

Chapitre VII

**DYNAMIQUE DU STOCK DE TASSERGAL
SÉNÉGALO-MAURITANIEN**

par

**Christian CHAMPAGNAT
Alain FONTENEAU
Philippe CURY**

1 - RAPPEL SUR LES DONNÉES UTILISÉES ET SUR LES HYPOTHESES AFFÉRENTES AUX DONNÉES NON DISPONIBLES

Les données recueillies et saisies sur support informatique par CHAMPAGNAT ont été utilisées (période 1972-1975) ; celles collectées au CRODT par la section des pêches artisanales ont été traitées spécialement (période 1976-1979).

Ont ainsi été utilisées :

1. Les prises totales par engin et pays (tabl. XVI, fig.34) ;
2. Les prises par unité d'effort mensuelles, en nombre et en poids, de la pêche artisanale sénégalaise à Cayar et Saint-Louis, calculées sur l'échantillon des pirogues enquêtées ;
3. Les distributions mensuelles des fréquences de taille des débarquements de la pêche artisanale sénégalaise ;
4. La combinaison des données de type 2 et de type 3, permet de calculer les p.u.e. par âge, étant donnée la loi de croissance admise pour l'espèce.

2 - ANALYSE DE LA RELATION ENTRE PRISE, P.U.E. et EFFORT DE PÊCHE

Disposant d'estimations de la prise totale et de la p.u.e. des flottilles artisanales durant la période 1972-1979, on peut estimer un effort de pêche théorique total exercé sur le stock, en divisant la prise totale annuelle par la p.u.e. correspondante. La p.u.e. retenue pour ce calcul est la moyenne des p.u.e. par "sortie tassergal" à Cayar (moyenne de février à mai) et à Saint-Louis (moyenne de février à juin).

Il est ensuite possible de tenter de mettre en relation la prise totale et la p.u.e. (que l'on peut considérer comme proportionnelle à

Tableau XXVIII. - Prise totale, p.u.e. (poids des prises par sortie tassergal) pour Cayar, Saint-Louis et effort théorique correspondant à une p.u.e. moyenne.

Année	Tonnage débarqué	P.u.e. $\frac{(C+SL)}{2}$	Effort théorique
1972	13 290	146,3	90 841
1973	10 933	90	121 478
1974	16 502	200,9	82 140
1975	11 844	126,6	93 555
1976	7 787	124,8	62 396
1977	8 650	96,9	89 267
1978	5 996	90,7	66 108
1979	5 116	83,4	61 343

à l'abondance du stock) avec l'effort de pêche théorique ainsi calculé (tabl.XXVIII, fig.52).

Il est ensuite classique, à partir de données de ce type, de calculer les paramètres d'équilibre du modèle global (SCHAEFFER 1957, PELLA et TOMLINSON 1969), prise maximale équilibrée et effort de pêche optimal, afin de situer la pêcherie existante par rapport à ces paramètres d'équilibre.

Les prises de la période 1971-1979 montrent un maximum voisin de 13 000 t de 1972 à 1975, puis décroissent progressivement jusqu'à 6 900 t dans la période récente (1976-1979). Cette réduction de la prise est surtout dû à la diminution des prises déclarées par les flottilles industrielles étrangères. La pêche piroguière sénégalaise manifeste, elle aussi, à un degré moindre, une baisse de ses captures qui résulte d'une baisse sensible des rendements par sortie, pour un effort de pêche nominal assez constant.

Il apparaît donc que la réduction de l'effort de pêche total n'a pas entraîné l'amélioration de la p.u.e. qui aurait "classiquement" dû résulter de la réduction de la mortalité par pêche.

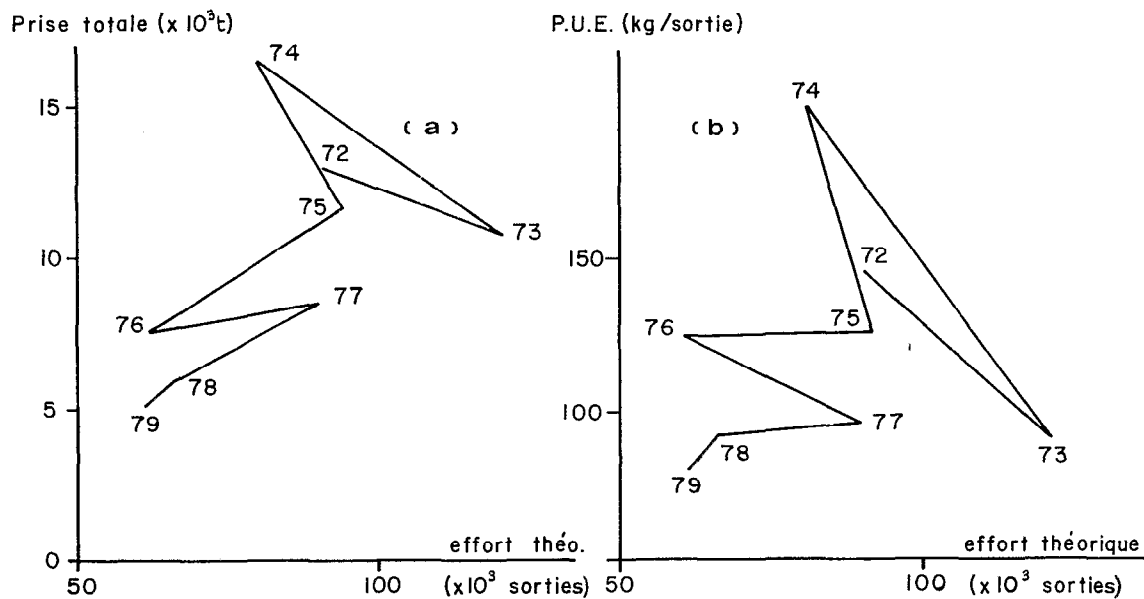
Il est de ce fait impossible d'envisager l'ajustement d'un modèle global aux données observées. Il n'en demeure pas moins intéressant de discuter ces observations de prise, p.u.e. et effort dans l'optique du modèle global. Le phénomène paradoxal observé - baisse de la p.u.e. associée à une réduction de l'effort - peut s'interpréter de diverses manières :

a. - On doit tout d'abord envisager l'hypothèse que les prises et les p.u.e. disponibles sont biaisées :

- La prise est connue avec une certaine imprécision, tant celle des flottilles artisanales que celle des flottilles industrielles. L'évaluation de la prise des flottilles artisanales repose sur la détermination de divers facteurs d'extrapolation appliqués à un échantillonnage de pirogues. Tant le processus de sélection des échantillons que le calcul de facteurs d'extrapolation sont susceptibles d'introduire des biais sérieux (paragr. 2.3.4.).

- La prise des flottilles étrangères (principalement des flottilles polonaises et de l'union soviétique) dépend uniquement de la bonne foi des déclarations de ces pays. Les déclarations disponibles sont les plus souvent imprécises, surtout pour l'URSS ; elles ont pu en outre être volontairement falsifiées durant la période récente, afin de dissimuler l'existence éventuelle de captures devenues "illégalles" dans le contexte du nouveau droit de la mer. La baisse récente des prises est peut-être dont très surestimée.

- La p.u.e. calculée pour les flottilles artisanales peut également être biaisée dans la mesure où elle dépend largement des modalités de l'échantillonnage et en particulier de l'heure à laquelle a été effectué celui-ci en effet les pirogues cherchant le tassergal pêchent en moyenne dans des secteurs plus éloignés et reviennent de ce fait plus tard (paragr.2.3.5.5.).



