

BIOLOGIE ET PECHE DU CAPITAINE *LETHRINUS ENIGMATICUS* (SMITH) 1959 DU BANC DE SAYA DE MALHA (OCEAN INDIEN)

par A. LEBEAU et J.-C. CUEFF

Introduction.

Les capitaines, poissons de la famille des léthrinidés, représentent une part importante des apports de la pêche industrielle réunionnaise. Les 500 à 700 tonnes capturées annuellement et absorbées par la consommation locale proviennent dans leur intégralité des bancs de Saya de Malha, situés au nord de La Réunion, à une distance de 700 milles nautiques.

Au total, cinq navires, deux réunionnais et trois mauriciens fréquentent l'ensemble des hauts fonds de Saint-Brandon, de Nazareth et de Sauction du banc de Saya de Malha.

WHEELER et OMMANEY (1953) ont estimé que la région de Saya de Malha pouvait produire environ 120 000 tonnes de poisson par an dont 50 % d'espèces de fond, requins non compris. Or, la production actuelle ne dépasse pas 1 500 tonnes par an, composées pour la majeure partie de léthrinidés. Ceci laisserait penser qu'il existe d'importantes perspectives de développement de cette pêcherie, contrairement à l'impression générale retirée par les professionnels de leur activité sur ces bancs. Il nous est donc apparu nécessaire de compléter l'étude de la biologie du « capitaine » par une estimation du potentiel de production du banc de Saya de Malha.

Malgré le faible nombre de données et le passé récent de la pêcherie, ceci nous semble justifié d'une part, en raison de l'incertitude résultant des chiffres donnés ci-dessus et d'autre part, et surtout, par l'importance économique de cette ressource halieutique pour les deux îles de La Réunion et de Maurice.

Les informations nécessaires à ce travail ont été recueillies au cours de quatre embarquements effectués par le personnel du laboratoire de l'I.S.T.P.M. de La Réunion sur le navire « Mascareignes II », de l'Armement de Mascareignes, en 1968, 1971, 1972 et début 1973.

I. - Biologie.

Systematique.

Une seule espèce du genre *Lethrinus* représente environ 90 % des captures ; nous considérerons dans la suite de ce travail que la biologie de cette espèce est prépondérante dans la pêcherie, en particulier en ce qui concerne l'évaluation du niveau d'exploitation de la population.

Description.

A l'état frais, les couleurs du poisson sont vives, avec des nuances individuelles nombreuses ; la tête est plus sombre que le corps, et sa couleur varie entre le brun-sombre et le brun-oliveâtre. Le corps, jaune pâle à vert olive, peut porter des bandes sombres transversales (jusqu'à 9 bandes), divisées en deux au niveau de la moitié inférieure des flancs, qui sont très nettes au moment de la sortie de l'eau et disparaissent rapidement après la mort du poisson. Ces bandes ont été attribuées par WHEELER (1961) au comportement de défense du *capitaine*. Les nageoires sont

translucides, de nuance rosée ; la coloration post-mortem est assez terne, uniforme, de teinte vert olive clair, la tête demeurant cependant de nuance plus sombre que le reste du corps.

L'identification des espèces du genre *Lethrinus* est basée sur les proportions respectives de diverses parties du corps rapportées à la longueur totale ou standard : hauteur du corps, longueur de la tête, diamètre de l'œil.

Afin de définir les limites de variation de ces rapports, ces dimensions ont été relevées sur 40 individus puis des relations linéaires ont été établies entre ces valeurs et la longueur totale. Les dimensions relevées sont les suivantes :

L_t : longueur totale	l_a : longueur de la base de l'anale
L_{ec} : longueur à l'échancrure caudale	H : hauteur du corps
l : longueur de la tête	\emptyset : diamètre de l'œil

La longueur à l'échancrure caudale a été largement utilisée de préférence à la longueur standard car elle présente l'avantage de pouvoir être facilement mesurée à bord des navires où les conditions de travail doivent être accordées aux nécessités de la pêche ; en outre, elle reste toujours mesurable sur des individus dont la nageoire caudale a été cassée à la suite de la congélation et des manipulations subies à bord et à terre lors du débarquement de la cargaison. Par le calcul des relations de régression, nous avons obtenu les expressions suivantes :

$$\begin{aligned} \text{entre } L_t \text{ et } L_{ec} : L_t &= 1,087 L_{ec} + 0,23 \\ (L_t \text{ et } L_{ec} \text{ en cm}) \quad L_{ec} &= 0,902 L_t + 0,43 \\ \text{entre } L_t \text{ et } l : L_t &= 0,297 l + 299,14 \\ \text{entre } L_t \text{ et } \emptyset : L_t &= 0,037 \emptyset + 327,02 \\ \text{entre } L_t \text{ et } H : L_t &= 0,312 H + 297,01 \\ \text{entre } L_t \text{ et } l_a : L_t &= 0,138 l_a + 321,15 \end{aligned}$$

(toutes ces dimensions sont exprimées en mm).

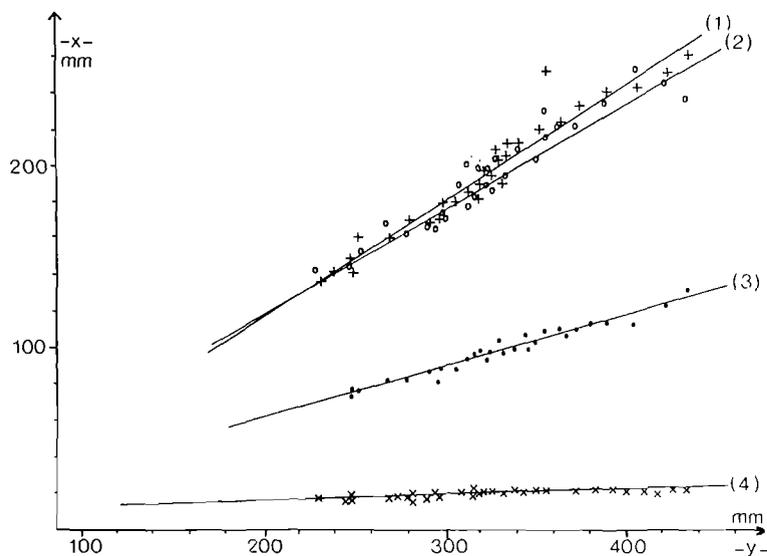


FIG. 1. — Représentation graphique de la croissance des différents organes de *L. enigmaticus* en fonction de la longueur totale. 1) Hauteur du corps (signes +) ; 2) longueur de la tête (cercles) ; 3) longueur de la base de l'anale (points) ; 4) diamètre de l'œil (croix).

On tire immédiatement de ces expressions les rapports entre la longueur totale et la dimension considérée. Ces relations sont représentées graphiquement (fig. 1).

Dénomination de l'espèce.

Nous avons rassemblé dans le tableau 1 les proportions calculées ci-dessus rapportées à la longueur totale ainsi qu'à la longueur standard (établies d'après les mensurations relevées sur 19 spé-

cimens capturés sur le banc du nord de Saya de Malha en mars 1974) et celles fournies par WHEELER (1961) et SMITH (1959) pour *Lethrinus ramak* (FORSKAL) 1775, *L. obsoletus* (FORSKAL) 1775, *L. enigmaticus* (SMITH) 1959, *L. crocineus* (SMITH) 1959, *L. mahsena* (FORSKAL) 1775 (1).

	<i>Lethrinus</i> sp.	<i>Lethrinus</i> <i>ramak</i>	<i>Lethrinus</i> <i>obsoletus</i>	<i>Lethrinus</i> <i>enigmaticus</i>	<i>Lethrinus</i> <i>crocineus</i>	<i>Lethrinus</i> <i>mahsena</i> (1)	<i>Lethrinus</i> <i>mahsena</i> (2)
l tête/ L _{std}	33,7 à 37,4	27,3 à 33,3	34 à 36	34	33 à 34	16 à 29	33
l tête/ L _t	29,7	27 à 28	—	—	—	27 à 28,9	—
Ø/ L _{std}	6 à 8,7	5,3 à 8,7	—	—	—	6 à 7,2	—
Ø/ tête	22	17 à 26	21 à 31	20 à 22	21 à 25	18 à 23	29
Ø/ L _t	3,7	4,7 à 7,1	—	—	—	5,4 à 6	—
H/ L _{std}	39	33 à 37	34 à 36	37 à 38	42	35 à 40	38

TABLE. 1. — Comparaison des caractères biométriques de quelques espèces du genre *Lethrinus*, tirés des travaux de WHEELER (*Lethrinus ramak*, *Lethrinus mahsena*(1)) et de SMITH (*Lethrinus obsoletus*, *Lethrinus enigmaticus*, *Lethrinus crocineus* et *Lethrinus mahsena*(2)). *Lethrinus* sp. se rapporte à l'espèce pêchée sur les bancs de Saya de Malha.

De la comparaison de ces valeurs il ressort que *Lethrinus* sp. capturé sur Saya de Malha se rapproche plus de *L. enigmaticus* (SMITH) que des autres espèces mentionnées.

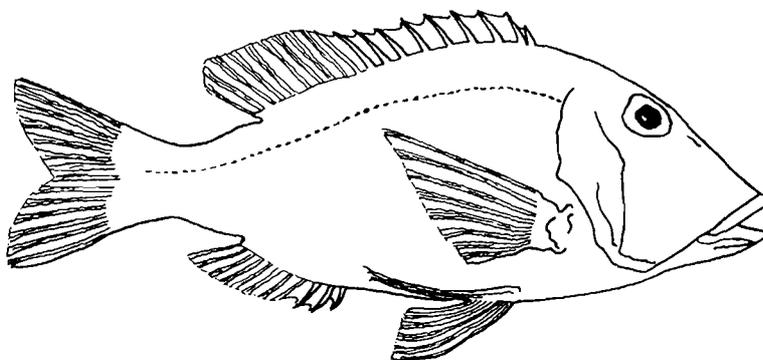


FIG. 2. — Dessin de *Lethrinus enigmaticus* (SMITH), 1959. Spécimen pêché sur Saya de Malha.

Le profil de la tête légèrement concave (fig. 2), ainsi que celui du poisson entier plus fin que chez *L. crocineus* (SMITH) correspondent au mieux avec l'illustration donnée par SMITH de *L. enigmaticus* dans sa monographie des léthrinidés de l'Océan Indien occidental (1959). L'ouvrage de

(1) Signalons que *Lethrinus ramak* (FORSKAL) 1775, in WHEELER (1961), est mis en synonymie avec *Lethrinus obsoletus* (FORSKAL) 1775, par SMITH, par rétablissement de l'appellation originale de FORSKAL *Sciaena obsoleta*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
L _{oc}	42,7	42,5	43,5	36,4	31,0	31,3	26,3	27,5	31,7	30,7	—	26,2	25,1	23,6	24,8	25,3	24,0	22,1	21,9
L _{ad}	37,2	37,4	38,0	31,4	27,8	27,2	22,3	23,4	27,2	26,7	26,3	23,0	21,8	20,8	21,3	21,8	20,4	18,8	18,7
Haut	14,0	15,2	14,3	12,5	10,6	10,9	8,5	9,1	10,3	10,2	10,0	8,3	8,6	7,9	8,2	8,5	8,3	7,5	7,5
I tête	13,0	13,1	12,8	11,2	9,0	9,2	8,1	8,4	9,8	9,5	9,5	8,4	7,8	7,4	7,6	7,9	7,4	6,7	7,0
I nuseau	7,8	7,8	7,7	6,7	5,1	5,2	4,7	4,6	5,8	5,4	5,3	5,0	4,4	4,1	4,1	4,6	4,1	3,7	4,1
Ø œil	2,2	2,6	2,5	2,5	2,1	2,0	1,8	2,0	2,2	2,1	2,1	1,9	2,1	1,9	2,0	1,9	1,8	1,4	1,5
L _{rest}	10,0	11,1	10,1	10,0	8,0	7,9	7,3	7,4	8,3	8,2	8,0	6,8	7,2	6,0	6,6	6,7	5,9	5,8	5,7
Angle facial	58°	60°	61°	58°	60°	60°	49°	51°	56°	56°	52°	47°	50°	49°	50°	49°	49°	45°	47°
Nbre rang écailles au-dessus L. lat.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5
Haut. tête par centre œil	11,7	11,3	11,7	10,0	8,2	8,2	6,6	7,0	8,3	7,7	7,6	7,2	6,6	6,1	6,1	6,1	6,0	5,5	5,2
L. base Anale	5,0	5,0	5,2	4,3	3,6	4,0	3,0	3,2	3,7	3,9	3,6	3,2	3,1	2,9	3,1	3,0	3,0	2,6	2,7

TABLE. 2. — Dimensions relevées sur dix-neuf spécimens de *L. enigmaticus* provenant de Saya de Malha.

