

INTRODUCTION

Jusqu'à une date récente, les prises de patudo atlantique étaient en pleine expansion ; elles ont atteint 53.000 tonnes en 1975 puis ont fortement diminué en 1976 et 1977. Jusqu'en 1973 elles étaient effectuées pour l'essentiel par les flottilles palangrières asiatiques (KUME, 1977a) cependant une quantité croissante de jeunes patudos est capturée désormais par les flottille pêchant en surface : canneurs et senneurs. Il est difficilement concevable que ces prises massives de très jeunes individus soient sans effet sur la pêche palangrière à venir et d'une façon plus générale sur la productivité du stock exprimée en terme de rendement par recrue Y/R. Les études de stock faites à partir des modèles de production ont montré en outre que le niveau actuel d'exploitation semblait proche du maximum (SAKAGAWA, 1977). Inquiet de cette évolution quantitative et qualitative de l'effort de pêche et des prises, le SCRS a recommandé lors de la réunion de l'ICCAT en 1977 que des études soient faites pour préciser le niveau d'exploitation du stock, celui du recrutement et l'influence des différents modes de capture les uns sur les autres ; nous essayons donc dans la présente note d'aborder ces différents points.

1 - DONNEES UTILISEES

Pour la flottille des canneurs basés à Téma et celle des senneurs japonais, les échantillonnages de taille utilisés sont ceux rassemblés dans les recueils statistiques de l'ICCAT (volumes 1 à 10). Pour la flottille FIS et les senneurs US les structures de taille annuelles employées sont celles de MARCILLE et ARMADA (1978a) et de SAKAGAWA (1976). Les structures des prises de la flottille palangrière nous sont données par KUME (1977) en nombre d'individus par âge. Suivant leur source, les compositions par taille disponibles sont en LF (longueur à la fourche) ou en LD₁ (longueur prédorsale). Les échantillons ont été extrapolés aux prises et regroupés sur une base annuelle ; la séparation entre les classes d'âge a été obtenue en employant l'équation de croissance et la relation LD₁-LF de CHAMPAGNAT et PIANET (1974) qui est très proche de celle de YUKINAWA et YABUTA (1963) utilisée par KUME.

Pour de nombreuses strates engin-année non échantillonnées nous avons dû procéder à d'importantes substitutions : Ainsi pour la flottille de Téma (canneurs) les structures par âge des prises des années 1965 à 1969 sont extrapolées à partir de l'année 1973 ; celle des prises des senneurs US des années 1969 et 1970 le sont à partir de celles des senneurs FIS pour les mêmes années dans la zone sud équatoriale. Pour les senneurs FIS les substitutions de strates effectuées ont été indiquées par MARCILLE et ARMADA (1978a) ; nous avons fait l'hypothèse que la structure par taille des prises des senneurs espagnols était identique à celle des senneurs FIS, des substitutions ont donc été effectuées par strate année-secteur (Nord et Sud Atlantique). Pour les canneurs espagnols nous n'avons de données suffisantes que pour les années 1974 à 1977, la composition par âge des prises des années antérieures a donc été extrapolée à partir de la composition moyenne des prises pendant cette période. De même il n'existe pas d'échantillon de taille des captures portugaises aux Açores et à Madères ; nous savons cependant par POSTEL (1969) et FRADE (1960) que les classes d'âges pêchées sont sensiblement les mêmes que celles des canneurs canariens.

Deux hypothèses de la structure du stock sont généralement émises :

. Deux stocks séparés :

Un nord atlantique et un sud atlantique (HAYASI et al., 1970 ; KUME et MORITA, 1976).

. Un stock unique :

Nous avons donc récapitulé dans les tableaux 1 et 2 les prises de patudo par âge pour l'Atlantique Nord et Sud et pour l'ensemble de l'océan.

N
F
2

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
0+	21146	1375	146644	147986	87449	39998	17431	11335	57839	18847	484621	580842
1+	60146	21663	261505	297358	181332	155678	507227	393166	463207	601566	1569456	2806592
2+	113446	74139	118270	104588	199456	141745	430331	233199	380031	181364	391262	184474
3+	153675	82887	92164	111569	152568	147658	188302	192055	261161	353537	237428	112533
4+	198130	86376	86441	121669	136855	137133	224921	111237	157727	297540	230202	125674
5+	144538	57403	55394	68882	88916	94045	152786	105858	111658	142568	146274	94610
6+	98977	31520	36181	42811	55947	57988	82142	65645	71817	91602	90756	51062
7+	42207	15997	18329	19500	28685	27847	34852	31641	28444	38327	59800	29726
8+	10314	5791	7867	5498	9827	10678	11435	8147	9591	17027	33620	10200
9+	3285	1801	3099	1596	2874	3244	3023	2009	3444	2969	11050	4620
10+	1119	894	1617	574	1285	1404	1267	235	1567	652	3445	1747

TABLEAU 2 - Prises de Patudo par âge dans l'Atlantique.