F g. 52 - a) Prises totales de tassergal et effort théorique exercé par l'ensemble des pêcheries (= prise totale annuelle/p.u.e. moyenne de Cayar, février à mai et Saint-Louis, février à juin)

b) P.u.e. de la pêche artisanale et effort théorique exercé sur l'ensemble du stock

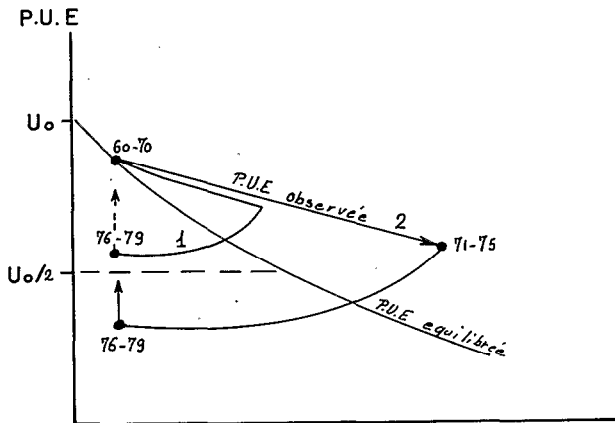


Fig. 53 - Tentative d'interprétation des p.u.e. observées en fonction de l'effort par rapport à une courbe d'équilibre imaginaire

La courbe 1 correspond à une situation de stock sous-exploité

La courbe 2 correspond à une situation de stock surexploité de 1971 à 1975

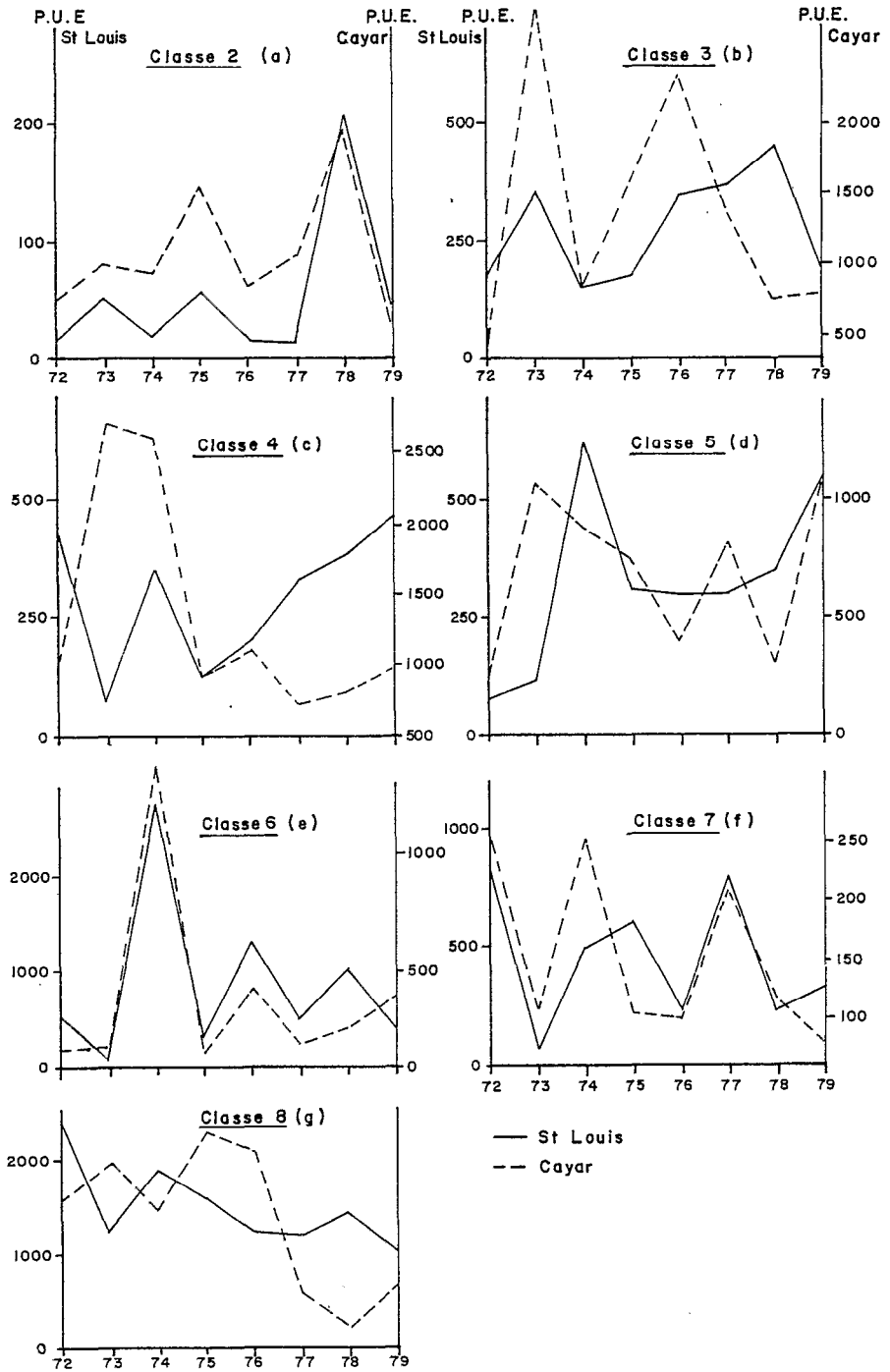


Fig. 54. - p.u.e. par âge (en nombre d'individus pour 100 sorties positives) pour la pêche pirogouère sénégalaise à Cayar et à Saint-Louis de 1972 à 1979

b. - Si l'on admet que les prises et le p.u.e. sont connues sans biais, on doit envisager l'hypothèse que la p.u.e. de la pêche artisanale ne traduit pas l'abondance réelle du stock total. On peut ainsi envisager que la pêche n'exploite qu'une petite fraction du stock, la p.u.e. ne mesurant alors que l'importance de la fraction disponible et pas celle du stock total (paragr.7.4.).

c. - Enfin on peut admettre que prises et abondance du stock sont connues sans biais majeur :

Les faits paradoxaux observés - baisse de l'effort et de la p.u.e. de 1975 à 1979 - peuvent aussi être expliqués par la longue durée de la phase exploitée et par l'existence d'un déséquilibre de la pêche. On peut considérer que le stock a été plus fortement exploité de 1970 à 1975 qu'il ne l'a été durant la décennie 1960-1969. Cet accroissement notable de l'effort de pêche est lié tant à la motorisation des pirogues qu'à l'accroissement de l'effort de pêche industriel. Il a ainsi engendré une production supérieure à la production d'équilibre, traduisant une situation de déséquilibre des rendements. Ce déséquilibre se traduit classiquement par l'existence de p.u.e. provisoirement supérieures de 1970 à 1975 à la p.u.e. d'équilibre, correspondant à l'effort exercé durant la même période. Ce déséquilibre est surtout marqué pour une espèce à longue phase exploitée comme le tassergal. Dans cette optique, la faible p.u.e. observée de 1976 à 1979 résulte de l'effort de pêche plus élevé exercé de 1970 à 1975 ; elle devrait s'améliorer lentement et tendre vers la p.u.e. d'équilibre correspondant à l'effort réduit exercé de 1976 à 1979.

Ces considérations générales sont représentées sous une forme graphique sur la figure 52. Elles ne permettent toutefois pas de déterminer la situation réelle du stock par rapport aux paramètres d'équilibre. Il est ainsi possible, au vu des données disponibles, de déterminer si la pêche actuelle est située en deçà de la prise maximale équilibrée (fig.53, courbe 1) ou au delà (fig.53, courbe 2). La durée de la période d'étude, très faible si on la compare à la durée de la phase exploitée, est en fait une cause essentielle de cette incertitude, et ceci quels que soient la qualité ou les biais dans les données disponibles. Une période de plusieurs dizaines d'années serait ainsi indispensable pour analyser, par le modèle global, l'état du stock d'une espèce exploitée pendant plus de 10 ans.

3 - ANALYSE DES P.U.E. PAR ÂGE

3.1. Variabilité

Les figures 54 et 55 montrent les fluctuations des p.u.e. par âge durant la période 1972-1979 à Cayar et à Saint-Louis. Sur la figure 55 chaque cohorte a été individualisée par un symbole de trait distinct. Cette figure montre divers points importants à noter :

a. - La variabilité interannuelle des p.u.e. d'un âge donné est assez forte (de 1 à 27) pour tous les âges, tant à Saint-Louis qu'à Cayar. Elle est plus forte à Saint-Louis qu'à Cayar ; le rapport moyen

P.U.E (nombre d'individus capturés par sorties positives)