WHEELER (1961) ne nous a pas permis de relever une meilleure concordance entre nos propres observations et les descriptions qu'il fournit des léthrinidés de la côte Est de l'Afrique; nous conserverons donc l'appellation de *Lethrinus enigmaticus* (SMITH) 1959. Cet auteur signale qu'il n'a trouvé *L. enigmaticus* que dans la région des Seychelles, mais il est probable qu'il n'a pas de maté-

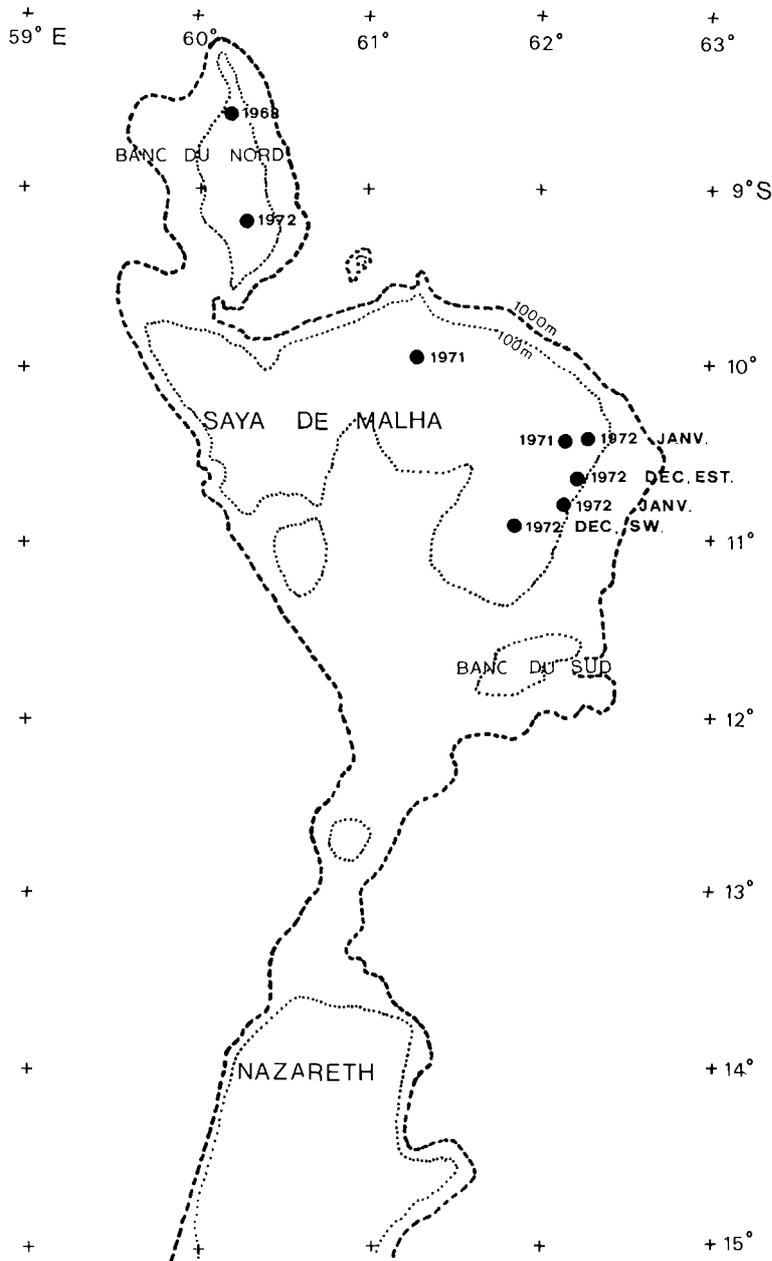


FIG. 3. — Carte du banc de Saya de Malha. Les positions accompagnées de date représentent les points d'échantillonnage.

riel en provenance des bancs de Saya de Malha à l'époque de son étude; en outre le nord du banc de Saya de Malha est suffisamment proche du plateau des îles Seychelles pour justifier la présence de *L. enigmaticus* dans cette région.

Nous donnons dans le tableau 2 les mensurations relevées sur les 19 *L. enigmaticus* pêchés sur le banc du Nord.

D'autres léthrinidés sont également capturés sur ces hauts-fonds : *Lethrinella variegatus* (VALENCIENNES) 1830, *Lethrinella xanthocheilus* (KLUNZINGER) 1870, *Lethrinus caeruleus* (VALENCIENNES) 1830, *Lethrinus borbonicus* (VALENCIENNES) 1830, *Lethrinus nebulosus* (FORSKAL) 1775.

Ces espèces représentent une très faible part de la pêche, la plus abondante étant *Lethrinella variegatus* (CUVIER et VALENCIENNES 1830), en particulier sur le banc du nord de Saya de Malha (de 3 à 5 % de la capture quotidienne en certains points du banc).

Distribution, régime alimentaire et faune associée.

Distribution.

Les bancs de Saya de Malha s'étendent de 8° 15' S à 12° S et de 59° 50' E à 62° 20' E (fig. 3) et sont formés de trois zones distinctes, le banc du Nord, le banc du milieu et le banc du Sud, ce dernier de faible surface. La pêche est pratiquée de façon régulière sur le banc du Nord et le banc du milieu, à l'intérieur de l'isobathe des 50 mètres, en particulier sur les flancs nord et est de ce dernier, où se trouvent les plus faibles profondeurs de ce plateau.

La grande transparence de l'eau permet de distinguer des zones sableuses irrégulièrement réparties parmi les herbiers importants composés de phanérogames marines du genre *Thalassia* sp. et *Cymodocea*. La bathymétrie de cette région n'est pas complète et reste imprécise pour ce qui concerne la position des accores, la zone de pêche paraissant beaucoup plus étroite que ne laissent supposer les cartes marines, notamment sur le flanc oriental du banc du milieu.

Le capitaine est capturé autour des masses coralliennes présentes dans les zones les moins profondes, où il est accompagné de nombreuses autres espèces typiquement associées aux récifs coralliens, à des profondeurs comprises entre 10 à 50 mètres. Au-delà de 50 mètres, les léthrinidés sont remplacés par des lutjanidés (vara-vara, bourgeois) et des serranidés (grand queue, babonne) avec cependant une dominance très nette du vara-vara, *Lutjanus bohar*. Ces espèces étant rejetées en raison de leur caractère parfois ciguatérigène, on peut dire que, pratiquement, la zone de pêche est limitée par l'isobathe de 50 mètres.

Régime alimentaire.

Nous avons observé les contenus stomacaux de 59 *L. enigmaticus* capturés en 1972. Sur ces 59 estomacs, 45 étaient vides, soit 76,7 % ; le reste de l'échantillon présentant un coefficient moyen de remplissage de 7,7 (0 pour un estomac vide, 10 pour un estomac plein). Les contenus examinés se composaient pour 1/4 d'échinodermes (ophiures et oursins) pour 1/4 de crustacés benthiques (crabes et crevettes) et pour la moitié de restes de poisson et d'appât, de sable, de débris coralliens peu mesurables quantitativement. Les mollusques étaient peu fréquents dans l'échantillon examiné, cependant, lors de l'étripage du poisson à bord du navire nous avons pu constater la présence de quelques gastéropodes, porcelaines le plus fréquemment, et beaucoup plus rarement des restes de céphalopodes.

Bien qu'approximatives, ces observations montrent que *L. enigmaticus* se nourrit presque exclusivement de représentants de familles benthiques peu mobiles.

Faune associée.

La liste établie (tabl. 3) d'après les exemplaires ramenés à notre intention par les pêcheurs, sans être exhaustive, nous paraît cependant complète pour ce qui est des espèces capturées à la ligne sur les bancs de Saya de Malha. Mis à part les balistes et quelques petits labridés, l'ensemble de ces espèces pourraient être commercialisé à La Réunion si l'incidence du phénomène ciguatérique pouvait être appréciée avec précision. Ce travail a été entrepris au laboratoire de l'I.S.T.P.M. de La Réunion depuis 1968, alors qu'à la suite d'intoxications nombreuses mais peu graves survenues en 1967, la décision avait été prise de ne mettre en vente que les léthrinidés. Depuis cette époque, certaines espèces ont pu à nouveau être remises sur le marché à la suite des études réalisées, sans

toutefois dépasser un poids individuel faible. Ces populations de lutjanidés et de serranidés ne sont par conséquent que peu exploitées ; mais il est bon de signaler que même dans le cas où ces espèces seraient libres à la vente, elles ne constitueraient qu'une part peu importante, de l'ordre de 10 % du poids de la capture totale, ainsi que l'ont montré les pêches réalisées par le « Mascareignes » antérieurement à 1967, mais dont le prix de vente à l'unité serait toutefois plus élevé que celui du capitaine.

<i>Eulamia amblyrhyncos</i> (BLEEKER 1856)	Requin	<i>Lutjanus bohar</i> (FORSKAL 1775)	Vara Vara
<i>Cypselurus furcatus</i> (MITCHILL 1815)	Poisson volant	<i>Lutjanus gibbus</i> (FORSKAL 1775)	Marie thérèse
<i>Strongylura appendiculata</i> (KLUNZINGER 1871)	Aiguille	<i>Lutjanus sebae</i> (CUVIER et VALENCIENNES 1828)	Bourgeois
<i>Variola louti</i> (FORSKAL 1775)	Grand queue	<i>Lutjanus niger</i> (FORSKAL 1775)	
<i>Epinephelus dispar</i> (PLAYFAIR 1866)	Platte	<i>Aprion virescens</i> (CUVIER et VALENCIENNES 1830)	Thazar
<i>Epinephelus flacoeruleus</i> (LACÉPÈDE 1802)	Platte	<i>Monotaxis grandoculis</i> (FORSKAL 1775)	Capitaine blanc
<i>Epinephelus fasciatus</i> (FORSKAL 1775)	Rouget	<i>Lethrinella variegatus</i> (CUVIER et VALENCIENNES 1830)	Baxou, Kaya
<i>Plectropomus maculatus</i> (BLOCH 1790)	Babonne	<i>Lethrinus nebulosus</i> (FORSKAL 1775)	Capitaine bleu
<i>Caranx fulvoguttatus</i> (FORSKAL 1775)	Carangue	<i>Lethrinus caeruleus</i> (CUVIER et VALENCIENNES 1830)	Capitaine gros yeux
<i>Caranx sexfasciatus</i> (QUOY et GAIMARD 1824)	»	<i>Lethrinella conchyliatus</i> (SMITH 1959)	Capitaine bec de cane
<i>Caranx (carangoides) ferdau</i> (FORSKAL 1775)	»	<i>Acanthocybium solandri</i> (CUVIER et VALENCIENNES 1831)	Thon banane
<i>Elagatis bipinnulatus</i> (QUOY et GAIMARD 1824)	Saumon	<i>Gymnosarda unicolor</i> (RUPPEL 1837)	Thon à dents
<i>Bodianus bilunulatus</i> (LACÉPÈDE 1802)	Chien	<i>Thunnus albacares</i> (LOWE 1839)	Thon jaune
<i>Cheilio inermis</i> (FORSKAL 1775)	Banane	Mullidae	Capucin
<i>Sphyræna picuda</i>	Barracuda, bécune	<i>Sufflamen capistratus</i> (SHAW 1804)	Bourse
<i>Coryphaena hippurus</i> (LINNÉ 1758)	Dorade		

TABL. 3. — Liste des espèces les plus fréquemment capturées sur les hauts-fonds de Saya de Malha.