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
0+	1146	1375	1346	3152	4018	2115	14780	5473	7852	0	25174
1+	16900	18609	22409	37864	29998	67905	357314	151425	181679	61498	257200
2+	72218	66617	95548	62625	104888	103930	250028	140875	217379	86677	343480
3+	95475	59892	70259	57074	70695	100835	105115	115823	178738	259410	166790
4+	116806	54970	60741	47518	74401	95008	151207	55134	110844	246476	157461
5+	81186	31538	30507	32869	45742	57612	92825	57949	58392	109481	104114
6+	59315	15320	16091	18021	24852	30903	38343	30988	29770	68789	64484
7+	26024	7307	7614	6994	11097	13420	11739	14139	12902	26158	42771
8+	6966	3810	5945	2931	5427	6371	4580	4123	6342	14011	27281
9+	3098	1711	2975	1266	2517	2888	2149	1412	3108	2438	9555
10+	1105	892	1605	522	1259	1343	1099	15	1562	593	2944

NORD

SUD

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
0+	20000		145298	144834	83431	37883	2651	5862	49987	18847	459447
1+	43246	3054	239096	259494	151334	87773	149913	241741	281328	540068	312256
2+	41228	7522	22722	41963	94568	37815	180303	92324	162652	94687	47782
3+	58200	22995	21905	54495	81873	46823	83197	76232	82423	94127	70638
4+	81324	31406	25700	74151	62454	42125	73714	56103	46883	51064	72741
5+	63352	25865	24883	36013	43174	36433	59961	47909	53266	33087	42160
6+	39662	16200	20090	24790	31095	27085	43799	34657	41247	22813	26272
7+	16183	8690	10715	12506	17588	14427	23113	17502	15542	12169	17059
8+	3348	1981	1922	2567	4400	4307	6855	4024	3249	3016	6339
9+	187	90	124	330	357	356	874	597	336	531	1495
10+	14	2	12	52	26	61	168	220	15	59	501

TABLEAU 1 - Prise de patudo par âge pour l'Atlantique Nord et Sud.

2 CHOIX DES PARAMETRES

Coefficients instantanés de mortalité naturelle utilisés.

La majorité des estimations de M pour le patudo se situent entre 0,35 et 0,56 (MURPHY et SAKAGAWA, 1976) ; KUME (1977) admet une valeur de M comprise entre 0,45 et 0,55. Nous avons donc effectué nos analyses en employant deux valeurs de M : 0,4 et 0,5, supposées constantes avec l'âge.

Choix du F initial dans les analyses de cohortes.

Comme l'indiquent FONTENEAU et LENARZ (1974), l'un des problèmes dans l'emploi des analyses de cohorte avec la méthode de Murphy-Gulland, est le choix d'une valeur initiale de F . GULLAND (1970) estime que la valeur moyenne du coefficient de mortalité par pêche F est égale à celle du coefficient de mortalité naturelle M lorsque la pêcherie atteint la MSY . Puisque l'utilisation des modèles de production (SAKAGAWA, 1977) a montré que le patudo atlantique était déjà assez fortement exploité, nous avons choisi des valeurs du F final comprises entre 0,1 et 0,5.

3 - ESTIMATION DE LA MORTALITE PAR PECHE

Des analyses de cohortes ont été effectuées à partir des tableau 1a et b et 2 c'est à dire pour les stocks Nord et Sud Atlantique séparément et pour la population totale atlantique. Nous présentons sur la figure 1 les vecteurs de mortalité par pêche F des cohortes 1964 à 1967 pour l'ensemble de l'Atlantique et deux valeurs choisies pour M ; pour chaque cohorte les vecteurs de F convergent rapidement lorsque les âges décroissent.

L'effort de pêche a été très important en 1975 et nettement plus faible en 1976 (KUME, 1977) ; ceci explique l'allure des vecteurs de F des cohortes 1966 et 1967 et en particulier la forte valeur de F pour l'âge 9 de la cohorte 1966 à laquelle correspondent des valeurs élevées de F sur l'âge 8 de la cohorte 1967 et de l'âge 7 sur la cohorte 1966 (Fig.1 et Tableau 3).