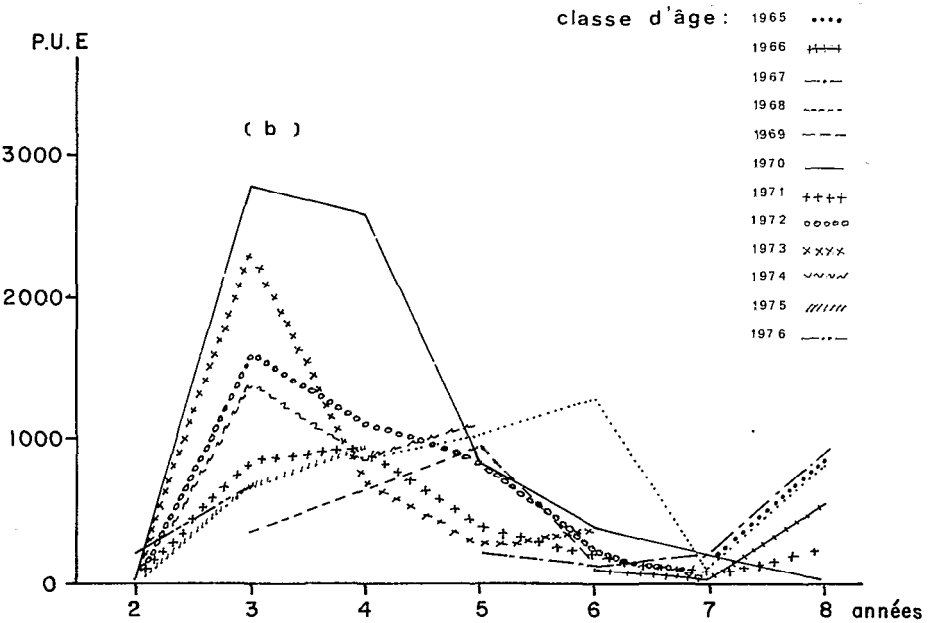
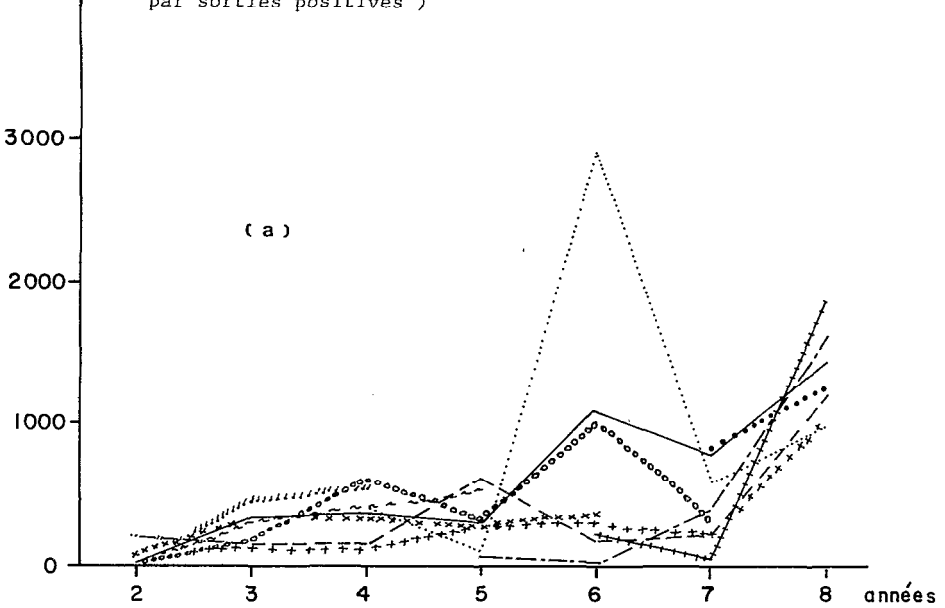


Fig. 55. - a) évolution des p.u.e. à Saint-Louis (février à juin) de 1972 à 1979 par classe d'âge

b) évolution des p.u.e. à Cayar (février à mai) de 1972 à 1979 par classe d'âge

Tableau XXIX. - Prise par unité d'effort, par âge (nombre d'individus pour 100 "sorties Tassergal"), moyenne mensuelle de février à juin à Saint-Louis (A); moyenne mensuelle de février à mai à Cayar (B).

A								
Année Age	72	73	74	75	76	77	78	79
2	17,4	51,6	24,2	70,3	19,2	18,4	206,8	44,2
3	186,5	351	153,2	171,7	347,6	365,8	455,4	197
4	423,3	78,1	351,8	131	197,6	335,6	372,4	460,2
5	71,6	118,8	625,2	320,8	306	306	351,2	546,2
6	335,6	37,3	2 870,52	194	1 181,6	308,6	1 017,6	376,6
7	835,4	75,5	487,7	605,5	211	794,4	223,4	326
8	2 371,7	1 229,5	1 908,3	1 601	1 012,8	1 194,6	1 443,4	1 030,4

B								
Année Age	72	73	74	75	76	77	78	79
2	25,4	48	36,1	73	33,5	42,8	98,5	36,5
3	390	2 793	851,6	1 618,2	2 343	1 394	770,8	676,8
4	921	680,2	2 607,3	942,7	1 110,3	735	856,3	947,8
5	245	1 055,4	873,6	740	408,8	823,4	307	1 093
6	169,6	180,9	1 351,6	147,3	434,3	207,5	264	408,8
7	258,1	86,5	250,9	110,6	98,5	215,8	112	53,8
8	620,7	809,4	576,4	927,4	843,8	236	60	275

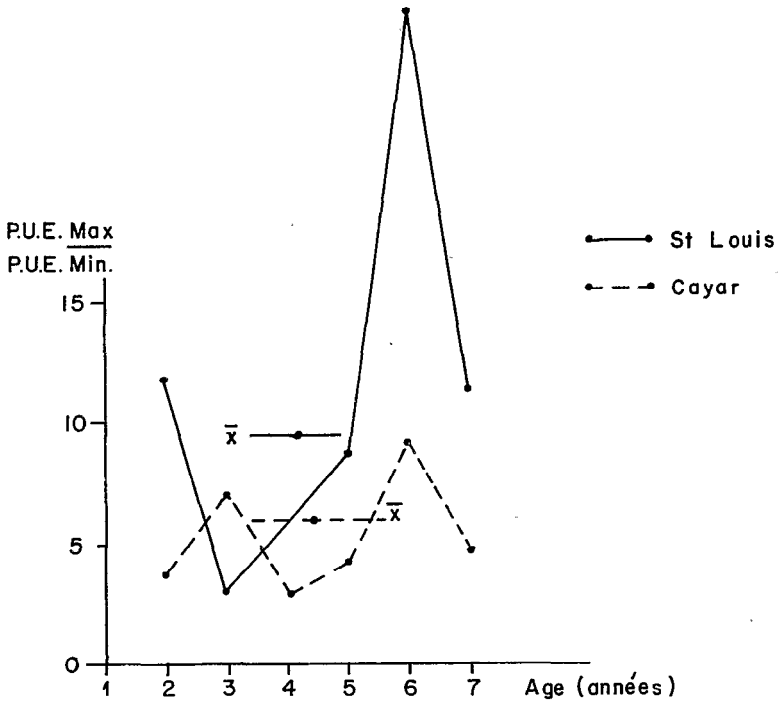


Fig. 56. - Variabilité inter-annuelle de la p.u.e. par âge à Cayar et Saint-Louis (période 1972-1979)

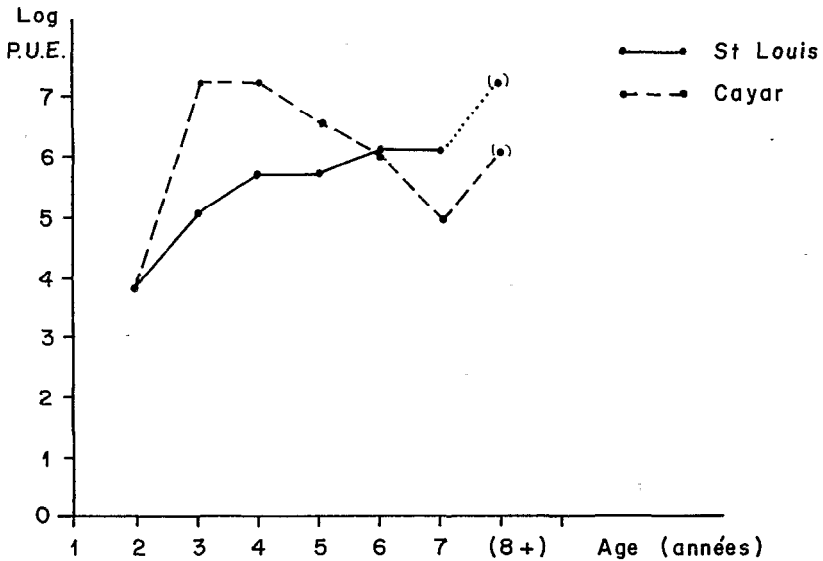


Fig. 57. - P.u.e. par âge, moyenne 1972-1979 à Cayar (février à mai) et à Saint-Louis (février à juin)

p.u.e. maximale/p.u.e. minimale des âges 2 à 7 est égal à 9,4 à Saint-Louis et à 5,4 à Cayar (fig.56).

b. - Le niveau des p.u.e. à un âge donné ne permet pas de prévoir le niveau de la p.u.e. les années suivantes ; on constate ainsi qu'une classe d'âge, ayant une p.u.e. élevée une année, pourra être moyenne ou faible les années ultérieures et réciproquement (tabl.XXIX). Ceci se traduit sur la figure 57 par des courbes de p.u.e. en fonction de l'âge de chaque cohorte, qui ne sont pas parallèles mais se croisent lors du vieillissement des cohortes.

c. - La corrélation du niveau de la p.u.e. par âge à Saint-Louis et Cayar est également médiocre : de hautes ou basses p.u.e. pour une classe donnée à Cayar se retrouvent rarement à Saint-Louis (fig.54 à g.). De ce fait les coefficients de corrélation entre les p.u.e. par âge à Saint-Louis et Cayar sont, le plus souvent, médiocres.