Reproduction.

Les mensurations recueillies par sexe en avril 1968, janvier 1971, janvier et décembre 1972 (tabl. 4 et fig. 4) ont été complétées par l'observation des stades sexuels afin de déterminer la saison de reproduction ; ces dernières informations restent cependant incomplètes puisqu'aucune observation n'a pu être effectuée entre les mois de mai et octobre en raison de l'arrêt de la pêche à cette époque.

Sex-ratio et répartition des tailles des mâles et des femelles.

En 1968 les pourcentages respectifs pour les mâles et les femelles étaient de 72,4 et 26,6 %. En janvier 1971, janvier et décembre 1972 ils sont de 36,5 et 63,4 %, 39,6 et 60,3 %, 35,1 et 64,9 %, soit statistiquement équivalents. Les sex-ratio correspondants (femelles/mâles) sont les suivants :

avril 1968	0,38	janvier 1972	1,52
janvier 1971	1,73	décembre 1972	1,85

La faible proportion de femelles trouvée sur le banc du Nord en avril 1968 semble exceptionnelle et ne peut être expliquée que par une modification très localisée de la structure de la population ; ceci paraît être confirmé par la variation du sex-ratio enregistrée en différents points du banc du Nord au cours de cette campagne : de 0,2 à 1,7.

On remarque sur la figure 4 que les mâles et les femelles occupent chacun une gamme de tailles différentes, les mâles se répartissant dans les grandes tailles. Cette répartition n'est cependant pas nettement tranchée puisque la zone de recouvrement entre les deux distributions demeure importante et comprise entre les tailles de 20 cm et 40 cm approximativement pour des captures s'échelonnant entre 18 et 50 cm.

Ceci exclut vraisemblablement toute possibilité d'un changement de sexe avec l'âge, passage du sexe femelle au sexe mâle, et fait apparaître une différence de croissance des deux sexes confirmée par l'étude d'âge effectuée dans la suite de ce travail.

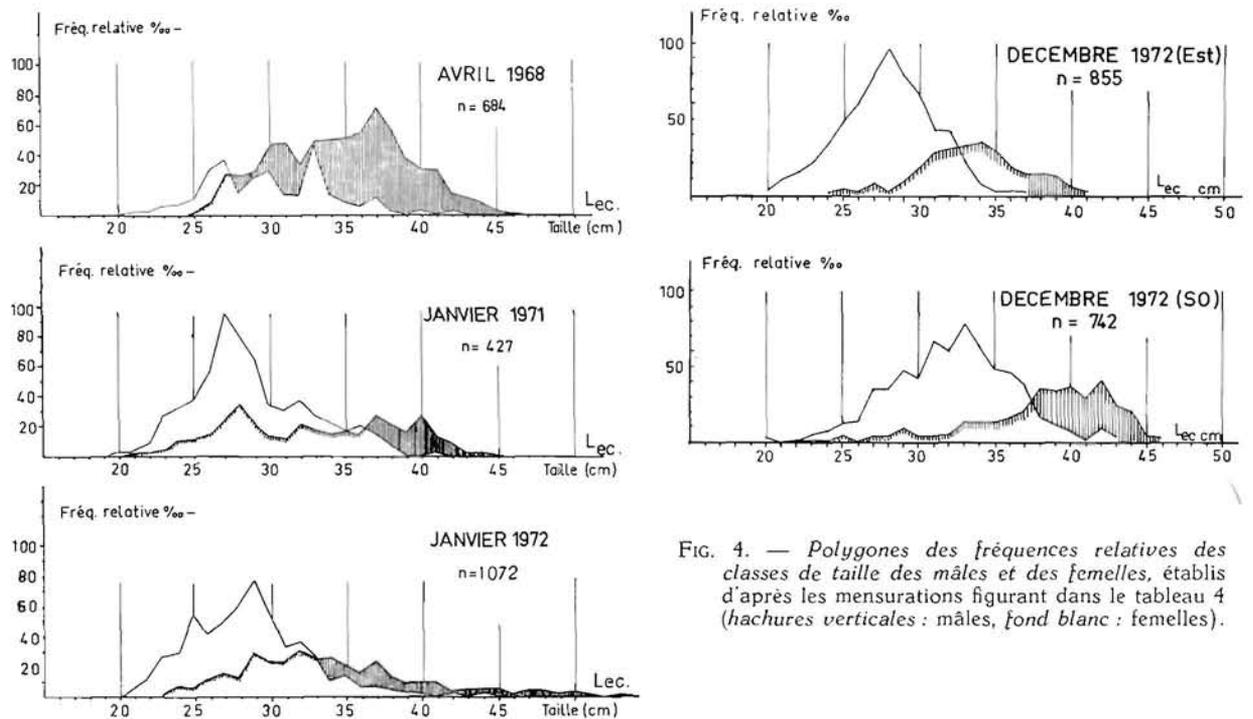


FIG. 4. — Polygones des fréquences relatives des classes de taille des mâles et des femelles, établis d'après les mensurations figurant dans le tableau 4 (hachures verticales : mâles, fond blanc : femelles).

Maturation et saison de ponte.

Afin de faciliter l'examen macroscopique des gonades nous n'avons retenu que trois stades de développement des gonades facilement repérables chez les mâles et les femelles.

Mâles.

Stade 1 : immature, testicules très allongés et minces, parfois peu visibles.

Stade 2 : en maturation, testicules agrandis, fermes, de couleur blanchâtre et de section circulaire.

Stade 3 : mature ou mature après ponte, testicules de grande taille et de forte section, laitance abondante pouvant être évacuée par pression sur l'abdomen, ou bien testicules flasques, vides et peu ou pas de laitance.

Femelles.

Stade 1 : immature, ovaires de petite taille, ovoïdes translucides et de couleur rosâtre.

Stade 2 : en maturation, ovaires agrandis, occupant la partie postérieure de la cavité générale, fermes et compacts, de couleur orangée, œufs visibles à l'œil nu.

Stade 3 : les ovaires sont de forte taille et occupent la majeure partie de la cavité générale, de consistance ferme et de couleur rougeâtre, œufs visibles, ou bien apparence congestionnée, couleur sombre avec amas sanguins, quelques œufs restant après la ponte, apparence tachetée de la paroi de l'ovaire.

Classes de taille	Avr. 1968		Janv. 1971		Janv. 1972		Déc. 1972 (Est)		Déc. 1972 (SO)	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
19		1.46				0.93				
20		2.92		2.34				2.3		2.6
21		2.92	2.34	2.34		5.59		10.5		
22		2.92	2.34	7.02	0.93	15.85		15.2		1.3
23	2.92	8.77	4.68	28.10	1.86	29.85		22.2	1.3	5.3
24	1.46	8.77	11.70	32.78	8.39	30.78	2.3	33.9	1.3	8.0
25	5.85	11.70	11.70	37.47	7.46	57.83	4.6	49.1	4.0	12.1
26	10.23	32.16	14.05	56.20	13.05	44.77	3.5	60.8	1.3	13.4
27	30.70	38.01	23.41	96.01	17.72	50.37	8.1	79.5	4.0	35.0
28	29.24	14.62	35.12	81.96	13.99	60.63	3.5	95.9	4.0	35.0
29	30.70	24.85	21.07	65.67	31.71	78.35	9.3	78.3	9.4	47.2
30	48.25	29.24	14.05	35.12	26.11	58.76	18.7	65.4	4.0	43.13
31	49.70	14.62	11.70	32.78	24.25	35.44	29.2	43.2	4.0	67.38
32	35.09	13.16	21.07	37.47	32.64	38.24	42.1	42.1	5.3	61.99
33	51.17	48.25	18.73	28.10	27.05	27.05	29.2	22.2	13.4	78.16
34	51.17	13.16	16.39	21.07	28.91	12.12	30.5	8.1	13.4	63.34
35	52.63	8.77	18.73	14.05	22.38	16.79	32.7	3.5	13.4	48.51
36	55.66	5.85	16.39	21.07	18.65	8.39	35.0	3.5	16.10	45.82
37	73.10	11.70	29.10	16.39	26.11	8.39	29.2	2.3	20.2	37.73
38	57.02	2.92	21.07	7.02	16.79	6.52	18.7	—	35.0	16.17
39	38.01	—	16.39	—	11.19	4.66	15.2	1.1	33.6	10.78
40	30.70	2.92	28.10	—	12.12	3.73	15.2	1.1	36.3	6.73
41	30.70	—	14.05	2.34	12.12	1.86	12.8	—	29.6	6.73
42	14.62	2.92	9.36	—	4.66	2.79	5.8	—	40.4	—
43	11.70	—	2.34	—	6.52	0.93	2.3	1.1	24.2	8.08
44	8.77	—	2.34	—	7.76	2.79	—	—	20.2	1.3
45	2.92	—	—	—	7.46	—	1.1	—	4.0	—
46	1.46	—	—	—	2.79	—	—	—	2.6	—
47	—	—	—	—	4.66	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	3.73	—	—	—	1.3	—
49	—	—	—	—	0.93	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	2.79	—	—	—	—	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	0.93	—	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	0.93	—	—	—	—	—
Proportion par sexe %	723.67	276.31	365.22	634.66	326.29	603.41	349.0	641.3	342.3	655.7
	999.98		999.88		999.70		990.30		998.05	
Nombre mensurations	495	189	150	271	425	647	306	549	255	487

TABL. 4. — Fréquences relatives des mâles et des femelles d'après les mensurations effectuées à bord du navire « Mascareignes II ».

Repérant les stades définis ci-dessus sur cinq échantillons (tabl. 5) nous avons pu représenter graphiquement l'état sexuel de la population en janvier, avril et octobre 1971 et janvier et décembre 1972 (fig. 5).

Le stade 3 atteint une proportion relative maximale sur l'échantillon d'octobre pour redescendre ensuite à un niveau bas en janvier suivant. On peut donc en déduire que la ponte est déjà commencée en octobre et qu'elle se prolonge en dernière limite jusqu'en janvier de l'année suivante ; la comparaison entre les proportions respectives des mâles et des femelles au stade 2 en janvier laisse également penser que la maturation de ces dernières est plus précoce que chez les

mâles. Il est intéressant de rapprocher l'évolution de la proportion des individus au stade 3 (mâles et femelles) de celles des températures des eaux de surface sur le banc de Saya de Malha fournies par la publication spéciale de l'U.S.H.O. (fig. 6).

Stades	Janv. 1971		Avr. 1971		Oct. 1971		Janv. 1972		Déc. 1972	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
I	53.9	29.5	43.7	15.63	46.0	25.8	83.6	73.4	68	59
II	28.4	62.2	43.8	68.1	21.5	13.8	14.3	24.0	32	39
III	17.8	14.2	12.5	16.3	33.0	60.4	2.1	5.6	0.3	2
Nbre par sexe	19	41	26	32	16	26	340	630	565	1046
Total par échantillon	60		58		42		970		1611	

TABLE 5. — Etat sexuel des mâles et des femelles exprimé en pour cent d'individus de chaque stade par sexe.