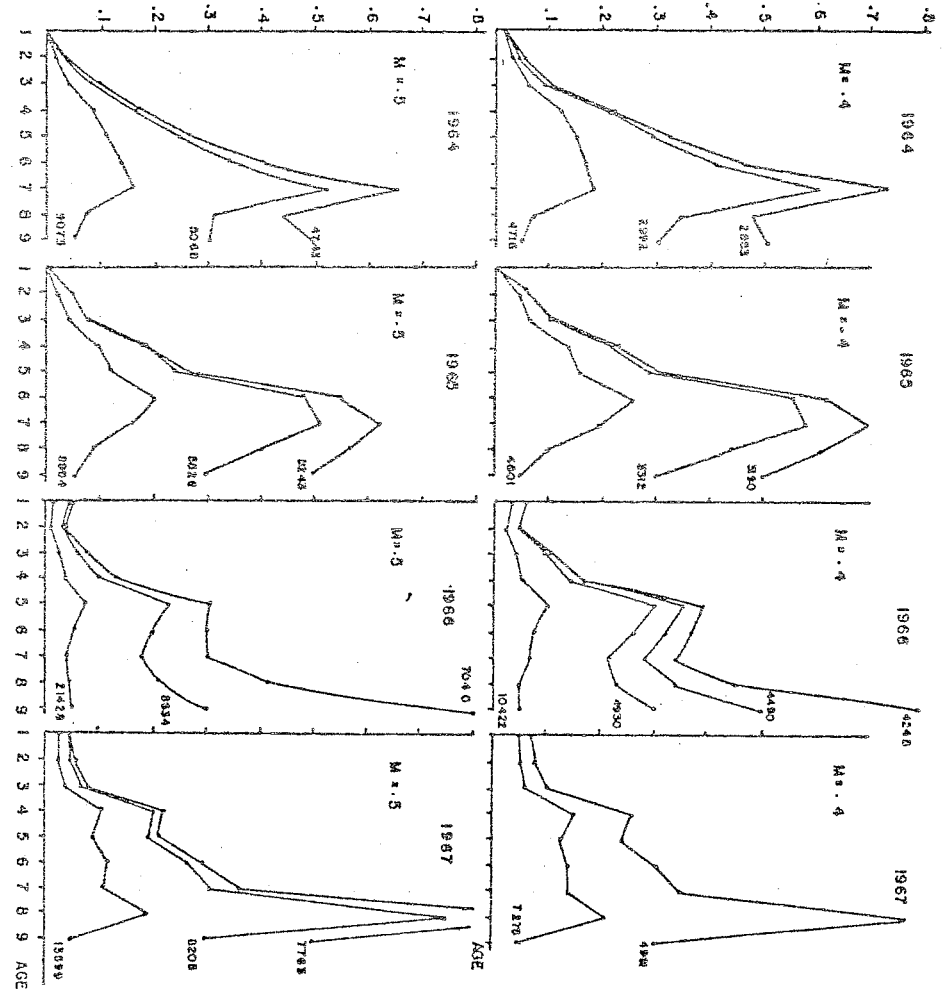


Figure 1 - Vecteurs de mortalité par pêche du Patudo Atlantique pour les cohortes 1964 à 1967 et $M=0.4$; $M=0.5$

Dans le tableau 3 nous donnons les vecteurs de F calculés pour les cohortes 1964 à 1972 ; nous avons fait l'hypothèse que, pour la pêche palangrière, le recrutement était total à 4 ans et que la vulnérabilité était constante pour les âges 4 à 9. Deux valeurs de F pour les âges 4 à 9 en 1976 ont été testées : F = .3 et F = .5 ; du fait de la rapide convergence des vecteurs de F les résultats sont peu différents mais nous estimons plus vraisemblables les valeurs F = .3 des mortalités par pêche des âges 4 à 9 pour l'année 1976 (Tableau 3).

Cohorte	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Année	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Age												
1	.02	.01	.07	.08	.05	.04	.12	.10	.18			
2		.05	.07	.05	.08	.06	.17	.09	.16	.12		
3			.10	.10	.11	.10	.14	.13	.17	.27	.28	
4				.21	.22	.17	.27	.14	.18	.37	.35	.30
5					.30	.29	.36	.24	.25	.31	.40	.30
6						.41	.57	.32	.32	.42	.42	.30
7							.60	.58	.28	.36	.69	.30
8								.34	.44	.34	.80	.30
9									.30	.30	.50	.30
\bar{F} 4-9				.21	.26	.29	.45	.32	.30	.35	.53	.30
Effort				1.2	1.6	1.8	3.2	2.8	3.1	3.0	4.9	