Ces constatations peuvent s'interpréter de diverses manières :

- . La p.u.e. des jeunes individus traduit l'importance du recrutement ; si tel est le cas, la variabilité du recrutement serait assez forte, de 1 à 5 (moyenne de variabilité des p.u.e. aux âges 3 et 4 à Saint-Louis et Cayar).

- . La p.u.e. ne représente pas l'importance de recrutement ; cette interprétation est fortement suggérée par le fait qu'une forte ou une faible p.u.e. d'une classe ne s'observe pas au cours de plusieurs années successives. Ceci peut provenir :

- . d'une médiocre relation p.u.e./abondance du stock,
- . de la médiocrité de l'unité d'effort de pêche employée,
- . de la stratégie de pêche des pêcheurs, qui par exemple, pourraient exploiter préférentiellement certaines classes en fonction de leur abondance relative.

- . Du fait que, seule une fraction du stock, fraction qui pourrait être variable selon les années, serait accessible à la pêche piroguère sénégalaise.

On ne peut toutefois pas exclure l'hypothèse que la p.u.e. traduit bien l'abondance du stock : ainsi les variations interannuelles du niveau relatif des p.u.e. par âge seraient réelles et résulteraient de variations de la biomasse relative des cohortes. Dans cette hypothèse, on peut, par exemple, envisager le concept qu'une cohorte abondante (forte p.u.e.) pourrait être plus fortement exploitée (forte prise et forte mortalité par pêche) qu'une cohorte faible. Il en résulterait une réduction plus rapide de la forte classe dont les effectifs deviendraient rapidement inférieurs à ceux de la cohorte faible qui est restée, elle, peu exploitée.

3.2. *Tendance des p.u.e. par âge de 1972 à 1979*

On constate (fig.54) que les p.u.e. par âge pour les jeunes tasser-gals (âge 2 à 7), ne montrent pas de tendance nette de 1972 à 1979 tant

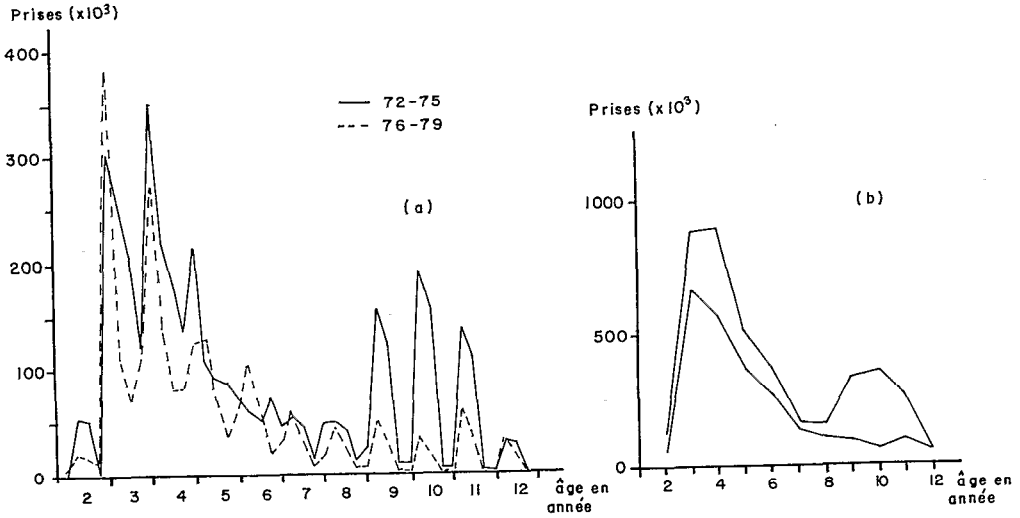


Fig. 58. - Vecteurs moyens de prises (toutes pêcheries) en fonction de l'âge pour les périodes 1972-1975 et 1976-1979

- a) prises trimestrielles
b) prises annuelles

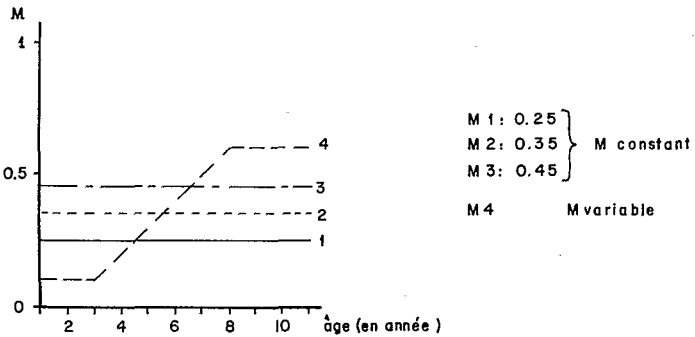


Fig. 59. - Vecteurs de mortalité naturelle en fonction de l'âge retenus dans l'analyse des cohortes

à Saint-Louis qu'à Cayar. On remarquera, par contre, que la p.u.e. des individus âgés (plus de 8 ans) manifeste une forte tendance à la baisse durant la période récente. Cette baisse est surtout marquée à Saint-Louis où ces poissons constituent une proportion importante de la prise (en poids).

4. ANALYSE DE COHORTE

Deux cohortes synthétiques caractéristiques des deux périodes 1972-1975 et 1976-1979 ont été reconstituées afin d'estimer le taux d'exploitation relatif "moyen" des différentes classes d'âge présentes dans la pêcherie durant ces deux périodes (fig.58, tabl.XXX a et b).

La méthode des limites mensuelles entre âges successifs, limites calculées d'après la loi de croissance obtenue par CHAMPAGNAT, a été employée et les prises par âge des 4 années de chaque période ont été moyennées afin de dégager l'allure typique des vecteurs de prises des deux périodes, en éliminant la variabilité interannuelle des prises par âge.

La décomposition en prises par âge des individus âgés a posé un problème délicat à résoudre du fait du faible taux de croissance de ces individus (4 cm par an, soit 2 classes de taille de 2 cm à partir de 7 ans) et de la faible longueur asymptotique retenue dans l'équation de croissance ($L_{\infty} = 92,39$ cm).

Pour estimer le vecteur des prises par âge de ces grands individus âgés de plus de 7 ans, on a retenu l'hypothèse que la croissance proposée par CHAMPAGNAT ne s'applique qu'aux individus de moins de 80 cm. L'extrapolation aux individus plus âgés a été réalisée en forçant L_{∞} une valeur de 94 cm, soit légèrement supérieure à celle calculée par CHAMPAGNAT, celle-ci étant jugée biologiquement plus réaliste pour estimer le vecteur des prises. Les limites mobiles entre classes successives calculées selon cette loi (tabl.XXXI) ont été employées.

Les prises par âge des flottilles industrielles non sénégalaises ont été estimées en utilisant les hypothèses suivantes :

a. - La structure des tailles capturées par les flottilles industrielles étrangères est identique à celle des tailles capturées par les flottilles artisanales sénégalaises.

Cette hypothèse qui peut sembler peu réaliste a priori est en fait justifiée si l'on compare les quelques échantillons de fréquences de tailles de la flottille polonaise (fig.36) à celles des flottilles artisanales, ceci, en dépit des différences entre engins de pêche (ligne ou chalut) et entre zones de pêche. En particulier, la proportion entre tassergals jeunes et tassergals âgés semble comparable dans les deux pêcheries.

b. - La prise totale obtenue par trimestre n'est pas connue pour les flottilles étrangères. Elle a été estimée à partir des statistiques polonaises disponibles par mois et par zones (ELVERTOWSKY, comm.pers.)

Tableau XXXa. - Vecteur de prises annuelles moyennes par âge (en milliers d'individus) pour la période 1976-1979.