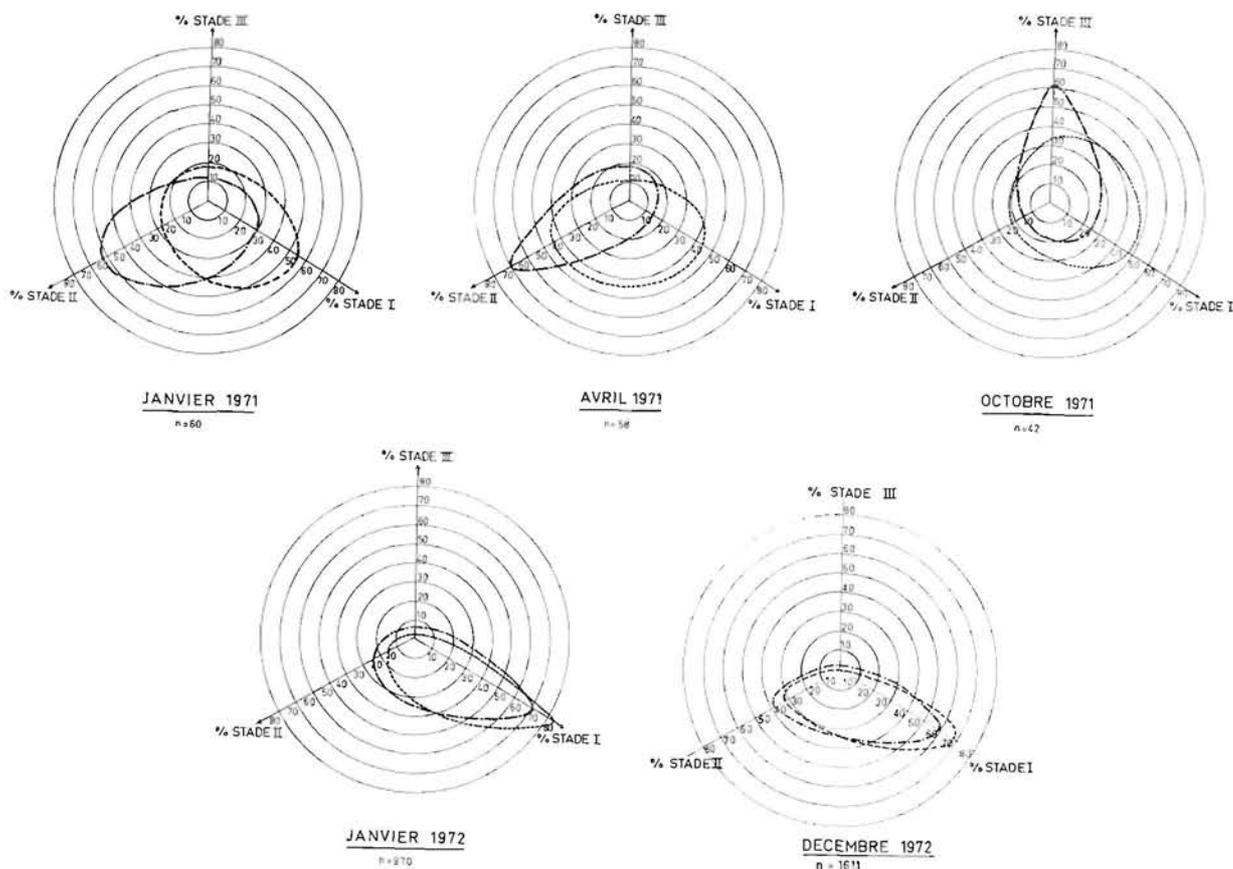


FIG. 5. — Représentation graphique des proportions de chaque stade de maturation sexuelle pour l'année 1971-72 (données au tabl. 5), (tirets : mâles, point-tirets : femelles).

L'amplitude annuelle est de 3,2 °C (valeur moyenne) avec un maximum en février à 28,3 °C et un minimum en septembre à 25,1 °C. L'activité maximale de ponte, en octobre, se situe par conséquent au début du réchauffement des eaux qui ont alors une température moyenne de 25,7 °C, puis de 26,7 °C en novembre ; de septembre à décembre la température moyenne des eaux de surface,

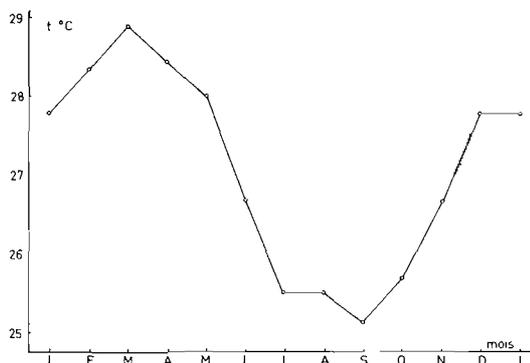


FIG. 6. --- Schéma représentant la variation de la température moyenne des eaux de surface sur le banc de Saya de Malha, tirées du USHO SP 99.

assimilable à celle régnant sur le fond, étant donné la faible profondeur de ces bancs, passe de 25,1 °C à 27,8 °C, soit une variation de 2,7 °C pour une amplitude annuelle de 3,2 °C. Cette importante évolution de la température semble déterminante dans le processus de déclenchement de la ponte de *L. enigmaticus*.

Sur l'ensemble des poissons examinés, la pleine maturité sexuelle, stade 3 de nos observations, n'apparaît qu'aux tailles de 30 cm chez les mâles et de 25 cm chez les femelles (longueurs mesurées à l'échancrure caudale) soit respectivement un âge de 4,5 et de 3,5 ans.

En dernier lieu, il convient de signaler que nous n'avons pas relevé d'indication d'une autre période de reproduction de *L. enigmaticus* dans la région de Saya de Malha. La ponte est donc annuelle et dure environ 4 mois, d'octobre à janvier.

Age et croissance.

Des études effectuées sur des espèces tropicales de fond, en particulier des Serranidés et des Lutjanidés du golfe du Mexique, montrent que malgré une faible variation de la température des eaux, des annuli pouvaient être repérés sur les écailles et parfois sur les otolithes, permettant d'évaluer l'âge et la croissance de ces espèces. Ainsi, pour *Epinephelus morio* (MOE, 1969) (golfe du Mexique) la période de formation des annuli se situait à la fin de la saison de ponte et au moment du réchauffement des eaux (amplitude de variation annuelle de la température : 5 °C). Il a été observé que, pour une longueur L_{∞} de 66 cm, cette espèce atteignait un âge maximum de 19 ans avec un accroissement annuel de longueur variant entre 9 et 1 cm en fonction de l'âge.

Des critères semblables ont été adoptés pour évaluer la croissance et l'âge de *L. enigmaticus*, en admettant que la période de formation des annuli coïncide avec l'activité maximale de ponte soit approximativement en octobre et novembre.

Observation des écailles.

L'étude des écailles s'est révélée beaucoup plus rapide et facile que celle des otolithes qui fut d'abord entreprise, puis abandonnée en raison de l'opacité de ces derniers, même après éclaircissement à la glycérine. Au total 59 *L. enigmaticus* ont été examinés, plusieurs écailles étant prélevées sur chaque individu ; après lavage, les écailles sont trempées dans de l'eau oxygénée pendant quelques heures, puis lues à l'aide d'un projecteur pour microfilms, (agrandissement de 10 fois). La position de chaque annuli est repérée par rapport au centre de l'écaille puis rapportée à la taille du poisson :

$$\frac{L_{ec}}{r} \text{ --- } \frac{L_1}{a_1} \text{ --- } \frac{L_2}{a_2} = \dots \text{ etc } \dots$$

où (r : rayon de l'écaille et a_1, a_2, \dots : distance entre l'annuli et le centre de l'écaille).

Les valeurs retenues pour l'estimation de la taille à un âge donné sont les moyennes des lectures de deux à trois écailles par poisson. Les écailles les plus lisibles ont été prélevées au niveau de l'extrémité postérieure de la nageoire pectorale.

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Long. échancrure caudale - mâles	15.09	20.77	25.17	28.86	31.80	35.33	37.0	38.25	39.98	41.74	43.39	44.98	46.62	48.02	48.99
Long. échancrure caudale - femelles	13.87	19.39	23.44	26.56	28.78	31.33	34.49	—	—	—	—	—	—	—	—
Long. échancrure caudale pour mâles et femelles	14.44	20.02	24.23	27.86	31.25	34.24	36.37	38.25	39.98	41.74	43.39	44.98	46.62	48.02	48.99
Nombre individus examinés	58	59	59	44	22	11	7	5	5	5	5	4	3	3	1
Accroissement de longueur par année	—	5.58	4.21	3.63	3.39	2.99	2.13	1.88	1.73	1.76	1.65	1.59	1.64	1.08	0.97
Long. calculée par équation de croissance pour mâles et femelles	14.73	19.63	23.96	27.76	31.10	34.24	36.82	39.02	40.98	42.82	44.32	45.66	46.83	47.85	48.76

TABLE 6. — Récapitulation des résultats de l'étude de la croissance de *L. enigmaticus*.

Croissance des mâles et des femelles.

En raison de la différence de croissance observée entre mâles et femelles nous avons présenté les résultats, séparés par sexe, dans le tableau 6. On a pu observer ainsi jusqu'à 15 annuli chez les mâles contre 7 seulement chez les femelles correspondant respectivement à des longueurs calculées (L_{ec}) de 48,9 cm et 34,5 cm. On remarquera cependant dans le tableau 4 des femelles dont L_{ec} atteint 44 cm ; cette taille serait atteinte d'après nos estimations moyennes sur les deux sexes groupés, à l'âge de 11 à 12 ans. On peut donc considérer qu'il s'agit de la limite supérieure de longévité des femelles.

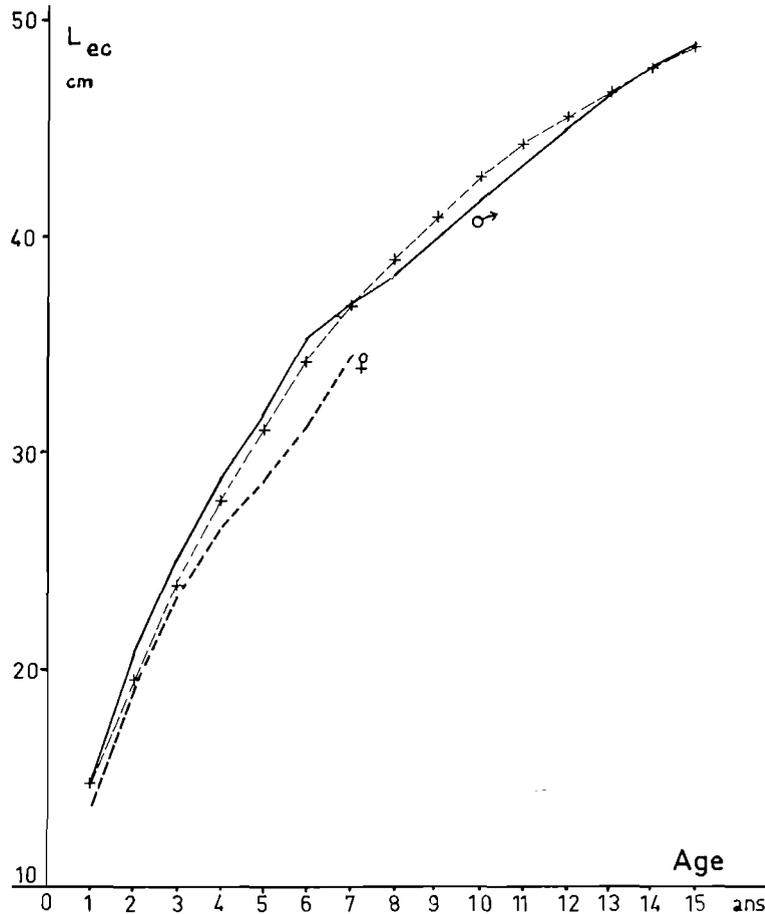


FIG. 7. — Croissance de *L. enigmaticus*; tailles calculées par âge d'après les lectures d'écaillés (tirets: femelles, trait plein: mâles); valeurs théoriques calculées d'après l'équation de croissance pour l'ensemble mâles et femelles (tirets-croix).

Les valeurs moyennes des tailles calculées pour chaque âge et par sexe ont été reportées sur les graphiques de la figure 7. La différence des tailles estimées des mâles et des femelles, à âge égal, croît de 1,2 cm à 1 an jusqu'à 4 cm à 6 ans (tabl. 6).

Equation de croissance.

Soit t_0 l'âge théorique auquel $L_{ec} = 0$, L_{∞} la taille limite et L_t la taille à l'âge t ; l'équation de croissance établie par Von Bertalanffy s'écrit :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (1)$$

Cette expression est transformée pour utiliser les informations fournies par la lecture des écailles :

$$L_t + 1 = L_\infty (1 - e^{-K}) + L_t e^{-K} \quad (2)$$

L'équation (2) est représentée graphiquement par une droite pente e^{-K} qui coupe la bissectrice des axes de coordonnées au point d'abscisse L pour $L_t = L_t + 1$. Les coefficients de cette droite peuvent être également définis en calculant la régression de $L_t + 1$ sur L_t .

