, F.X. et J.C. DAO, 1973. Estimation de la production de thon blanc (*Thunnus alalunga*) des thoniers ligneurs français en 1971. ICCAT Recueil de documents scientifiques. 225-239.
- BARD, F.X., J.C. DAO et A. LAUREC, 1974. Estimation de la production de thon blanc (*Thunnus alalunga*) des thoniers-ligneurs français en 1972. ICCAT Recueil de documents scientifiques, vol. II : 161-162.
- BARD, F.X., J.C. DAO et A. LAUREC, 1974. "ditto. 1973", ms.
- BEARDSLEY, G.L., 1971 Contribution to the population dynamics of atlantic albacore with comments on potential yields. U.S. Fish. Bull. 69 : 845-847.
- DAO, J.C., 1971. Estimation de la production par classe d'âge de la pêcherie de germon du nord-est Atlantique. ICCAT/SCRS/71/32..
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1965. - "Annual report of effort and catch statistics by area of Japanese tuna longline fishery" 1962, 189p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1966. - "Dittos, 1963), 322p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1967.a. - "Dittos, 1964", 379p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1967.b. - "Dittos, 1965", 375p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1968. - " Dittos, 1966", 299p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1969. - "Dittos, 1967", 293p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1970. - "Dittos, 1968", 283p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1971. - "Dittos, 1969"; 299p.

- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1972. - "Dittos, 1970", 326 p.
- FISHERY AGENCY OF JAPAN, 1973. - "Dittos, 1971", 326 p.
- HAYASI, S., HONMA, M., and S. SUZUKI, 1972. A comment to rational utilization of yellowfin tuna and albacore stocks in the Atlantic ocean. Bull. Far Seas Fis. Res. Lab., n° 7 : 71-112.
- ICCAT, 1974, Bulletin statistique. Vol. 4.
- LE GALL, J.Y., 1974. Evolution spécifique des rendements (CPUE) de la pêche palangrière japonaise de germon (*Thunnus alalunga*) de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Sud (1956-1970). ICCAT Recueil de documents scientifiques, vol. II : 198-227.
- LE GUEN, J.C., 1971. Dynamique des populations de *Pseudolithus (Fonticulus) elongatus* (Bowd. 1825) - Poissons-Sciaenidae. Cah. ORSTOM, sér. Oceanogr., vol. IX, n° 1, 1971 : 1-84.
- MURPHY, G., 1965. A solution of the catch equation. J. Fish. Res. Bd. Canada 22 : 191-202.
- PAULIK, G.J. and W.H BAYLIFF, 1967. A generalized computer program for the Ricker model of equilibrium yield per recruitment. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24 (2) : 249-259.
- SHIOHAMA, T., 1973. Overall fishing intensity and catch by length class of albacore in Japanese Atlantic longline fishery, 1956-1970. ICCAT Recueil de documents scientifiques, vol. I : 198-224.
- SHIOHAMA, T., 1974. Overall fishing intensity and catch by length class of albacore in Japanese Atlantic longline, 1956-1971. ICCAT Recueil de documents scientifiques, vol. II : 163-176.
- TOMLINSON, P.K., 1970. A generalization of the MURPHY catch equation. J. Fish. Res. Bd. Canada, 27 : 821-825.