Age	Trim.	Captures sénégalaises	Captures étrangères	Captures totales	Captures totales/an
1	1	5,2	1,2	6,4	
2	2	17,2	7,2	21,7	57,2
	3	5,0	12,3	17,3	
	4	10,0	1,8	11,8	
3	1	308,5	69,7	378,2	
	2	88,0	23,2	111,2	665,5
	3	5,9	62,9	68,8	
	4	2,8	104,5	107,3	
4	1	224,4	50,7	275,1	
	2	109,9	28,9	138,8	569,3
	3	0,4	78,6	79,0	
	4	0,4	76,0	76,4	
5	1	102,5	23,1	125,6	
	2	101,2	26,7	127,9	360,7
	3	0	72,3	72,3	
	4	0,2	34,7	34,9	
6	1	59,3	13,4	72,7	
	2	84,4	22,2	106,6	260,2
	3	0	60,3	60,3	
	4	0,5	20,1	20,6	
7	1	23,7	5,3	29,0	
	2	44,2	11,6	55,8	125,5
	3	0	31,6	31,6	
	4	0,6	8,5	9,1	
8	1	14,1	3,2	17,3	
	2	33,6	8,8	42,4	88,8
	3	0	24,0	24,0	
	4	0	5,1	5,1	
9	1	5,9	1,3	7,2	
	2	36,9	9,7	46,6	82,3
	3	0	26,4	26,4	
	4	0	2,1	2,1	
10	1	1,7	0,4	2,1	
	2	26,7	7,0	33,7	55,5
	3	0	19,1	19,1	
	4	0	0,6	0,6	
11	1	0,6	0,1	0,7	90,1
	2	45,1	11,9	57,0	
	3	0	32,2	32,2	
	4	0	0,2	0,2	
12	1	0,2	0	0,2	
	2	23,2	6,1	29,3	46,2
	3	0	16,6	16,6	
	4	0	0,1	0,1	

Tableau XXXb. - Vecteur de prises moyennes annuelles (en milliers d'individus) par âge pour la période 1972-1975.

Age	Trim.	Captures sénégalaise	Captures étrangères	Captures totales	Captures totales/an
2	1	2,2	0,7	2,9	112,8
	2	38,1	16,0	54,1	
	3	7,7	44,2	51,9	
	4	2,8	1,1	3,9	
3	1	224,2	76,2	300,4	870,6
	2	173,1	72,7	245,8	
	3	4,3	200,8	205,1	
	4	5,0	114,3	119,3	
4	1	263,8	89,7	353,5	888,0
	2	154,1	64,7	218,8	
	3	1,3	178,8	180,1	
	4	1,1	134,5	135,6	
5	1	161,7	55,0	216,7	493,5
	2	75,3	31,6	106,9	
	3	0,1	87,3	87,4	
	4	0	82,5	82,5	
6	1	141,9	48,2	190,1	371,9
	2	42,4	17,8	60,2	
	3	0	49,2	49,2	
	4	0	72,4	72,4	
7	1	33,6	11,4	45,0	162,2
	2	38,8	76,3	55,1	
	3	0	45,0	45,0	
	4	0	17,1	17,1	
8	1	34,7	11,8	46,5	153,4
	2	34,6	14,5	49,1	
	3	0	40,1	40,1	
	4	0	17,7	17,7	
9	1	19,8	6,7	26,5	316,6
	2	108,5	45,6	154,1	
	3	0	125,9	125,9	
	4	0	10,1	10,1	
10	1	6,8	2,3	9,1	358,3
	2	134,0	56,3	190,3	
	3	0	155,4	155,4	
	4	0	3,5	3,5	
11	1	3,4	1,2	4,6	253,2
	2	95,7	40,2	135,9	
	3	0	111,0	111,0	
	4	0	1,7	1,7	
12	1	0,7	0,2	0,9	47,5
	2	17,9	7,5	25,4	
	3	0	20,8	20,8	
	4	0	0,4	0,4	

Tableau XXXI. - Limite de taille (en cm) entre les différentes classes d'âge du tassergeral au cours des six premiers mois de l'année

Mois Age (année)	1	2	3	4	5	6
2	-	-	-	-	21	23
3	33	33	35	37	37	39
4	45	45	45	47	47	47
5	53	53	53	55	55	57
6	61	61	61	63	63	65
7	67	67	67	69	69	69
8	71	71	72	74	74	74
9	75	75	76	78	78	78
10	80	80	80	83	83	83
11	83	83	83	86	86	86
12+	86	86	86	89	89	89

Tableau XXXIII. - Taux trimestriels de mortalité par pêche calculés par l'analyse des cohortes pour diverses valeurs de M et du recrutement (en millions d'individus à l'âge 1,5 an).

Recrut. Inter- valle de tps	M = 0,25		M = 0,35		M = 0,45		M variable	
	8	25	15	50	30	90	10	30
1	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001
2	0,012	0,004	0,007	0,002	0,003	0,001	0,009	0,003
3	0,010	0,003	0,056	0,002	0,003	0,001	0,007	0,002
4	0,007	0,002	0,004	0,001	0,002	0,001	0,005	0,002
5	0,260	0,081	0,153	0,045	0,085	0,028	0,174	0,057
6	0,085	0,026	0,050	0,015	0,028	0,009	0,054	0,017
7	0,057	0,017	0,034	0,010	0,020	0,006	0,035	0,011
8	0,096	0,028	0,059	0,017	0,034	0,011	0,056	0,018
9	0,276	0,079	0,170	0,048	0,101	0,032	0,151	0,047
10	0,157	0,043	0,097	0,027	0,058	0,018	0,081	0,025
11	0,098	0,026	0,062	0,017	0,037	0,011	0,048	0,014
12	0,103	0,027	0,066	0,017	0,041	0,012	0,048	0,014
13	0,188	0,048	0,121	0,032	0,077	0,024	0,083	0,025
14	0,214	0,052	0,139	0,035	0,089	0,027	0,090	0,026
15	0,134	0,032	0,088	0,022	0,057	0,017	0,055	0,016
16	0,071	0,017	0,047	0,012	0,031	0,009	0,028	0,008
17	0,163	0,037	0,110	0,027	0,074	0,022	0,063	0,018
18	0,268	0,059	0,182	0,043	0,125	0,036	0,102	0,028
19	0,169	0,035	0,116	0,027	0,080	0,023	0,063	0,017
20	0,065	0,013	0,045	0,010	0,032	0,009	0,024	0,006
21	0,097	0,020	0,069	0,015	0,050	0,014	0,037	0,010
22	0,208	0,041	0,150	0,033	0,110	0,030	0,079	0,021
23	0,132	0,025	0,096	0,021	0,072	0,020	0,051	0,013
24	0,040	0,007	0,030	0,006	0,023	0,006	0,016	0,004
25	0,082	0,015	0,063	0,013	0,049	0,013	0,034	0,009
26	0,225	0,040	0,174	0,036	0,138	0,036	0,096	0,025
27	0,143	0,025	0,113	0,022	0,091	0,023	0,064	0,016
28	0,032	0,005	0,026	0,005	0,022	0,005	0,015	0,004
29	0,048	0,008	0,040	0,008	0,034	0,008	0,025	0,006
30	0,368	0,059	0,307	0,058	0,264	0,065	0,197	0,048
31	0,234	0,035	0,198	0,035	0,173	0,041	0,132	0,031
32	0,020	0,003	0,017	0,003	0,015	0,004	0,012	0,003
33	0,021	0,003	0,019	0,003	0,017	0,004	0,014	0,003
34	0,403	0,056	0,363	0,060	0,341	0,076	0,286	0,065
35	0,261	0,034	0,239	0,037	0,229	0,048	0,197	0,043
36	0,015	0,002	0,014	0,002	0,014	0,002	0,012	0,003
37	0,026	0,002	0,016	0,002	0,016	0,003	0,014	0,003
38	1,125	0,124	1,107	0,150	1,144	0,210	1,092	0,209
39	0,864	0,076	0,869	0,095	0,933	0,138	0,917	0,143
40	0,032	0,003	0,033	0,003	0,037	0,005	0,038	0,005
41	0,035	0,003	0,037	0,004	0,042	0,006	0,044	0,006
42	1,256	0,085	1,375	0,115	1,661	0,183	1,866	0,212
43	1,036	0,054	1,218	0,075	1,648	0,125	2,074	0,151
44	0,075	0,003	0,093	0,005	0,137	0,008	0,191	0,011

de 1967 à 1971. Le pourcentage moyen des prises par trimestre calculé pour cette période a donc été appliqué aux prises annuelles, pour toute la période 1971-1979 ; 1er trimestre = 10%, 2ème = 20%, 3ème = 55%, 4ème = 15%.

Durant les 3ème et 4ème trimestres, pendant lesquels la pêche artisanale est très peu active, les structures des tailles capturées par les pêcheries industrielles sont considérées comme identiques :

- durant le 3ème trimestre, à celles des pêcheries artisanales du 2ème trimestre,
- durant le 4ème trimestre, à celles des pêcheries artisanales du 1er trimestre.

Les vecteurs de prises des pêcheries industrielles et artisanales ont été cumulés pour être traités par analyse des cohortes (tabl. XXX a et b).

La comparaison des vecteurs de prises moyennes par âge dans les périodes 1972-1975 et 1976-1979 (fig. 58 a et b) montre l'importance des prises d'individus âgés durant la période initiale. Cette forte proportion de vieux individus a été considérée comme un "artefact" qui résulte de la plus faible exploitation de ces individus quand ils étaient jeunes (1965-1970). De ce fait les analyses de cohorte ont été conduites sur le vecteur moyen de prises par âge de 1976 à 1979, jugé seul représentatif d'une situation d'équilibre.