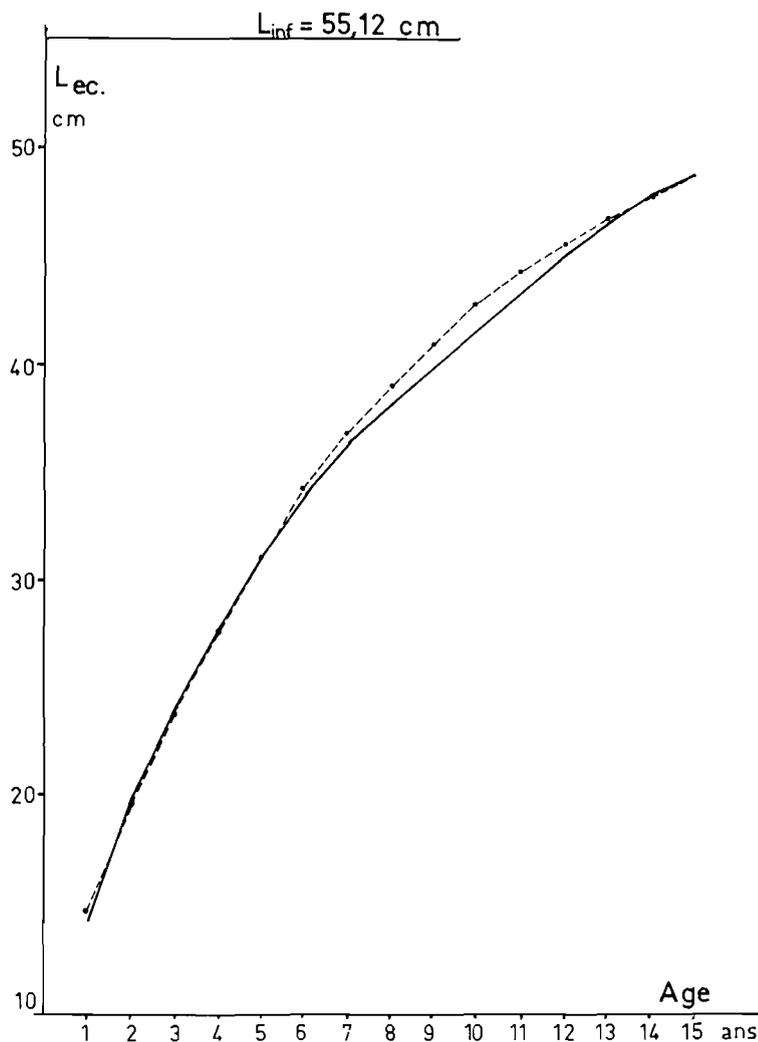


FIG. 8. — Croissance de *L. enigmaticus*; tirets : courbe théorique obtenue par l'équation de croissance pour l'ensemble mâles et femelles, trait plein : tailles par âge pour l'ensemble mâles et femelles calculées d'après les lectures d'écailles.

Dans le cas de *L. enigmaticus*, nous avons obtenu les coefficients suivants à partir des données du tableau 6.

$$L_t + 1 = 0,8767 L_t + 6,7959$$

$$(r = 0,999 \quad n - 2 \text{ d.l.} = 12)$$

Nous tirons : $e^{-K} = 0,8767$ et $K = 0,132$; $L_\infty = 55,12$ cm (à l'échancrure caudale).

De l'expression (1) on tire la valeur de t_0 :

$$t_0 = t + \frac{1}{K} \text{Log} \frac{L_\infty - L_t}{L_\infty} \quad (3)$$

où L_∞ et K sont connus et t et L_t les valeurs des âges et des tailles correspondantes présentées dans le tableau 6.

En raison du nombre d'observations plus important entre les âges de 1 et 6 ans que pour les âges plus élevés, nous avons pris pour valeur de T_0 la moyenne des t_0 calculés pour chacun des âges de cet intervalle, soit $t_0 = 1,356$.

L'équation complète de la croissance de *L. enigmaticus* devient :

$$L_t = 55,12 (1 - e^{-0,132 (t + 1,356)}) \quad (4)$$

(longueur à l'échancrure caudale)

De la même manière, nous avons établi les équations de croissance pour chaque sexe (longueurs à l'échancrure caudale) :

a) mâles : $L_t = 53,88 (1 - e^{-0,149 (t + 1,21)}) \quad (5)$

b) femelles : $L_t = 45,37 (1 - e^{-0,179 (t + 1,07)}) \quad (6)$

Les valeurs théoriques de la taille de *L. enigmaticus* à chaque âge calculées d'après (4) sont données dans le tableau 6, la courbe de croissance théorique de l'ensemble des mâles et des femelles est tracée sur la figure 8.

Relation taille-poids.

Nous disposons des mesures de taille et de poids par sexe de 82 spécimens de *L. enigmaticus*, de longueur comprise entre 21 et 40 cm et de poids compris entre 175 et 1 375 g.

La relation entre la taille et le poids s'écrit : $W = aL^b$
ou W = poids du poisson (en grammes) et $L = L_{cc}$ (en mm).

En passant aux logarithmes, les relations numériques obtenues sont :

a) mâles : $\log W = 2,8818 \log L - 4,3755$ (ou $W = 4,21 \cdot 10^{-5} L^{2,8818}$)

b) femelles : $\log W = 3,0972 \log L - 4,9301$ (ou $W = 1,17 \cdot 10^{-5} L^{3,0972}$)

c) mâles et femelles : $\log W = 3,1217 \log L - 4,9867$ (ou $W = 1,03 \cdot 10^{-5} L^{3,1217}$)

Pour $L = 55,12$ cm, la dernière relation nous donne : $W^\infty = 3 723$ g.

Les courbes correspondantes sont tracées sur le graphique de la figure 9.

II. - Pêche et stock exploitable.

La pêche.

Généralités.

Mis à part la pêcherie mauricienne établie sur Saint-Brandon (également appelé sur les cartes Cargados Carajos) depuis plusieurs dizaines d'années, l'arc des hauts fonds délimité au nord par les îles Seychelles et au sud par les Mascareignes n'est exploité de façon à peu près régulière que depuis 1962. Les premières reconnaissances faites par le « Mascareignes I » sur l'ensemble des bancs et des îles de l'ouest de l'Océan Indien, y compris celles situées dans le canal de Mozambique, avaient mis en évidence l'intérêt présenté par le banc de Saya de Malha :

a) cette zone se trouve au nord des trajectoires des dépressions tropicales nombreuses entre septembre et avril-mai ;

b) des taux de capture intéressants y étaient obtenus, ou au moins nettement plus élevés que partout ailleurs.

Pour ces raisons, il fut décidé par la société « Armement des Mascareignes » de remplacer le « Mascareignes I » par un navire plus important et équipé en congélateur, dont les caractéristiques furent définies par la SATEC et son service « Pêche ». Cette unité, le « Mascareignes II », est un ancien caboteur hollandais construit en 1962, de 48 mètres et 400 tonneaux, propulsé par un moteur Diesel Industrie de 450 cv à 350 tr/mn. L'installation frigorifique comprend une cale pour le stockage d'environ 70 tonnes de poisson, entretenue à -25°C (compresseurs Sabroe Matal de 63 000 frigories/heure), une salle de travail de 65 m^3 et deux tunnels de congélation d'une capacité totale de 5 tonnes/jour à -40°C (compresseurs Sabroe Matal de 160 000 frigories/heure). Ce navire, depuis sa mise en service en 1967, a travaillé presque exclusivement sur les bancs de Saya de Malha ; occasionnellement, il y est rejoint par le « CIAP » pendant l'été. A l'île Maurice, trois navires ligneurs pratiquent cette pêche sur les bancs de Nazareth, Saint-Brandon et parfois Saya de Malha.

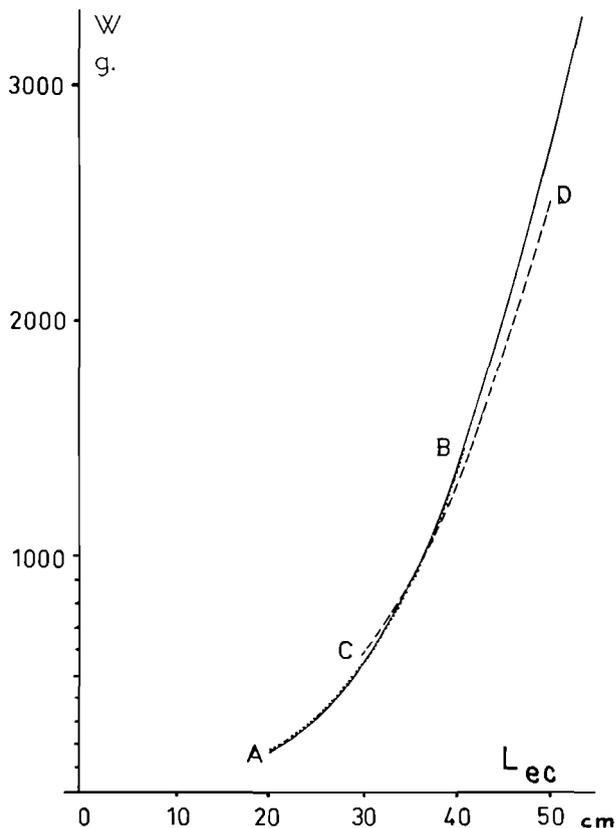


FIG. 9. — Représentation graphique de la relation taille-poids de *L. enigmaticus*. Segments A-B (pointillés) : femelles, C-D (tirets) : mâles, trait continu : mâles et femelles.

Les méthodes de pêche.

La pêche se pratique à partir de dix embarcations qui, transportées par le navire mère, sont mises à l'eau au petit jour. Ces embarcations (fig. 10) de 5 et 5,7 mètres, construites en bois, sont propulsées par des moteurs hors-bord de 5,5 cv et ont un équipage composé d'un patron et de deux matelots.

Chaque homme pêche avec une ligne en nylon tressé goudronné dont le bas de ligne, en nylon monofilament de 100 à 120 centièmes et lesté par un boulon du type employé pour les traverses de chemin de fer, comporte trois avançons (nylon de 100 à 120 centièmes) de 20 cm de long, terminés par des hameçons n° 5 ou 6.

Une journée de pêche comporte deux sorties de 6 h 00 à 11 h 00 et de 13 h 00 à 18 h 00 environ, au cours desquelles chaque embarcation capture approximativement 400 kg de poisson, soit 4 tonnes en moyenne pour les 10 canots par jour (fig. 11 et 12). La méthode de pêche est traditionnellement celle utilisée autour de l'île de La Réunion : canots en dérive, moteur arrêté. De fréquents déplacements sont nécessaires afin de remonter le courant (de 0,5 à 1 nœud) et le vent et de rester sur les fonds de pêche, ceci particulièrement sur les accores très abrupts.



FIG. 10 et 11. — Canot utilisé pour la pêche sur le banc de Saya de Malha (en haut). Canot avec sa pêche avant le transbordement du poisson sur le navire-mère « Mascareignes II » (en bas).

Les requins sont en densité variable ; parfois très nombreux, ils obligent le patron du canot à chercher d'autres lieux de pêche. L'ensemble des embarcations travaille dans un rayon de 4 à 5 milles autour du navire-mère. A la fin de la journée, les canots sont embarqués sur le navire.

Le traitement du poisson.

L'équipage des canots effectue l'étripage des captures le midi et le soir, à chaque retour de

pêche (fig. 13). Les poissons sont vidés, débarassés de l'appareil branchial et de la vessie natatoire puis brossés intérieurement et extérieurement sous un filet d'eau. Ces opérations doivent être exécutées avec soin en raison de l'odeur forte des contenus stomacaux, « odeur de corail »,



FIG. 12. — Opération de transbordement du poisson.



FIG. 13. — Vue générale du pont du navire-mère au moment de la préparation du poisson.



FIG. 14. — Paniers de capitaines.

persistante, et de la présence sur le péritoine de quelques nématodes parasites et de capsules noires (kystes larvaires de vers parasites). Les poissons sont ensuite entreposés dans des paniers de 40 kg dans la salle de travail, avant d'être congelés (fig. 14).

