

MATURITE SEXUELLE, FECONDITE ET SEX-RATIO DU LISTAO
(KATSUWONUS PELAMIS L.) DES COTES D'AFRIQUE DE L'OUEST (20°N-0°N)
ETUDIES A PARTIR DES DEBARQUEMENTS THONIERS (1977 à 1979),
AU PORT DE DAKAR (SENEGAL)

par

P. CAYRE (1)

R E S U M E

Un échantillon de 2 452 listaos recueillis au port de Dakar de juin 1977 à décembre 1979, permet de préciser certaines caractéristiques liées à la reproduction de l'espèce dans la région. Une échelle de maturité à 6 stades est utilisée. L'étude du sex ratio montre une proportion identique de mâles et de femelles dans l'intervalle de taille observé (35-70 cm). La fécondité apparaît comme très variable à l'intérieur d'une même classe de taille ; elle augmenterait avec la taille bien qu'aucune relation nette n'apparaisse. Aucun lieu ni saison de ponte bien délimités, propres à l'ensemble de l'espèce dans la région, n'apparaissent ; la maturation des gonades et la ponte seraient déclenchés au niveau de chaque banc indépendamment par la rencontre de conditions hydrologiques favorables. La taille à la première maturité (L_{50}) se situerait aux alentours de 44 cm chez les femelles et serait légèrement supérieure pour les mâles : 46 cm

S U M M A R Y

A sample of 2452 skipjack tunas (*Katsuwonus pelamis*) was collected in the landings of Dakar, from June 1977 to December 1979. The study of this sample permitted to specify some typical points of the reproductive habits of

(1) Océanographe biologiste de l'ORSTOM, en poste au Centre de Recherches océanographiques de Dakar Thiaroye B.P. 2241, Dakar (Sénégal).

the specie in the western part of the Tropical Atlantic (0°-22°N).

A maturity scale with 6 stages was used. Sex-ratio study shows that between the observed lengths of the sample (35 to 70 cm), there is no difference in the proportion of both sex. The fecundity appears to be highly variable inside a same centimeter size class ; fecundity seems to be proportional to the size of the fish, but the relationship is not very clear (high variability). The whole specie in the area doesn't seem to have a quite well defined spawning area or spawning period. Sexual maturation and spawning could be induced, independently for each school when the school encounter propitious hydrological conditions. Size at first maturity (L_{50}) appears to be 44 cm (fork length) for females, and to be larger for males : 46 cm.

I N T R O D U C T I O N

Le listao (*Katsuwonus pelamis*) représente une part importante (environ 7 000 tonnes par an) des débarquements d'une pêcherie thonière basée au port de Dakar et constituée d'une trentaine de petits canneurs et de 3 senneurs. D'importantes quantités de listao (environ 15 000 tonnes par an), pêchées par la flottille thonière internationale opérant dans la région, transitent également par Dakar.

Tous les aspects biologiques liés au sexe et à la reproduction sont encore très mal connus particulièrement dans cette partie de l'Atlantique tropical ; les travaux de POSTEL (1955) et de SIMMONS (1969), menés à partir de listaos provenant de la région, portent sur des échantillons de faible importance numérique, recueillis durant de courtes périodes. D'autres travaux plus complets ont été menés mais dans la partie ouest de l'Atlantique (BATTS, 1972).

Le but de cette étude portant sur des échantillons recueillis durant 3 années est de faire le point sur la reproduction de l'espèce et ses particularités, afin d'orienter l'important travail qui sera à mener sous l'égide de l'ICCAT⁽¹⁾=(CICATA) au cours du Programme international de recherche sur le listao (1979-1983).

I . M A T E R I E L E T M E T H O D E

1.1. ECHANTILLONNAGE

Entre les mois de juin 1977 et décembre 1979, un échantillon global de 2 452 listaos dont le sexe a été déterminé, a régulièrement été prélevé chaque mois. La distribution de fréquence de taille globale de ces listaos (fig.1),

(1) International commission for the conservation of atlantic tunas.
ou Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique.

montre que la gamme de taille observée va de LF = 35 à LF = 68 cm. Les gonades ont été prélevées et traitées selon les modalités décrites plus bas, sur 2 340 individus de l'échantillon ; les effectifs et distributions de fréquence de taille, par sexe, de ces échantillons sont indiqués dans le tableau I. Pour le prélèvement de chaque échantillon, une distribution de fréquence de taille globale (mesure de la longueur à la fourche; LF, en centimètres) de la prise était d'abord dressée, puis 1 ou 2 individus par classe de taille de 1 cm étaient sélectionnés pour cette étude et pesés à \pm 50 g près ; les gonades étaient ensuite prélevées.