1	.01	.0	.04	.05	.03	.02	.08	.07	.14			
2		.03	.05	.03	.05	.04	.12	.07	.13	.10		
3			.07	.08	.08	.07	.10	.10	.14	.23	.26	
4				.16	.17	.13	.20	.11	.15	.32	.32	.30
5					.24	.24	.28	.19	.21	.27	.37	.30
6						.35	.49	.26	.27	.37	.39	.30
7							.52	.51	.24	.32	.64	.30
8								.31	.41	.31	.75	.30
9									.30	.30	.50	.30
\bar{F} 4-9				.16	.21	.24	.37	.28	.26	.32	.50	.30
Effort				1.2	1.6	1.8	3.2	2.8	3.1	3.0	4.9	

TABLEAU 3 - Estimation des vecteurs de F pour les cohortes 1964 à 1972 et pour deux valeurs de la mortalité naturelle A: M=.4 B: M=.5

La mortalité initiale sur l'âge 9 des cohortes 1964 à 1966 a été choisie de façon qu'elle corresponde approximativement à la mortalité moyenne calculée sur les âges 4 à 8. Nous pouvons alors estimer la mortalité moyenne annuelle des poissons de 4 à 9 ans et chercher la relation qui existe entre la mortalité par pêche et par âge des individus de 4 à 9 ans et l'effort de pêche calculé à partir des p.u.e. des palangriers (KUME, 1977 ; MARCILLE, 1978). Ces relations sont données sur la figure 2 pour M = .4 et M = .5. La mortalité par pêche paraît avoir été particulièrement élevée en 1975 alors que pour les années 1971 à 1974 les valeurs moyennes de F semblent comprises entre 0,25 et 0,35. L'influence des prises croissantes des canneurs et des senneurs n'a pu encore se faire sentir pour les cohortes étudiées et les mortalités par pêche des âges 1 à 3 sont restées faibles jusqu'en 1970 (F < 0.08) ; on peut noter cependant une nette progression de F sur les âges 1 à 3 depuis 1971.

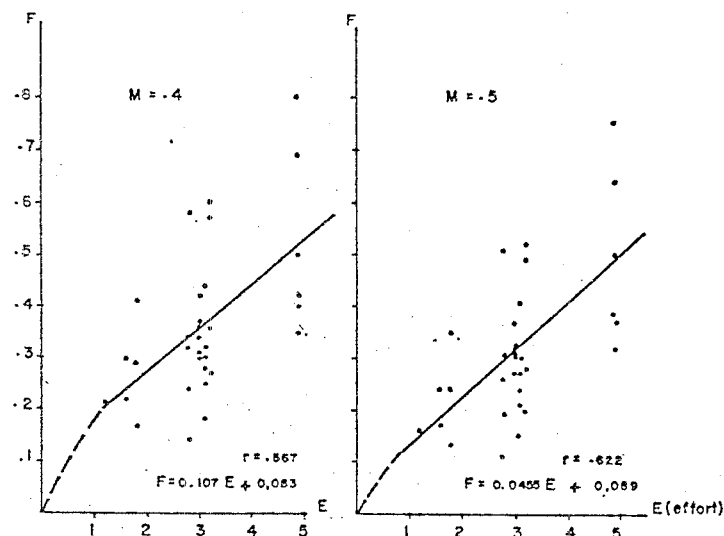


Figure 2 - Relation entre la mortalité par pêche par âge des individus de 4 à 9 ans et l'effort de pêche pour M = .4 et M = .5

4 - EVALUATION DU NOMBRE DE RECRUES DE 1 AN

L'estimation du nombre de recrue R à partir des analyses de cohortes est possible si la valeur du F initial (F sur le dernier âge) est élevée, ou si elle est connue avec précision.

Pour les valeurs de M choisies le nombre de recrues obtenues par le calcul ne varie pas sensiblement lorsque la valeur initiale de F est supérieure à 0.4 ; par contre pour des valeurs du F initial comprises entre 0,1 et 0,2 l'estimation de R est très variable et ceci d'autant plus que la valeur choisie pour M est plus élevée.

En outre il est difficile d'estimer le nombre initial de recrues lorsque le nombre de classes d'âge exploitées dans la cohorte est faible (FONTENEAU et LENARZ, 1974). Sur la figure 3a nous voyons que pour une cohorte donnée, la valeur asymptotique de R s'accroît avec le nombre de groupes d'âge inclus dans l'analyse. La figure 3b représente la courbe moyenne en pourcentage calculée pour les cohortes 1964 à 1967 (le niveau 100% correspond à l'emploi des 9 classes d'âge dans les analyses). L'estimation du nombre de recrues (corrigée en fonction du nombre de classes considérées) pour les cohortes 1964 à 1972 figure dans le tableau 4.