La congélation est faite dans quatre tunnels à air pulsé à -40°C , les poissons étant disposés sur des plateaux inoxydables et leur forme conservée dans la mesure du possible de façon à ce qu'ils soient présentables pour la vente. Les congélateurs sont chargés le matin vers 13 h 00 puis vidés vers 19 h 00 ; la pêche de l'après-midi est traitée de 21 h 00 à 04 h 00.

Toutes ces opérations sont faites avec beaucoup de soins et, malgré la température ambiante élevée, le produit vendu à La Réunion est d'excellente qualité, tant par sa présentation que du point de vue organoleptique.

Structure de la population exploitée.

Structure de la population exploitée.

On a repéré sur la figure 15 les modes principaux correspondant aux classes de taille les plus abondantes (avril 1968 : 30 cm, janvier 1971 : 28 cm, janvier 1972 : 29 cm, décembre 1972 (E) : 28 cm, décembre 1972 (SO) : 33 cm).

La diminution de la taille modale est confirmée par l'évolution de la taille moyenne de ces mêmes échantillons.

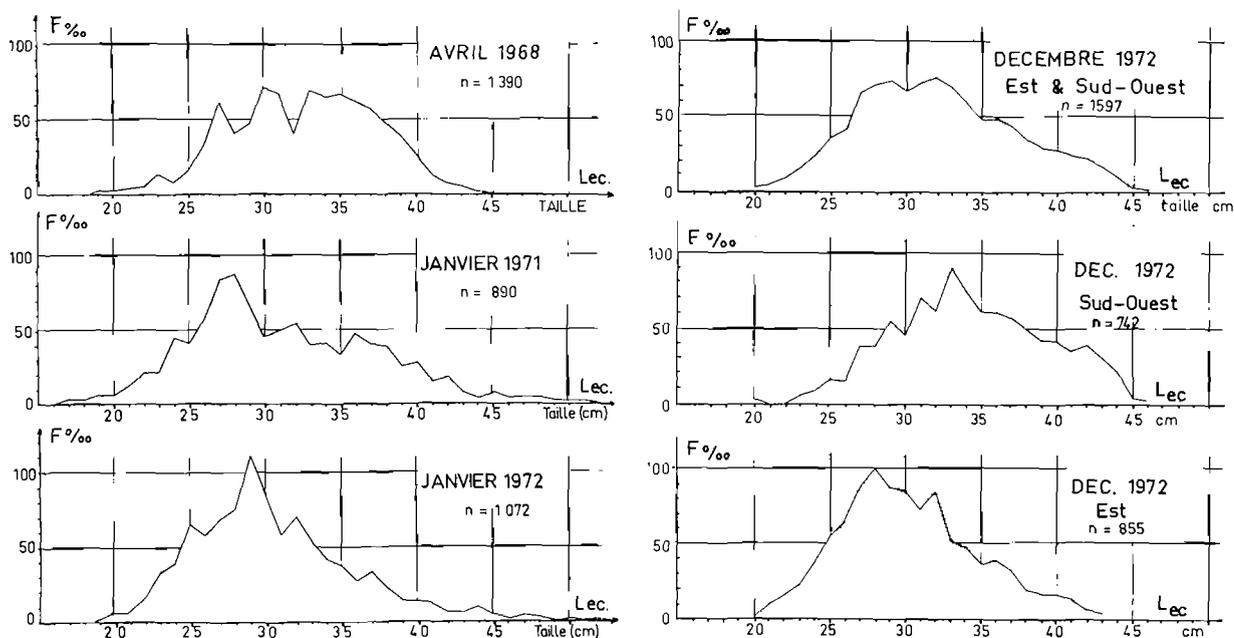


FIG. 15. — Polygones des fréquences relatives des classes de taille de l'ensemble mâles et femelles pour les trois années étudiées. Les tailles sont exprimées en cm et mesurées à l'échancrure caudale.

L'allure générale des courbes de fréquence de taille traduit également les modifications de la structure de la population sous l'effet de la pêche : le polygone des fréquences relatives, sensiblement symétrique en 1968, devient nettement asymétrique pour les autres années, en se creusant au niveau des tailles supérieures à la taille modale.

De janvier 1971 à janvier 1972, la fréquence des poissons de huit ans d'âge est passée de 3,7 % à 1,4 %, à comparer avec la fréquence correspondante du mode principal de 7,4 % en 1971 et de 9 % en 1972.

Les résultats des mensurations effectuées sur les prélèvements de décembre 1972 dans le secteur sud-ouest sont cependant très différentes de ceux obtenus à la même époque dans le

Handwritten note:
 La fréquence de 1,4 % correspond à la fréquence de 1,4 % en 1971 et de 9 % en 1972.

secteur Est (fig. 3) et très comparables à ceux d'avril 1968. Dans ces deux cas, il s'agit d'une fraction peu ou pas exploitée de la population de l'ensemble du banc : en effet, alors que le banc du Nord était fréquenté pour la première fois, en avril 1968, par le « Mascareignes II », ce n'est qu'en décembre 1972 que ce même navire découvrait une sous-population jusqu'alors totalement exempte de toute pêche sur la partie orientale. Ceci met en évidence le caractère hétérogène de la population des léthrinidés sur les bancs de Saya de Malha : ce stock semble composé de groupes de poissons très sédentaires, isolés les uns des autres malgré les faibles distances qui les séparent. Chaque groupe peut être ainsi partiellement affecté par la pêche et ne se reconstitue que lentement par l'arrivée de nouveaux individus, grâce au recrutement des jeunes et à des migrations de faible amplitude. Toutefois, cet isolement n'est vraisemblablement effectif que pour la phase de vie subadulte et adulte du poisson, le recrutement des nouvelles générations se faisant certainement à partir de la population globale des bancs, problème qui ne pourrait être résolu que par l'étude écologique des larves de léthrinidés, que nous n'avons pas encore abordée.

Cette hypothèse semble confirmée par les observations des pêcheurs professionnels qui doivent répartir l'effort de pêche d'une même campagne en différents points des hauts fonds afin de maintenir un taux de capture quotidien moyen de 4 tonnes par jours ; les déplacements du navire-mère d'un jour de pêche à l'autre sont de l'ordre de quelques dizaines de milles au maximum.

Quoiqu'il en soit, cette hétérogénéité ne porte que sur des petites fractions de la population totale et, par conséquent, ne devrait pas modifier de manière sensible les résultats de l'estimation de stock qui sera abordée plus loin. A titre d'exemple, le « groupe » de poissons exploité par le « Mascareignes II » en décembre 1972 par $10^{\circ} 51' S$ et $61^{\circ} 52' E$ a fourni environ 60 tonnes en 13 jours, délai à l'issue duquel le navire a dû se déplacer pour chercher d'autres lieux de pêche.

Méthode d'étude du stock exploitable.

Les données sur les captures et l'effort n'existant que depuis 1967, époque de mise en exploitation de la pêcherie, et les informations sur l'activité des navires mauriciens étant par ailleurs incomplètes, nous avons préféré utiliser le modèle biologique proposé par BEVERTON et HOLT (1957) pour estimer le potentiel de production de *capitaine*. En effet, cette méthode d'étude permet de se dispenser, dans une certaine mesure, des valeurs des efforts de pêche et des captures annuelles, ces renseignements n'étant nécessaires que pour rapporter la production d'une année particulière à la production maximale calculée.

Les paramètres à définir sont : le poids limite (W_{∞}), les âges de sélection et de recrutement et les coefficients de mortalité naturelle et de mortalité par pêche.

Estimation du poids limite.

Le poids limite a été estimé lors de l'étude de la croissance de *L. enigmaticus* : $W_{\infty} = 3\,723$ g.

Age de recrutement et âge moyen de sélection.

La connaissance de l'âge de recrutement dans la pêcherie n'a d'importance que lorsque celui-ci se situe au-dessus ou au niveau de la gamme de sélection de l'engin de pêche. *Lethrinus enigmaticus* est un poisson sédentaire, démersal, très vraisemblablement né dans la pêcherie et donc susceptible d'être capturé à tout âge. En outre, l'expérience prouve que des individus de petite taille sont assez fréquemment pêchés, ce qui laisse penser que la sélection résultant de l'emploi de la ligne à main et de la taille des hameçons détermine presque exclusivement l'âge de capture. On peut donc poser : $t_c = t_r$ avec $t_c =$ âge moyen de sélection et $t_r =$ âge moyen de recrutement.

En l'absence de données sur la sélection opérée par les hameçons sur le *capitaine* ou sur une espèce proche dans les régions tropicales, la seule manière possible d'estimation de t_c se réfère au polygone des fréquences des tailles capturées.

On admettra que les poissons sont graduellement atteints par la technique de pêche jusqu'à un âge ou une taille au-delà desquels aucune sélection n'intervient plus. Cet âge limite peut être

assimilé à la taille modale relevée sur chaque groupe de mensurations et l'âge moyen de sélection à l'âge ou à la taille dont l'abondance sera moitié celle du mode principal. Ceci revient à supposer que tous les poissons d'âge inférieur à t_c ne sont pas capturés et que tous les autres sont retenus et subissent la pleine mortalité par pêche.

Le calcul de t_c a été fait pour chaque échantillon de 1968 à 1972 à partir des fréquences relatives cumulées de la taille minimale pêchée jusqu'à la taille modale :

avril 1968	.....	$l_c = 29,5$ cm	$t_c = 4,4$ ans
janvier 1971	....	$l_c = 25,5$ cm	$t_c = 3,3$ ans
janvier 1972	....	$l_c = 26,5$ cm	$t_c = 3,6$ ans
décembre 1972 (E)		$l_c = 25,5$ cm	$t_c = 3,3$ ans
décembre 1972			
(SO)	.....	$l_c = 30$ cm	$t_c = 4,6$ ans

Coefficient de mortalité naturelle « M ».

Les prélèvements et observations effectués pour le présent travail ne permettent pas une estimation directe du coefficient de mortalité naturelle, aussi nous avons tenté de l'évaluer indirectement à partir de la connaissance du coefficient de mortalité totale « Z ».

On sait que Z peut être obtenu en comparant l'abondance d'une même classe d'âge à des intervalles de temps connus ou, par extension, en comparant l'abondance de classes d'âge successives sur un échantillon donné en un moment quelconque :

$$N_{t+1}^{x+1} = N_x^t e^{-Z}$$

(intervalle d'une année, cas d'une même classe d'âge)

ou

$$N_{t+1}^{x+1} = N_x^t e^{-Z}$$

(cas de classes d'âge successives)

avec N_x^t : nombre d'individus de la classe d'âge x au moment t .

Nous avons retenu la deuxième méthode puisque nous ne possédons des informations sur l'abondance des classes d'âge que pour deux années consécutives et que les échantillonnages ont été réalisés en des points différents de la zone de pêche.

Afin d'éviter de répartir les valeurs des fréquences relatives en classes d'âge dont les limites sont peu précises, il nous a semblé plus sûr de calculer pour chaque longueur à l'échancrure caudale l'âge correspondant tiré de l'équation de croissance :

$$t = t_0 + \frac{1}{K} \text{Log} \frac{L_\infty - Lt}{L_\infty}$$

Les fréquences relatives sont aisément converties en valeurs d'abondance en calculant le logarithme népérien correspondant. Reportées sur un graphique en fonction de l'âge, ces valeurs permettent de tracer une droite de pente négative en ne prenant en compte que les données afférentes aux tailles supérieures à la taille modale ; l'équation de cette droite est la suivante :

$$\text{Log } N_{x+1} = \text{Log } N_0 - Z(t)$$

et Z est obtenu en calculant la relation de régression de $\text{Log } N_{x+1}$ sur (t) , âge, ce qui nous donne pour les différents échantillons :

avril 1968	.....	0,23 (de 5,5 à 8,4 ans)
janvier 1971	.....	0,23 (de 4,9 à 15 ans)
décembre 1972 (SO)	.	0,25 (de 5,5 à 8,9 ans)
janvier 1972	.....	0,52 (de 5,5 à 8,9 ans)
décembre 1972 (E)	..	0,43 (de 5,5 à 8,9 ans)

On remarque la similitude des pentes des courbes relatives à 1968, 1971 et 1972 (décembre SO) d'une part et à 1972 (janvier et décembre E) d'autre part traduisant apparemment deux niveaux d'exploitation ; de plus, sur la figure 16 on voit que la répartition des points de l'échan-

tillonnage de 1968 n'est pas assimilable à une droite mais qu'elle peut être divisée en deux groupes l'un de 5 à 8 ans avec une pente moyenne de 0,23 ($Z = 0,23$), l'autre de 8 à 12 ans avec $Z = 0,85$, ce qui laisse supposer une variation de la mortalité naturelle avec l'âge.