L'analyse des cohortes a été menée en retenant l'hypothèse d'un coefficient instantané de mortalité naturelle M constant avec l'âge, égal à 0,35. Deux valeurs de M égales à 0,25 et 0,45, ainsi que M variable selon l'âge, ont également été employées (fig. 59). Les analyses ont été conduites à partir d'estimations du recrutement variant entre 10 et 100 millions d'individus à l'âge 1,5 en utilisant la solution directe de l'analyse. La valeur la plus basse du recrutement, permettant d'engendrer le vecteur des prises, peut être considérée comme une hypothèse haute du taux d'exploitation ($F. max.$). Une deuxième valeur plus élevée du recrutement a aussi été retenue, correspondant à l'hypothèse d'un taux d'exploitation plus faible ($F. min.$). Le taux d'exploitation du stock demeure en effet une inconnue majeure.

Les résultats des analyses des cohortes sont donnés sur le tableau XXXII et sur la figure 60.

On constate dans toutes les hypothèses sur la mortalité naturelle que les taux de mortalité par pêche sur les jeunes individus (moins de 6 ans) sont assez faibles ou très faibles en comparaison des taux estimés pour les vieux individus. Ce résultat n'a rien de surprenant : il résulte directement de la faible décroissance des vecteurs de prises, de peu supérieure au taux de mortalité naturelle estimé.

De ce fait les valeurs de F calculées seront faibles pour les jeunes âges et convergeront rapidement aux jeunes âges.

On notera en outre que, si le stock est faiblement exploité, la mortalité par pêche est relativement constante durant toute la phase

exploitée ; si, au contraire, le taux d'exploitation est assez élevé, les mortalités par pêche relatives aux poissons âgés sont plus élevées.

La faible mortalité totale apparente pour une cohorte donnée, d'une année à l'autre, est un fait remarquable à noter : elle apparaît nettement tant dans l'analyse des p.u.e. par âge (tabl.XXIX a et b, et fig.57) que dans celles des vecteurs de prises. Cette lente décroissance se manifeste, tant par une faible décroissance apparente de l'abondance des jeunes, que par une abondance relative des vieux individus (plus de 7 ans) qui est en général forte (indépendamment de l'âge réel de ces poissons) (fig.58).

On notera toutefois que dans la deuxième période 1976-79, les captures des vieux individus (7+) sont beaucoup plus rares, traduisant, soit le rajeunissement de la structure démographique du stock (sous l'effet de l'accroissement de la mortalité par pêche par exemple), soit une baisse de la capturabilité des poissons âgés.

Les présents résultats de l'analyse des cohortes peuvent être interprétés de deux manières fondamentalement différentes :

a. - Les résultats de l'analyse des cohortes résultent de biais dans l'analyse ou dans les données. On peut ainsi penser à un certain nombre d'erreurs probables :

Erreurs dans l'estimation de la mortalité naturelle.

Diverses mortalités naturelles ont été introduites dans l'analyse des cohortes. Les estimations de F résultants sont peu différentes selon l'hypothèse afférente à M ; on note toutefois que pour un M faible, le taux de mortalité par pêche est plus constant avec l'âge que pour un M élevé (fig.60). Dans le cas d'un M élevé, les F sur les poissons âgés tendent à être plus élevés que ceux sur les poissons jeunes.

Les vecteurs de prises sont erronés. Les sources d'erreurs sont multiples : estimations erronées de la prise totale (pêcheries artisanales et industrielles), estimations erronées des tailles débarquées (surtout pour les flottilles étrangères), emploi d'une croissance erronée, emploi d'une médiocre méthode de décomposition des prises par taille en prises par âge.

De fait, les hypothèses employées pour estimer les tailles capturées par les flottilles étrangères sont très grossières. En outre, si la loi de croissance employée pour analyser les prises par taille semble satisfaisante pour les jeunes poissons (moins de 80 cm), son extrapolation est délicate pour estimer l'âge des vieux individus. Enfin, la méthode de décomposition par simple coupure de la distribution aux limites théoriques entre deux âges a dû être employée du fait de l'absence de lectures directes de l'âge et de la difficulté d'appliquer, aux distributions observées, des méthodes de décomposition de distributions plurinormales (type méthode d'HASSELBLAD, 1966). Cette méthode peu satisfaisante a donc pu introduire des biais incontrôlés dans l'estimation des vecteurs de prises.

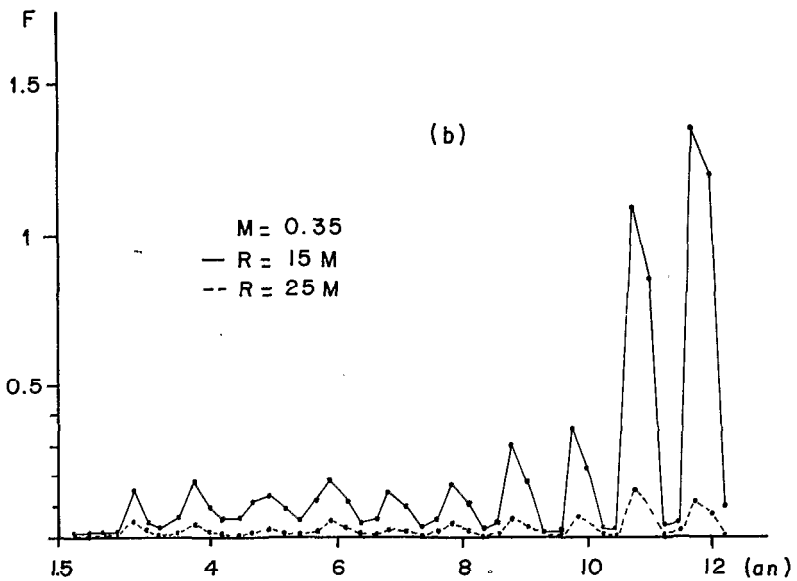
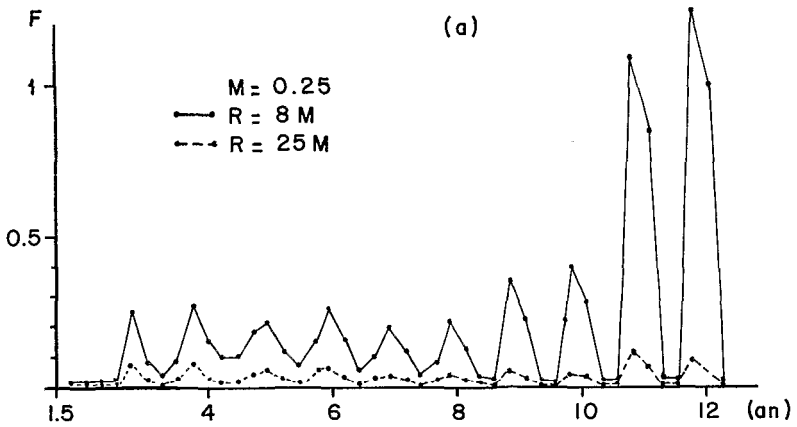
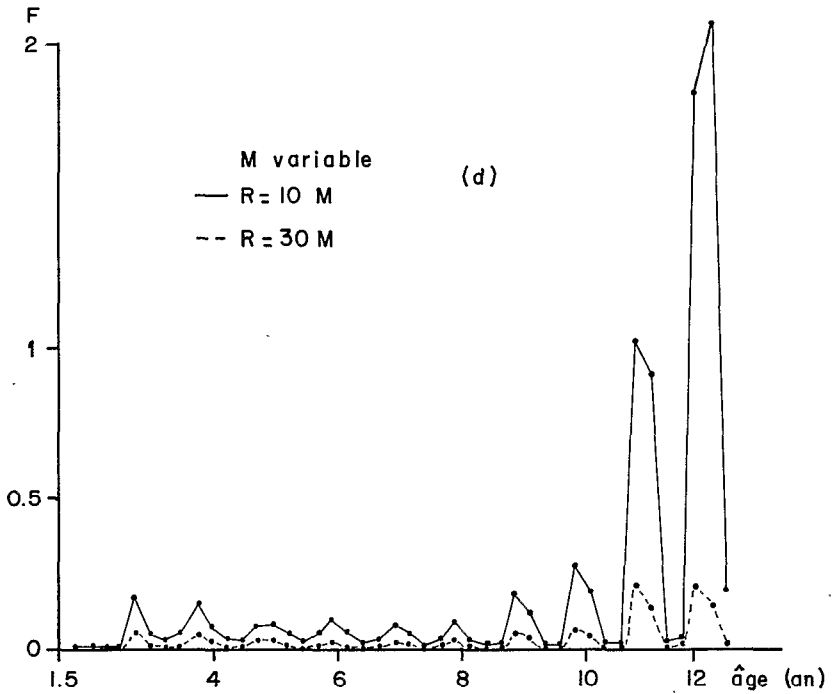
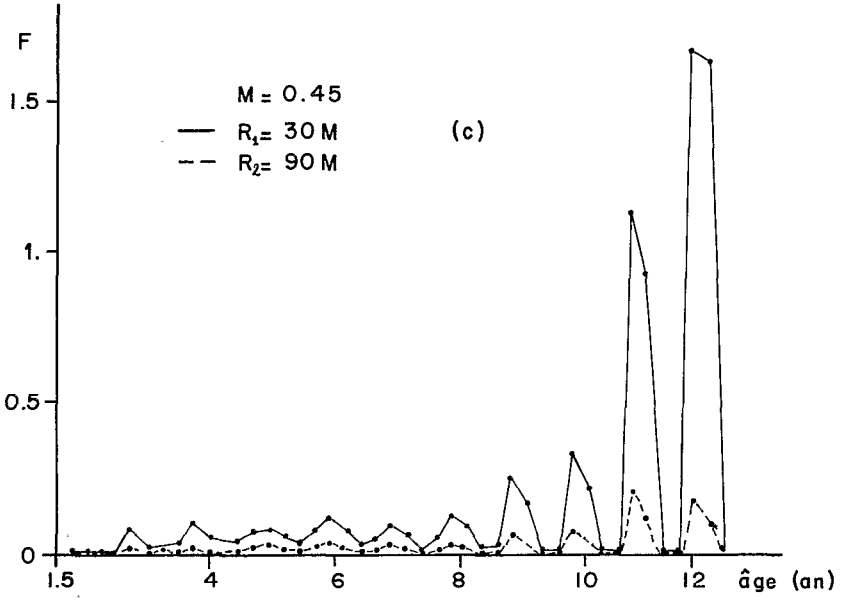