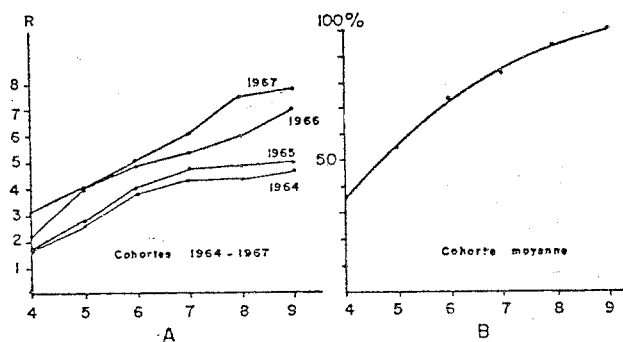


Figure 3 - Variation du nombre initial de recrues pour de fortes valeurs du F final (F = 1.0) en fonction du nombre de classes d'âge considéré dans les analyses.

Cohortes	64	65	66	67	68	69	70	71	72	Moyenne 69-72
M = .4	3.0	3.3	5.0	5.0	4.8	6.3	7.4	9.4	9.6	8.2
M = .5	5.1	5.5	8.7	8.3	7.8	9.8	10.8	13.0	12.5	11.5

TABLEAU 4 - Estimation du nombre de recrues de 1 an pour l'ensemble de la population du patudo Atlantique.

Le nombre de recrues est très faible pour les deux premières cohortes étudiées 1964 et 1966 : entre 3 et 6 10^6 individus ; ceci peut venir en partie d'une surestimation du F final mais pourrait s'expliquer sans doute aussi par l'accroissement des secteurs de pêche prospectés. On observe ainsi une progression régulière de R de 1966 à 1972 avec cependant un faible recrutement en 1968. Le recrutement des années 1969 à 1972 apparaît assez stable, entre 8 et 11,5 millions d'individus suivant la valeur de M, mais il est probable que les éventuelles variations annuelles de R sont en partie masquées par les nombreuses substitutions de strates effectuées.

5 - RENDEMENT PAR RECRUE

Pour des valeurs de F = M comprises entre .4 et .5 qui correspondent au maximum des prises équilibrées (GULLAND, 1970), le rendement par recrue est maximum pour un âge au recrutement compris entre deux et trois ans soit des poissons de 11 à 25 kg (MARCILLE et ARMADA, 1978b). Cet âge de première capture est approximativement celui des palangriers, des canneurs canariens et des canneurs portugais pêchant aux Açores et à Madère. Les canneurs opérant dans le fond du golfe de Guinée capturent eux essentiellement des poissons de un an (de 1,5 à 8 kg) et les senneurs FIS et espagnols des poissons de un à trois ans (de 2 à 30 kg).

Nous avons examiné dans une simulation de pêche à engins multiples (canneurs, senneurs, palangriers) l'effet des variations de F sur chaque engin en terme de rendement par recrue. Les mortalités par pêche par âge et par engin sont supposées constantes dans l'intervalle considéré :

	Intervale (années)
Canneurs (type Tema)	1 — 2 : F_1 sur engin 1
Senneurs	1 — 3 : F_2 sur engin 2
Palangriers	3,5 — 9 : F_3 sur engin 3

Nous avons vu (tableau 3) que la mortalité actuelle par pêche des palangriers (F_3) se situait entre 0.3 et 0.4 et variait peu avec l'âge. Celle des senneurs (F_2) et des canneurs du golfe (F_1) est infiniment plus délicate à déterminer car le nombre de très jeunes poissons (de 1 à 2 ans mais surtout de 1 an) capturés par ces flottilles ne peut être estimé avec précision (MARCILLE et ARMADA, 1978a et b) du fait de la distinction très délicate des jeunes albacores et patudos d'un poids inférieur à 3.2 kg et de leur rejet partiel.

Environ 500.000 patudos de 1 an ont été capturés chaque année entre 1971 et 1973 ; la mortalité par pêche, en supposant M constant, a pu être évaluée pour cet âge et cette période à 0,10-0,15. Pour les années 1975 à 1977 le nombre de ces jeunes patudos capturés paraît avoir triplé entraînant sans doute un fort accroissement de F . KUME (1977) retient pour les patudos d'âge 1 et 2 une valeur de $F = .3$; malgré l'imprécision des statistiques de prise pour ces poissons, cette estimation semble donc raisonnable.

Les résultats des simulations sont présentés sur la figure 4 pour 3 valeurs de F_1 (.0, .3, .5) et des niveaux variables de F_2 et F_3 . La suppression des captures de patudos par les canneurs ou par les senneurs entraînerait une augmentation du rendement par recrue Y/R de 15 à 25% ; un arrêt total des captures de jeunes poissons par les flottilles de surface accroîtrait la valeur de Y/R de 30 à 50% pour un même niveau de l'effort des palangriers.