Dans le cas d'un faible effort de pêche, situation rencontrée en 1968 et en décembre 1972 (S.O.) on peut considérer que F , coefficient de mortalité par pêche, est peu différent de zéro, soit : $F \neq 0$ et comme $Z = F + M$ on a $M \approx Z = 0,2$.

De cette valeur approchée de M on déduit F pour les zones régulièrement fréquentées :

$$F = Z - M$$

$$F = 0,2 \text{ à } 0,3 \quad (Z = 0,4 \text{ à } 0,5)$$

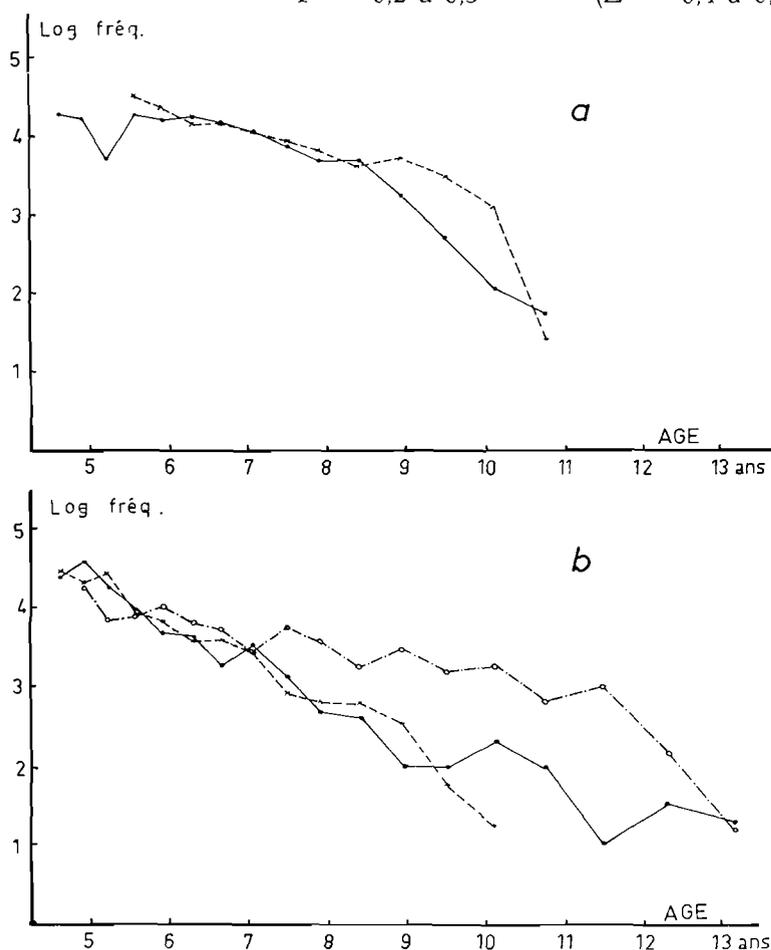


FIG. 16. — Variation de l'abondance des classes de taille pour chacun des échantillons examinés de 1968 à 1972; l'échelle de l'axe des abscisses a été directement établie en années d'âge. a) trait plein : échantillon en 1968, tirets : échantillon décembre 1972 (S.O.); b) points-tirets : échantillon 1971, trait plein : en janvier 1972. tirets : décembre 1972 (E).
et ST-BRANDON

Estimation des captures annuelles.

Les renseignements fournis par les sociétés d'armement se rapportent à la pêche effectuée sur les bancs de Saint-Brandon, de Nazareth et de Saya de Malha et comprennent pour environ 10 % d'espèces autres que le capitaine (lutjanidés, serranidés et carangidés). Ces informations sont présentées dans le tableau 7.

On voit que la capture maximale réalisée sur le banc de Saya de Malha se monte à 1 300-1 400 tonnes de capitaine, estimation que nous retiendrons pour la suite de l'étude.

Estimation du potentiel de production de la population.

L'expression du rendement par unité de recrutement établie par BEVERTON et HOLT (1957) est appliquée sous sa forme habituelle :

$$\frac{Y}{R} = F e^{M(t_c - t_r)} W_{\infty} \frac{\sum_{t_0}^n \bar{U}_n e^{-nK(t_c - t_0)}}{F + M + nK} (1 - e^{-(F + M + nK)(t_1 - t_c)})$$

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	ZONE
REUNION							
Capture (tonnes)	370	542	228	420	790	640	SAYA
effort (jours)	85	133	99	97	178	142	
MAURICE I							
Capture (tonnes)	—	194	49	—	57	55	DE
effort (jours)	—	40	14	—	17	19	
MAURICE II							
Capture (tonnes)	550	800	710	340	430	793	MALHA
effort (jours)	—	—	—	—	—	200 (estimé)	
Total	920	1 536	987	760	1 277	1 488	
Capture (tonnes)	—	304	476	694	521	545	NAZARETH
effort (jours)		75	136	245	128	143	
Capture (tonnes)		331	163	85	70	91	SAINT-BRANDON
effort (jours)		156	84	57	61	37	
Total capture NAZARETH et ST-BRANDON	—	635	639	779	591	636	
TOTAL		2 171	1 626	1 539	1 868	2 124	

Tabl. 7. — Prises et effort de pêche sur le banc de Saya de Malha, de Nazareth et de Saint-Brandon, de 1967 à 1972.

cette expression se simplifie si l'on considère que la différence $(t_1 - t_c)$ est suffisamment grande pour rendre le dernier terme exponentiel négligeable et que la différence $(t_c - t_r)$ est nulle puisque nous avons choisi $t_c = t_r$ rendant ainsi le premier terme exponentiel égal à l'unité.

La fonction Y/R a été calculée pour les valeurs de M , W_{∞} , t_0 définies plus haut avec F variant de 0 à 1 et t_c égal à 3,3 ans et 4,5 ans. Les courbes correspondantes sont tracées sur la figure 17, les valeurs remarquables de rendement apparaissent dans le tableau 8.

Interprétation.

La différence de niveau des deux courbes de rendement reflète l'évolution de la pêche depuis son début en 1967 : évolution marquée par le rajeunissement de l'âge moyen d'entrée dans

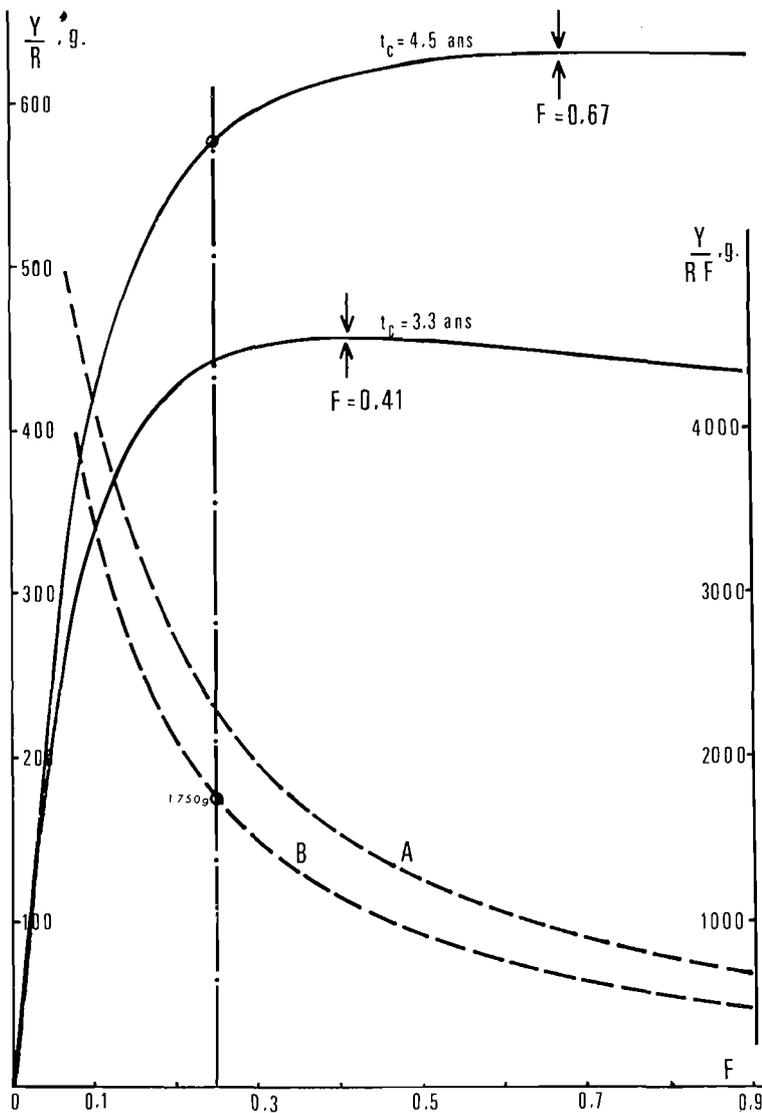


Fig. 17. — Courbe de rendement par unité de recrutement (Y/R) en fonction de la mortalité par pêche (F) pour deux $t_c = 4,5$ ans et $3,3$ ans. L'échelle de droite se rapporte aux courbes A et B qui expriment la variation en Y/RF , proportionnelle à la capture par unité d'effort en fonction de F (courbe A : valeur de Y/RF pour $t_c = 4,5$ ans, courbe B : pour $t_c = 3,3$ ans). La situation de l'année 1972 est matérialisée par la droite parallèle à l'axe des ordonnées et tracée pour $F = 0,25$ qui coupe la courbe B avec $Y/RF = 1750 \text{ g}$.

les prises et par la décroissance de la valeur maximale de Y/R , rendement pondéral de la population dans un rapport de 1,4, de 628 g à 456,5 g.

Dans le cas de $t_c = 3,3$ ans, correspondant à l'état de la majeure partie du stock exploité on constate que $F = 0,2$ à $0,3$ est proche du niveau optimal de pêche obtenu pour $F = 0,4$ et

que le gain de production résultant de cette augmentation possible de l'effort de pêche est très faible : de l'ordre de 1 à 7 % des captures faites en 1972. Il en résulterait une réduction de la capture par unité d'effort (courbe Y/RF) de 37 %. Cette évolution ne semble donc pas rentable dans les conditions actuelles d'exploitation des navires.

En rapportant les valeurs des rendements aux estimations de la capture totale et de la prise quotidienne il devient possible d'évaluer certains coefficients utiles pour l'interprétation pratique de cette analyse. Nous prendrons comme hypothèses F moyen = 0,25 ; t_c = 3,3 ans ; Y/R = 445 g ; Y = 1 400 tonnes (prise totale des navires réunionnais et mauriciens).