Fig. 60 - Taux de mortalité par pêche calculé pour le vecteur des prises moyennes (période 1976-1979) par âge, trimestriellement, pour 4 hypothèses de mortalité naturelle (a, b, c, d) et pour chacune 2 hypothèses de recrutement



b. - Les résultats de l'analyse des cohortes traduisent sans biais majeur le taux d'exploitation des différentes classes d'âges.

On notera que les taux d'exploitation estimés par l'analyse des cohortes (tabl.XXXII) pour les jeunes individus (moins de 6 ans) semblent bien inférieurs à ceux estimés d'après les campagnes de marquage. Les taux de recaptures par la pêche artisanale sont voisins de 10% pour les marquages de jeunes réalisés en début de saison de pêche, traduisant un taux d'exploitation supérieur à 10% si l'on tient compte de la mortalité due au marquage, des pertes de marques par rejet et du non-retour des marques important, semble-t-il, chez les flottilles étrangères pour lesquelles seulement 4 marques ont été retrouvées (contre 319 pour la flottille artisanale), alors qu'elles captureraient une prise supérieure en poids.

Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que seule une certaine fraction de chaque cohorte de moins de 6 ans serait disponible aux pêcheries durant la saison de pêche. Une proportion croissante de la cohorte totale pourrait progressivement devenir disponible lors du vieillissement de la classe d'âge. Une telle hypothèse expliquerait ainsi le très faible taux de recapture des poissons marqués, d'une saison de pêche à l'autre, les individus marqués se retrouvant dilués dans la population totale plus importante après la migration sud-nord de la fin du deuxième semestre.

L'hypothèse afférente à l'existence d'un taux d'exploitation élevé est une solution intéressante à considérer puisqu'elle correspond au plus faible recrutement susceptible d'engendrer le vecteur de prises par âge observé. En ce sens, elle exprime un taux d'exploitation maximum et objectif ; aucun élément n'existe toutefois pour juger si cette solution est pertinente et s'applique au stock. Une solution qui correspond à un taux d'exploitation plus faible a donc été recherchée en définissant un niveau de recrutement très supérieur au recrutement minimum ; un recrutement voisin du triple du recrutement minimum a ainsi été retenu arbitrairement comme correspondant à un faible taux d'exploitation. Ce choix arbitraire limitera les conclusions des analyses subséquentes.

5 - MODELE DE PRODUCTION PAR RECRUE

Etant données les hypothèses et les résultats relatifs à la mortalité naturelle, la croissance et la mortalité par pêche, il est impossible d'analyser la production par recrue de la pêche. Cette analyse revêt un intérêt particulier du fait qu'elle permet de déterminer s'il est possible d'améliorer la production par recrue de la pêche par les changements de taille à la première capture et la mortalité par pêche. Deux méthodes classiques, celle de BEVERTON et HOLT (1957) et celle de RICKER (1958) ont été successivement employées.

5.1. Production par recrue, modèle de BEVERTON et HOLT :

Le modèle de base suppose qu'à partir de la taille au recrutement (t_c), la mortalité par pêche est constante jusqu'à la disparition de toutes les recrues. Cette hypothèse très rarement vérifiée, en particulier dans le cas présent, rend peu réalistes les conclusions du modèle.

Celui-ci reste toutefois d'un certain intérêt pour analyser "en termes généraux" la production par recrue de l'espèce en fonction de son potentiel de croissance et de sa mortalité naturelle et pour comparer ces résultats avec ceux obtenus par d'autres méthodes.

Les calculs ont été effectués avec une mortalité naturelle M égale à 0,25, 0,35 et 0,45 et pour M variable selon l'âge (fig.59), pour tenir compte des incertitudes sur ce paramètre. La courbe de croissance donnée par CHAMPAGNAT a été utilisée ainsi que la relation longueur-poids de FRANQUEVILLE et FREON (1976).

Les résultats de cette analyse sont représentés sous forme graphique sur la figure 61.

Pour $M = 0,35$, valeur la plus "vraisemblable", on note que l'âge optimum à la première capture est légèrement plus élevé que l'âge au recrutement dans la pêcherie (1,5 an) et se situe vers 3,5 ans pour une valeur de F égale à M . Cet optimum est réduit à 2,5 ans pour $F = M/2$ et s'accroît à 4,5 ans pour $F = 2M$. L'accroissement potentiel de production par recrue dans ces divers cas est faible si $F = M/2$ (8%), ou modéré si $F = M$ (24%). Il est plus élevé pour $F = 2M$ (66%). La production par recrue maximale atteint 6,5 kg pour des mortalités par pêche supérieures à 1,5 et un âge à la première capture de 4,5 ans.

Les résultats sont voisins dans les 4 hypothèses relatives à la mortalité naturelle.

5.2. Modèle de RICKER

Le modèle de RICKER a été employé en utilisant comme paramètres, la loi de croissance proposée par CHAMPAGNAT, les vecteurs de mortalité par pêche selon l'âge calculés par analyse des cohortes et les diverses hypothèses sur la mortalité naturelle (fig.59) retenues dans l'analyse des cohortes.

Pour chaque mortalité naturelle le même calcul a été effectué avec deux hypothèses relatives au recrutement, une hypothèse basse du recrutement correspondant à un taux d'exploitation élevé et une hypothèse haute du recrutement correspondant à un taux d'exploitation faible (selon des critères de sélection décrits au paragraphe 7.4.).

Tous ces calculs ont été effectués sur les vecteurs F calculés pour la période 1976-1979, période pendant laquelle on peut considérer que la pêcherie était proche d'un état d'équilibre. Les résultats sont représentés figure 61.

On constate que les conclusions sont très comparables dans les diverses hypothèses relatives à la mortalité naturelle et aux taux d'exploitation.

a. - le gain potentiel de production par recrue à attendre d'une taille limite à la première capture est en général nul ; on note que, pour des multiplicateurs de F inférieurs à 1, il y aurait souvent une perte de production par recrue à attendre d'une taille limite.