Les lieux de pêche de l'ensemble de ces listaos ont été divisés en quatre zones (fig.2), et le nombre d'individus correspondant à chaque zone indiqué au tableau VI.

1.2. TRAITEMENT DES GONADES

Après que le sexe ait été déterminé, les gonades sont débarassées de leur tissus conjonctif et pesées à 0,1 g près. Les deux indices : Rapport gonadosomatique (R.G.S.) et index gonadosomatique (I.G.S.) sont alors calculés pour chaque individu.

$$R.G.S. = \frac{P.G.}{P} \times 100$$

P.G. = poids des gonades en g
P = poids total du poisson en g.

$$I.G.S. = \frac{P.G.}{L^3} \times 10^5$$

P.G. = poids des gonades en g
L = longueur à la fourche en cm.

Un sous échantillon (150 à 300 mg) était prélevé dans la partie médiane des gonades femelles et pesé à 0,1 mg près avant d'être mis dans un pillulier contenant du liquide de Gilson, qui a la propriété de libérer les ovocytes du stroma ovarien.

2 . E C H E L L E M A C R O S C O P I Q U E D E M A T U R I T E S E X U E L L E

Une échelle de maturité à 6 stades, similaire à celles décrites par (BATTI (1972) et STEQUERT (1976), a été mise au point et utilisée pour ce travail. Indéterminés (I) = STADE 0 : Les gonades se présentent sous la forme de minces rubans, le sexe n'est pas identifiable à l'oeil nu.

STADE I : Le sexe est identifiable bien que les gonades soient toujours très minces

- Femelles : gonades roses pâles, translucides, de forme allongée et subcylindrique.
- Mâles : Gonades très minces et aplaties en forme de ruban, l'artère testiculaire est cependant bien visible dans la partie médiane.

STADE II - Femelles : C'est le stade comprenant le tout début de la maturation et également la période de repos sexuel. Les gonades sont toujours de forme subcylindrique et de couleur rose à beige. Une légère vascularisation commence à être visible à leur surface. Aucun ovocyte n'est visible en transparence.

- Mâles : L'artère testiculaire est bien visible, les gonades sont plus épaisses (section en forme de croissant), et de couleur blanchâtre.

STADE III - Femelles: Les ovocytes sont visibles par transparence de la paroi ovarienne. Gonades bien développées, à ce stade la maturation est bien avancée ; la vascularisation est bien étendue.

- Mâles : Gonades bien développées, de couleur blanchâtre; Une légère piqûre dans leur épaisseur suivie d'une pression, fait sortir un peu de liquide spermatique.

STADE IV - Femelles: C'est le stade de maturité ultime précédant la ponte, voire le stade de ponte lui-même. Les gonades sont à leur taille maximum : les ovocytes, très visibles, sont translucides. Une pression sur un ovaire à ce stade fait sortir les ovocytes de l'ovaire comme s'il s'agissait d'une ponte.

- Mâles : Ici aussi les gonades ont atteint leur taille maximum ; des rougeurs peuvent être visibles à leur surface. Une simple pression fait jaillir le liquide seminal ; ce dernier s'écoule parfois seul et on peut l'observer sur les poissons in toto.

STADE V - Femelles: C'est le stade qui suit la ponte, l'aspect des gonades peut être très variable selon que la ponte a eu lieu récemment (aspect de sacs vides très vascularisés) ou qu'elle remonte à un certain temps.

L'aspect varie aussi selon que l'individu se prépare à une nouvelle maturation (aspect de stade 3) ou qu'il entre en repos sexuel.

- Mâles : Mêmes remarques que pour les femelles ; les gonades sont flasques et rougeâtres, avec un peu de liquide seminal non évacué si l'émission spermatique a eu lieu très récemment.

Les stades macroscopiques de la maturation, n'ont d'intérêt que pour faire des observations rapides et grossières sur le terrain. Les limites, entre les différents stades sont assez floues, ainsi en est-il de la fin du stade III et du début du stade IV ; le stade 5, sauf dans quelques cas rares que nous avons observés, se confond facilement avec un stade III ; à l'intérieur du stade II lui-même, les poissons en état de repos sexuel ou de tout début de maturation ne sont pas discernables. Enfin il est pratiquement impossible chez les mâles, et difficile chez les femelles de distinguer les gonades de poissons matures qui seraient en état de repos sexuel, de celles d'immatures.