		Y/R _e	Y/RF _e	f/jours	R	Y	C.p.u.e en tonnes/jour de pêche
t _c = 3,3 ans	F _{opt} = 0,41	456,55	1.113	585	3,1.10 ⁶	1.415 ^t	2,4
	F ₇₂ = 0,25	443,13	1.772	360	»	1.373	3,8
t _c = 4,5 ans	F _{opt} = 0,67	628,09	937,45	857	»	1.947	2,0
	F ₇₂ = 0,25	576,04	2.304	360	»	1.785	4,9
t _c = 4,9 ans	F _{opt} = 0,8	698,14	872,68	1.143	»	2.164	1,9
	F = 0,4	674,9	1.687	571	»	2.092	3,6

Tabl. 8. — Résultats de l'étude du stock de *L. enigmaticus* : valeurs remarquables de Y/R, Y/RF et estimations de Y, R et f.

a) Estimation du recrutement annuel.

de $Y/R = 445$ g et $Y = 1,4.10^9$ g nous tirons : $R = 3,1.10^6$.

b) Estimation du rapport $q = \frac{F}{f}$ (f = effort annuel effectif de pêche)

$$\frac{Y}{RF} = \frac{445}{3,1.10^6 \times 0,25} = \frac{Y}{Rqf} = \frac{1}{R} \times \frac{1}{q} \times \text{c.p.u.e.}$$

$$\text{d'où } q = \frac{3,1.10^6 \times 1750}{1} \times \text{c.p.u.e.}$$

La prise par unité d'effort, c'est-à-dire par jou effectif de pêche, est estimé pour cette période à 4 tonnes, soit $q = 0,0007$.

c) Estimation de « f ».

$$\text{de } f = \frac{F}{q} \text{ on tire } f = \frac{0,25}{0,0007} = 357 \text{ unités d'effort ;}$$

soit sensiblement $f = 360$ jours/an.

En 1972, le « Mascareignes II », le « CIAP » et l'un des navires mauriciens ont effectué 161 jours de pêche sur le banc de Saya de Malha pour une capture totale de 695 tonnes ; il reste donc 790 tonnes capturées par l'autre navire mauricien avec un effort de 360-160 soit 200 jours effectifs de pêche et une prise par unité d'effort de 3,9 tonnes par jour. Cette estimation de l'effort du navire mauricien est acceptable si l'on considère que sur une période de douze mois d'activité cette unité effectue de 8 à 12 campagnes (information fournie par l'armement).

Estimation de la prise maximale.

Dans le cas où t_c conserve sa valeur présente de 3,3 ans, le rendement pondéral maximum

atteint 456,5 g pour $F = 0,41$, ce qui nous donne, exprimé en tonnage par an et en jours de pêche par an : $Y = 456,5 \times 3,1 \cdot 10^6$; $Y = 1\,415$ tonnes

et $f = \frac{F}{q} = \frac{0,41}{0,0007}$; $f = 585$ jours.

L'augmentation de la production est donc négligeable pour un accroissement de l'effort total de pêche de 63 %.

L'étude des variations simultanées de Y/R , Y/RF et t_c montre que tout en conservant une prise par unité d'effort (proportionnelle à Y/RF) comprise entre 3 et 4 tonnes/jour on peut espérer obtenir une augmentation de la production annuelle en portant l'âge d'entrée dans les prises à 4,9 ans ; dans ces conditions la capture totale serait de l'ordre de 2 000 tonnes pour $F = 0,4$ soit $f = 570$ jours/an. Il serait donc intéressant et profitable pour la pêche de tenter de relever la taille moyenne de sélection par l'utilisation d'hameçons de plus fort calibre.

Cette solution nous semble par conséquent optimale puisqu'elle amène une augmentation de 40 % environ de la production annuelle tout en offrant éventuellement la possibilité de mettre en service une unité supplémentaire capable de pêcher 600 tonnes de poissons par an, à raison de 3,5 tonnes par jour de pêche.

Discussion et conclusion générale.

Malgré le caractère incomplet des données utilisées dans cette étude, nous avons tenté de définir les principaux aspects de la biologie de *Lethrinus enigmaticus*. De nombreux points restent obscurs en particulier le phénomène de la reproduction qui, bien que situé dans le temps, au début de l'été austral, n'a pas pu être examiné de manière précise (fécondité, écologie des larves), ou encore l'écologie des adultes. Cependant, l'étude de la croissance basée sur l'observation des annuli formés sur les écailles, ceci malgré la faible variation de la température des eaux, a fourni des résultats intéressants en démontrant la longévité de cette espèce associée à un taux de croissance faible.

Le coefficient de mortalité naturelle fait également l'objet d'une approximation mais la valeur de 0,2 retenue dans ce travail rentre dans la gamme de variation de ce coefficient estimé sur de nombreuses espèces d'un poids moyen et limite semblables à ceux de *L. enigmaticus* (URSIN, 1967).

Le rapport de l'aire effectivement fréquentée par les navires de pêche à la surface non pêchée doit être pris en compte pour l'évaluation de la production possible de ce stock, en particulier lorsqu'il s'agit d'une espèce sédentaire comme le capitaine. Dans le cas des bancs de Saya de Malha, ce rapport est de 2,8 soit 1 700 milles nautiques carré pour la zone pêchée et 600 milles nautiques carré pour le reste du banc, à l'intérieur de l'isobathe des 50 mètres. Cette proportion n'introduit pas de modification sensible de l'allure générale de la courbe de rendement par unité de recrutement (BEVERTON et HOLT, 1957). Nous savons, par le témoignage des pêcheurs professionnels, que ces 600 milles nautiques carré n'offrent que peu d'intérêt : le poisson y est rare et les taux de capture ne dépassent pas quelques centaines de kilogrammes par jour. Ceci confirme d'ailleurs les essais effectués par WHEELER en 1948-1949.

La zone de pêche est elle-même réduite en comparaison de l'estimation faite par ce même auteur (4 450 milles nautiques carré) et en certains lieux elle ne fait que 6 à 8 milles de large sur 40 à 60 milles de longueur (flanc Est par $10^{\circ}30' S$).

Le comportement très sédentaire des léthrinidés limite le nombre d'individus par unité de surface et contribue à la lenteur du repeuplement d'une région pêchée intensivement au cours d'une même marée ou de deux campagnes consécutives. Les valeurs des captures maximales et optimales semblent donc être confirmées par la pratique de cette pêche d'une part et par la biologie de l'espèce d'autre part.

Nous avons présenté dans le tableau 7 les captures réalisées sur les deux autres fonds de Saint-Brandon et Nazareth, d'après les informations communiquées par les dirigeants de la Raphaël Fishing Co. de Maurice. Les espèces sont les mêmes que sur Saya de Malha avec une dominance

générale des léthrinidés dans les apports. Cette similitude ainsi que la proximité géographique amènent à étendre les conclusions relatives à la population de Saya de Malha aux stocks exploités sur ces bancs. En outre, des essais de pêche effectués par le « Mascareignes II » très récemment, ont donné des taux de capture quotidiens inférieurs à ceux réalisés sur Saya de Malha indiquant par conséquent une plus faible densité de poisson.

La prise totale sur ces trois hauts fonds se monte à 2 130 tonnes, toutes espèces comprises, soit approximativement 2 000 tonnes de capitaine. On peut considérer que ce chiffre représente la production maximale réalisable dans les conditions actuelles, et qu'une augmentation substantielle des prises ne peut être obtenue que si un effort est fait pour relever la taille moyenne d'entrée dans les prises, ce qui porterait la prise totale à 2 900 tonnes environ, soit un accroissement de 43 %.

Nous tenons à assurer les responsables des sociétés d'armement réunionnais, Armement des Mascareignes et Compagnie Industrielle d'Armement et de Pêche, ainsi que les commandants des navires de nos remerciements pour l'aide qu'ils nous ont apporté lors de nos embarquements sur le « Marascareignes II » et le « CIAP ». Nous remercions également les dirigeants des sociétés mauriciennes Limuria Fishing Co. et Raphaël Fishing Co. pour leur collaboration en cette occasion.

BIBLIOGRAPHIE

- BERRY (F.-H.), 1964. — The spotted jack crevalle, *Caranx melampygus* in the Eastern Pacific. — *Calif. Fish Game*, **51** (1), p. 28-36.
- BEVERTON (R.-J.-H.) et HOLT (S.-J.), 1957. — On the dynamics of exploited fish populations. — *Fish. Invest.*, Londres, **19** (ser II), 533 p., bibl.
- BUCHANAN-WOLLASTON (H.-J.) et HODGSON (W.-C.), 1929. — A new method of treating frequency curves in fisheries statistics with some results. — *J. Cons.*, **4**, p. 207-225.
- CASSIE (R.-M.), 1950. — The analysis of polymodal frequency distributions by the probability paper method. — *N.Z. Sci. Rev.*, n° 8, p. 89-91.
- DE SYLVA (D.-P.), 1963. — Systematics and life history of the great barracuda, *Sphyræna barracuda* (WALBAUM). — *Stud. Trop. Océanogr.*, Miami, **1**, 179 p., 36 fig.,
- DICKIE (L.-M.), 1971. — On relations between fishing and long term yield. — O.C.D.E., FI/T, **1** (10).
- FOURMANOIR (P.) et GUEZE (P.), 1963. — Les poissons de La Réunion. — *Mém. Inst. sci. Madagascar*, 6 vol.
- FOWLER (H.-W.), 1941. — Contribution to the biology of the Philippine archipelago and adjacent regions. — *U.S. nat. Mus., Bull.*, **100** (13), 821 p., 30 fig.
- GULLAND (J.-A.), 1968. — The concept of the maximum sustainable yield and fishery management. — *FAO, Fish. Biol. techn. Pap.*, n° 70, 13 p.
- 1968. — Manual of method for fish stocks assesment. Part 1: Fish population analysis. — *Ibid.*, n° 40 (2), 97 p.
- MOE (M.-A.), 1969. — Biology of the red-grouper, *Epinephelus morio* (VAL), from the eastern Gulf of Mexico. — *Florida Depart. nat. Res., Prof. Pap.*, n° 10.
- MOLLER (J.-C.), 1971. — Paramètres utilisés pour mesurer l'effort de pêche. — O.C.D.E., FI/T (71), 1, 18.
- MORICE (J.), 1965. — Catalogue descriptif des poissons vénéneux du banc de Saint-Barthélemy (Antilles françaises). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **29** (1), 130 p., 25 fig., bibl.
- PELLA (J.-J.) et TOMLINSON (P.K.). — A generalized stock production model. — *Bull. Inter Amer. trop. Tuna Com.*, **13** (3), p. 421-458.
- ROSA (H.) Jr, 1962. — Preparation of sysopses on the biology of living aquatic organisms. — *FAO, Fish. Biol. Synops.*, n° 1.
- SCHAEFER (M.-B.), 1954. — Fisheries dynamics and the concept of maximum equilibrium catch. — *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 6th annual session, sept. 1954 (reprint).
- 1957. — A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Océan. — *Bull. Inter Amer. trop. Tuna Com.*, **2** (6), p. 247-285, bibl.

- SCHULTZ (C.-L.), 1953. — Fishes of the Marshall and Marianas islands. — *U.S. nat. Mus., Bull.*, **202** (1-2), 685 p., 74 pl., 90 fig., bibl.
- SMITH (C.-L.), 1965. — The patterns of sexuality and the classification of serranid fishes. — *Novitates*, n° 2207, p. 1-20, 12 fig.
- SMITH (J.-L.-B.), 1950. — The sea fishes of South Africa. — Central News Agency Ltd, edit., 1965. CAPE TOWN.
— 1959. — Fishes of the family Lethrinidae from the western Indian ocean. — *Ichthyol. Bull., Depart. Ichthyol., Rhodes Univ.*, n° 17.
- SMITH (J.-L.-B.) et SMITH (M.-N.), 1963. — The fishes of Seychelles. — *Depart. Ichthyol., Rhodes, Univ. Edit.*, Grahamstown, 215 p., 98 pl.
- SNEDECOR (G.-W.) et COCHRAN (W.-G.), 1969. — Statistical methods. — The Iowa, *State Univ. Press*, Ames, IOWA, U.S.A., 6^e édit., 593 p.
- URSIN (E.), 1967. — A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration and mortality. — *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **24** (11).
- WEBER (M.), DE BEAUFORT (L.-F.) et BRIGGS (J.-C.), 1911 à 1962. — The fishes of the Indo-Australian archipelago. — E.-J. BRILL, Edit. LEIDEN, vol. 1 à 11, fig. et bibl.
- WHEELER (J.-F.-G.), 1961. — The genus *Lethrinus* in the western Indian ocean. — *Col. Off. Fish. Publ.*, **15**, p. 1-47, bibl., pl.
- WHEELER (J.-F.-G.) et OMMANEY (F.-D.), 1953. — Report on the Mauritius, Seychelles fisheries survey, 1948-1949. — *Coll. Off. Fish. Publ.*, **1** (3), 145 p., 5 pl. couleurs, 32 fig., bibl.