Sur les figures 5 et 6 nous présentons pour différentes valeurs de F_1 et F_2 l'évolution du rendement des palangriers Y_3 et du rendement par recrue total Y_T pour un effort de pêche constant des palangriers ($F_3 = 0.3$).

Il apparaît de façon nette que l'effet d'un accroissement de F_1 ou F_2 est particulièrement sensible pour les palangriers ; la pêche des palangriers ou encore celle des canneurs canariens est pourtant la mieux adaptée pour exploiter le patudo d'une façon rationnelle ; ceci est mis en évidence sur la figure 7 qui montre l'évolution du rendement par recrue en fonction de F pour différents engins pêchant seuls.

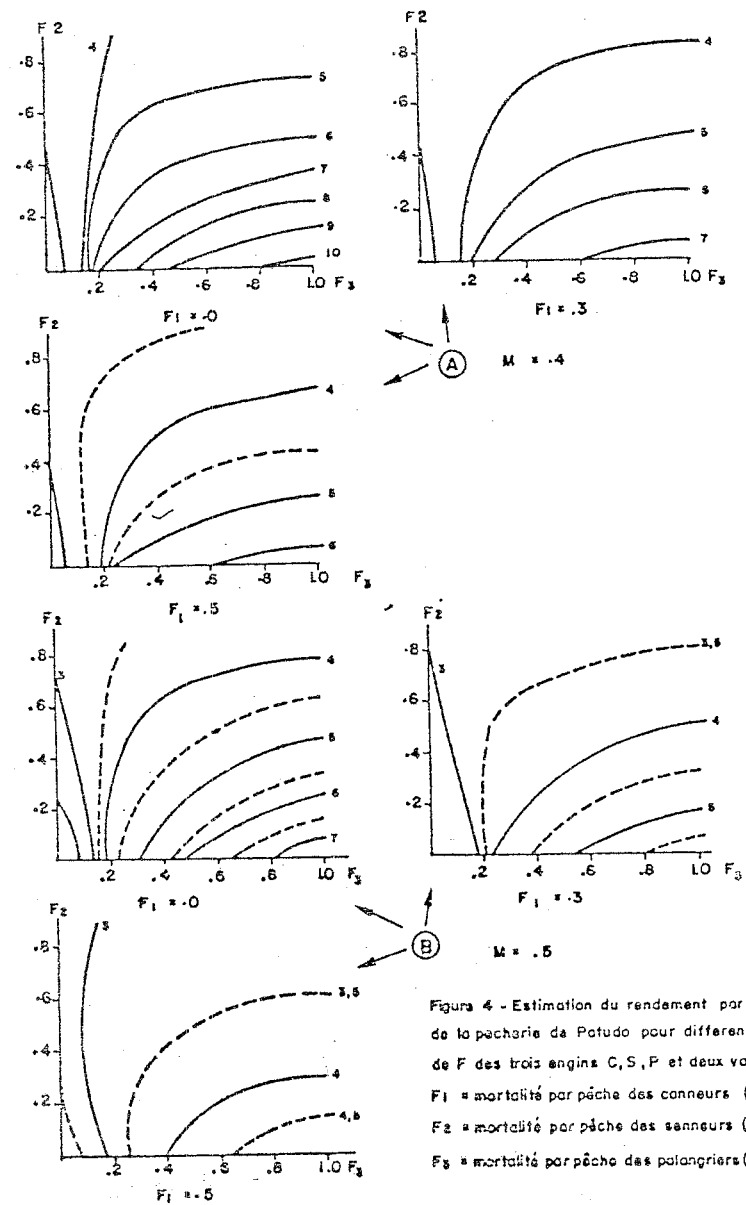


Figure 4 - Estimation du rendement par recrue de la pacherie de Patudo pour différentes valeurs de F des trois engins C, S, P et deux valeurs de M
 F_1 = mortalité par pêche des canneurs (C)
 F_2 = mortalité par pêche des senneurs (S)
 F_3 = mortalité par pêche des palangriers (P)