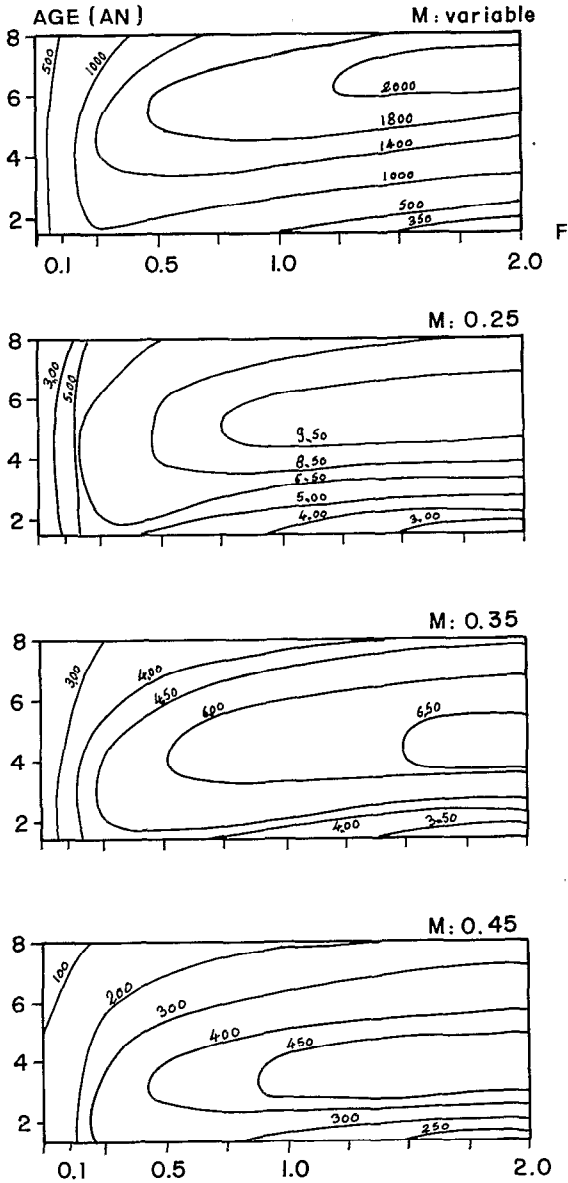


Fig. 61 - Isoplèthes de production par recrue par F constant en fonction de l'âge pour 4 hypothèses relatives à la mortalité naturelle (en kg pour 1 000 recrues à l'âge de 1,5 an)

b. - La production par recrue peut être accrue par un accroissement de la mortalité par pêche. Cet accroissement est bien entendu supérieur dans l'hypothèse d'un faible taux d'exploitation.

On peut sur ce point utilement comparer la production par recrue théorique à F constant et celle à F variable. On note que cette dernière est en général inférieure à l'estimation du modèle de BEVERTON et HOLT.

Ainsi pour $M = 0,35$ et $t_c = 1,5$, la production par recrue du modèle de BEVERTON et HOLT est comprise entre 300 g ($F = 0,1$) et 400 g ($F = 0,5$), alors qu'elle n'est que de 110 à 366 g dans les deux hypothèses relatives aux taux d'exploitation pour le modèle de RICKER.

Ceci résulte probablement du faible taux relatif de mortalité par pêche exercé sur les jeunes âges et du caractère saisonnier de la pêche.

6 - CONCLUSION SUR L'ÉTAT DU STOCK DE TASSERGAL SÉNÉGALO-MAURITANIEN ET SES PERSPECTIVES D'AMÉNAGEMENT RATIONNEL

L'analyse des données disponibles révèle qu'il est difficile de juger de l'état actuel du stock de tassergal sénégal-mauritanien. Si les connaissances biologiques et écologiques sur ce stock sont satisfaisantes, les carences des données statistiques constituent un obstacle majeur à l'analyse de l'état de ce stock.

Ce problème est singulièrement aggravé par la grande durée de la phase exploitée de l'espace et par les situations de déséquilibres prolongés qui résultent de chaque modification de l'effort de pêche.

Tenant compte de ces limitations, tout jugement sur l'état du stock devra être extrêmement prudent. Il est en particulier impossible de situer avec certitude la production actuelle de la pêche par rapport à la production maximale équilibrée du stock.

Le fait que l'effort de pêche actuel soit probablement bien inférieur à l'effort de pêche exercé de 1970 à 1975 laisse à penser que le stock n'est pas actuellement en danger, malgré la baisse marquée de la prise par unité d'effort des vieux individus. En outre, les jeunes individus semblent, proportionnellement aux vieux individus, peu exploités ; il en résulte qu'une limite de taille à la première capture ne semble pas actuellement intéressante à envisager pour ce stock. En outre, le fait que la maturité sexuelle soit précoce et que la ponte soit prolongée semble assurer au stock un bon potentiel de fécondité qui rend utile des mesures spéciales de protection des juvéniles.

Tenant compte de ces éléments de connaissance et de ces incertitudes, il semble qu'en matière d'aménagement de ce stock, on doive adopter diverses règles :

a. - Ne pas augmenter brutalement et fortement l'effort de pêche sur le stock, du fait que la prise par unité d'effort d'équilibre et la prise équilibrée correspondantes à cet effort accru ne seront atteintes.

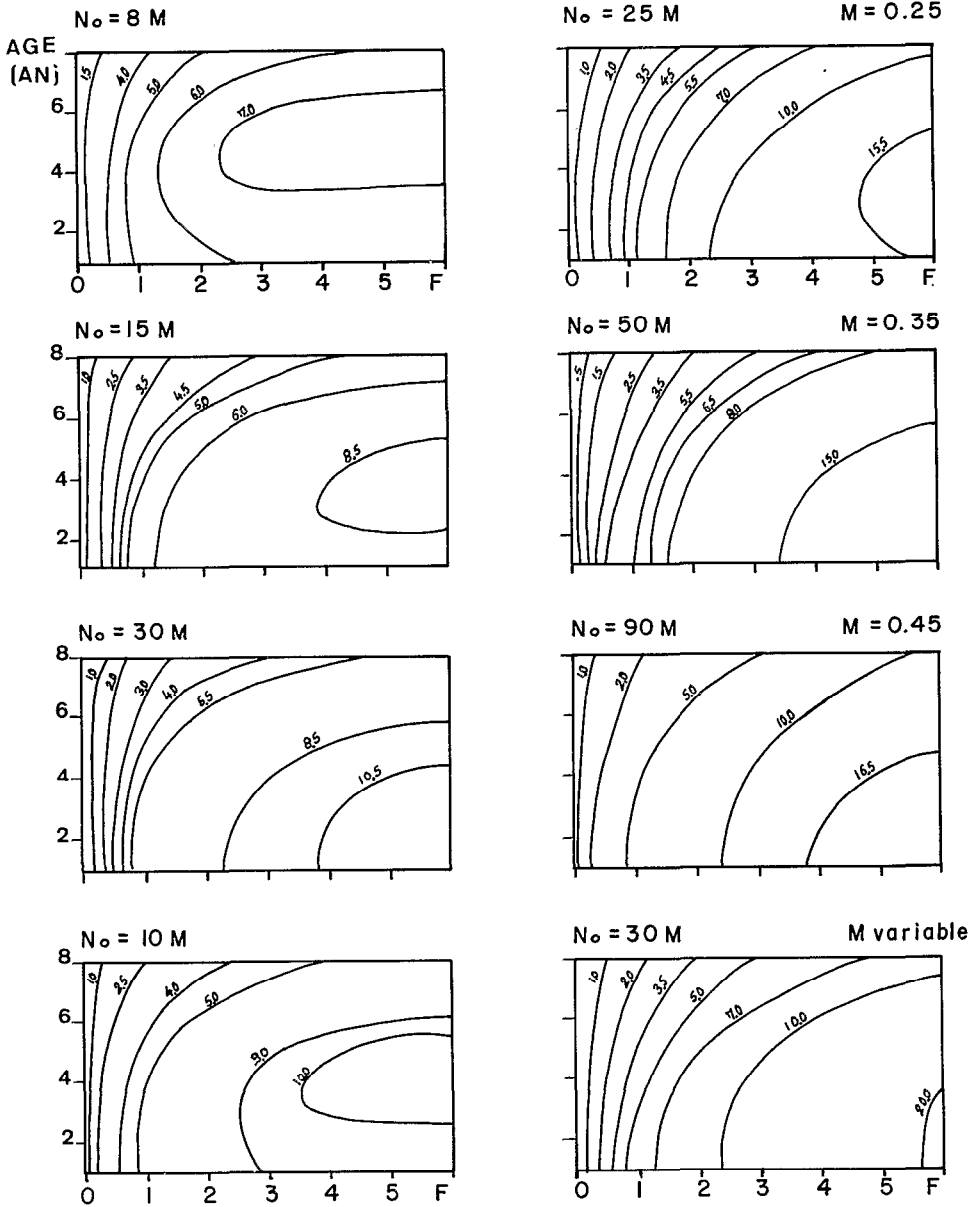


Fig. 62 - Isoplèthes de production par recrue (en milliers de tonnes), modèle de Ricker, pour 4 hypothèses relatives à la mortalité naturelle dans l'hypothèse d'un stock fortement exploité (figures de gauche) et dans l'hypothèse d'un stock modérément exploité. Les vecteurs F utilisés dans l'analyse de Ricker sont ceux de la figure 60

tes qu'une dizaine d'années plus tard.

b. - La compétition entre pêcheerie artisanale et pêcheerie industrielle pour l'exploitation du stock semble indiscutable. Tout accroissement de la prise d'un engin (au Sénégal ou en Mauritanie) aura ultérieurement des effets négatifs sur la prise et les rendements de l'autre engin.