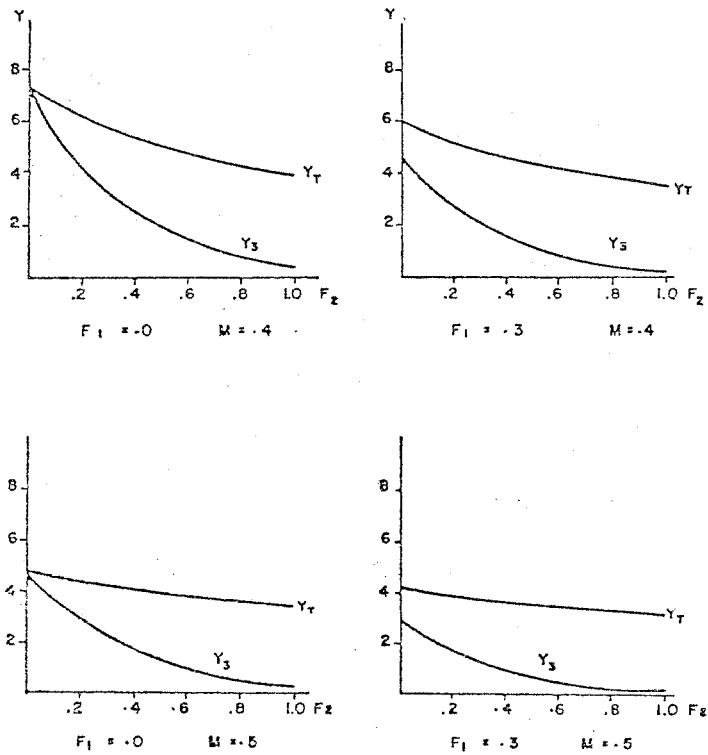


Figure 5 - Evolution du rendement des palangriers (Y_s) et du rendement total (Y_T) pour un effort de pêche constant des palangriers ($F_2 = 30$) dans les conditions suivantes :

- 2 valeurs de F_1 : 0 et 0.3 (mortalité par pêche des canneurs)
- F_z croissant 0 \rightarrow 1.0 (mortalité par pêche des senneurs)
- 2 valeurs de M : 0.4 et 0.5 (mortalité naturelle).

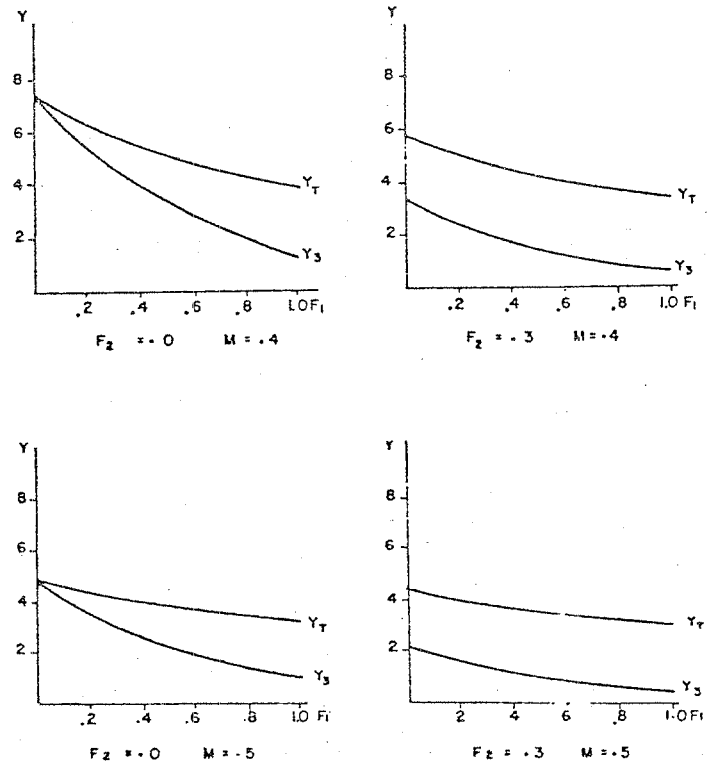


Figure 6 - Evolution du rendement des palangriers (Y_s) et du rendement total (Y_T) pour un effort de pêche constant des palangriers ($F_2 = 3$) dans les conditions suivantes :

- 2 valeurs de F_z : 0 et 0.3 (mortalité par pêche des senneurs)
- F_1 croissant 0 \rightarrow 1.0 (mortalité par pêche des canneurs)
- 2 valeurs de M : 0.4 et 0.5 (mortalité naturelle).

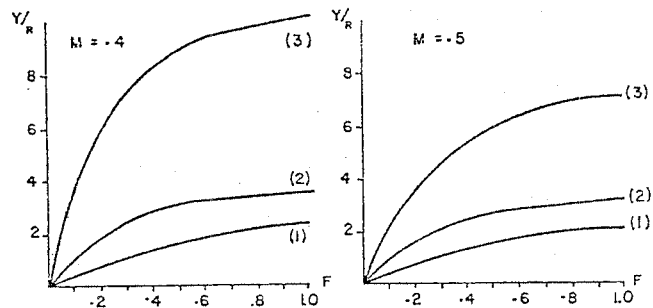


Figure 7 - Rendement par recrue en fonction de F pour différents engins pêchant seuls.

- (1) canneurs Temo
- (2) senneurs
- (3) palangriers ou canneurs congolais.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les captures accrues de très jeunes patudos effectuées ces dernières années par les flottilles de surface tout particulièrement dans le fond du golfe de Guinée, représentent un danger réel pour le devenir de la flottille palangrière au demeurant la mieux adaptée pour l'exploitation de cette espèce. Si aucune mesure n'est envisagée pour limiter les prises de ces très jeunes poissons, la rentabilité financière de la pêche à la palangre risque à nouveau de décroître entraînant à plus ou moins brève échéance sa disparition. Les jeunes patudos étant principalement capturés dans le fond du golfe de Guinée pendant la période s'étendant d'août à novembre (MARCILLE et ARMADA, 1978) il y aurait donc lieu de limiter la mortalité des jeunes dans ces secteurs pendant cette période.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAMPAGNAT (C.), PIANET (R.), 1974 - Croissance du patudo (*Thunnus obesus*) dans les régions de Dakar et de Pointe-Noire.
ICCAT col. vol.Sci. Pap., vol.II : 141-144.
- FONTENEAU (A.), LENARZ (W.H.), 1974 - Cohort analysis of the Eastern Atlantic fishery for yellowfin tuna.
ICCAT vol.II : 57-77.
- FRADE (F.), 1960 - Le thon patudo (*Parathunnus obesus*, Lowe) et sa pêche.
EST. ENS. e Documentos n°69 Invest. Ultramar, Lisboa.
- GULLAND (J.A.), 1970 - The fish resources of the ocean.
FAO Fish. Tech. Pap. n°97.
- HAYASI (S.), KOTO (T.), SHINGU (C.), KUME (S.), MORITA (Y.), 1970 - Status of the tuna fisheries resources in the Atlantic Ocean, 1956-1967.
Far Seas Fish. Res. Lab. S. series 3 : 1-72.
- ICCAT, 1973 à 1977 - Recueils des données statistiques, vol.1 à 10.
- KUME (S.), MORITA (Y.), 1976 - On the stock structure of bigeye tuna in the Atlantic Ocean.
ICCAT, SCRS/76/35.
- KUME (S.), 1977a - Recent status of bigeye tuna in the Atlantic Ocean.
ICCAT Vol.VI, n°1 : 162-167.
- KUME (S.), 1977b - Overall fishing intensity of Atlantic longline fishery for bigeye tuna 1956-1975.
ICCAT, SCRS/77/58.
- KUME (S.), 1977c - Age composition of the Atlantic bigeye tuna, 1965-1975.
ICCAT, SCRS/77/83.
- LENARZ (W.H.), FOX (H.W.), SAKAGAWA (G.T.), ROTHSCHILD (B.J.), 1974 - An examination on the yield per recruit basis for a minimum size regulation for Atlantic yellowfin tuna (*Thunnus albacares*).
Fish. Bull., vol.72, n°1
- MARCILLE (J.), ARMADA (N.), 1978a - Estimation des prises et structures de taille des patudos capturés par la flottille FIS. (Sous presse)
- MARCILLE (J.), ARMADA (N.), 1978b - Les prises de jeunes albacores et patudos dans l'Atlantique orientale tropical : Conséquences en matière d'aménagement. (Sous presse)
- MURPHY (T.C.), SAKAGAWA (G.T.), 1977 - A review and evaluation of estimates of natural mortality rates of tunas.
ICCAT vol.VI, n°1 : 117-123.

POSTEL (E.), 1969 - Répartition et abondance des thons dans l'Atlantique tropical. Actes du Symposium sur l'océanographie et les ressources halieutiques de l'Atlantique tropical. Abidjan (CI), 20-28 octobre 1966.

- RICKER (W.E.), 1958 - Handbook of computation for biological statistics of fish populations.
J. Fish. Res. Bd. Canada 119, 300 p.
- SAKAGAWA (G.T.), 1976 - Incidental catches made by american tuna seiners in the Atlantic Ocean 1968-1975.
ICCAT, SCRS/76/74.
- SAKAGAWA (G.T.), 1977 - State of bigeye tuna stocks of the Atlantic Ocean from production model analysis, 1957-1975.
ICCAT vol.III, n°1 : 168-174.
- TOMLINSON (P.K.), 1970 - A generalization of the Murphy catch equation.
J. Fish. Res. Bd. Canada 27 : 821-825.
- YUKINAWA (M.), YABUTA (Y.), 1963 - Age and growth of bigeye tuna, *Parathunnus mebachi* (Kishinouye).
Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab. 19 : 103-118.

*

* *