3 . EVOLUTION DE LA TAILLE DES OVOCYTES ET MATURATION

3.1. METHODE

Les sous échantillons de gonades placés dans le liquide de Gilson, ont leurs ovocytes bien dissociés après 15 jours à 1 mois d'agitation quotidienne des pilluliers. Un prélèvement en est fait à l'aide d'une pipette et les diamètres de 250 à 300 ovocytes sont alors mesurés sous loupe binoculaire à l'aide d'un micromètre oculaire.

3.2. REDUCTION DE TAILLE DES OVOCYTES DANS LE LIQUIDE DE GILSON

Le liquide de Gilson, outre son pouvoir dissociant, a pour propriété de réduire la taille des ovocytes qui y ont été plongés. Afin de connaître l'effet "réducteur" du Gilson, 41 ovocytes ont été prélevés et mesurés frais avant d'être isolés dans 41 pilluliers contenant du liquide de Gilson. Des nouvelles mensurations de leur diamètre, sont faites après 15 jours et 1 mois de séjour dans le liquide de Gilson. Les réductions de taille observées sont représentées (fig.3), et les équations des droites de régressions calculées : après 15 jours dans le Gilson :

$$d_{15} = 0,776 d_0 + 17,751 \quad n = 41 \quad r_1 = 0,977$$

$$d_{30} = 0,766 d_0 + 15,788 \quad n = 40 \quad r_2 = 0,978$$

avec d_0 = diamètre frais en microns (μ)

d_{15} et d_{30} = diamètre (μ) après 15 jours et 1 mois de séjour dans le liquide de Gilson.

La réduction de taille des ovocytes due au liquide de Gilson, se fait dès les 15 premiers jours ; il n'y a, par la suite, pas de gros changements de taille, excepté pour les ovocytes de grande taille dont le volume diminue encore légèrement au delà de 15 jours de séjour.

3.3. DISTRIBUTION DE FREQUENCE DE TAILLE DES OVOCYTES DANS L'OVAIRE

Les distributions de fréquences de tailles des ovocytes de 453 femelles à différents stades de maturité ont été établies. Beaucoup de gonades étaient en stade 1 ou 2, parmi celles-ci, nous n'en avons retenues que 100 pour tracer la distribution de fréquence de taille moyenne des ovocytes correspondant aux ovaires de ce stade de maturation (fig.4). Les distributions de fréquence de taille correspondant aux stades 2 (début de maturation), 3, 4 et 5 ont été établies à partir, respectivement de : 54, 42, 54, et 6 individus. Les RGS et IGS moyens correspondant ainsi que les intervalles des valeurs observées sont données (fig.4).

STADE I : Ont été sélectionnés ici tous les individus ne présentant aucun signe de maturation. Tous les ovocytes représentent le stock de réserve de l'ovaire. Ce type de distribution, correspond aussi bien à de jeunes femelles qui ne se sont encore jamais reproduites, qu'à des femelles matures en état de repos sexuel. Le diamètre modal des ovocytes est alors d'environ : 80 microns.

Compte tenu de la réduction de taille des ovocytes de cette taille dans le Gilson, la valeur réelle reste voisine de 80 microns.

STADE II - C'est le début de la maturation, on peut rencontrer à ce stade des distributions de fréquences de tailles des ovocytes à 1 mode (200μ) ou déjà 2 modes (200μ et 260μ), soit en valeur réelle, correction faite de la réduction due au liquide de Gilson : 245μ et 325μ .

STADE III - On retrouve ici les valeurs modales observées au stade 2, un nouveau mode apparaît à 320μ (soit 402μ en valeur réelle), parfois suivi d'un certain nombre d'ovocytes dont la mode se situe vers 365μ ($=460\mu$) et qui peut être d'importance variable. En fait c'est ce mode qui au stade 4 va se détacher des autres.

STADE IV - On retrouve les trois modes décrits au stade 3, le troisième mode légèrement décalé vers les plus grandes tailles: 350μ au lieu de 320μ ; enfin le dernier mode, caractéristique de ce stade, se détache nettement des autres, sa position est variable selon l'état de maturité des individus; la valeur modale la plus élevée que nous ayons observées étant de 550μ (soit 700μ de taille réelle). Ce sont les ovocytes constituant ce dernier mode, qui seront comptés pour déterminer la fécondité. Ce stade de ponte est sûrement très fugace; d'après différents auteurs, la taille des oeufs au moment de la ponte serait d'environ 1 mm de diamètre (Brock 1954, YOSHIDA, 1966, STEQUERT, 1976).

STADE V - Nous n'avons retenu que 6 individus, dont le stade 5 était particulièrement typique pour tracer cet histogramme.

A ce stade on retrouve souvent les 3 modes décrits au stade 3; leur position et surtout leur importance pouvant varier d'un individu à l'autre. Parfois, comme cela est représenté sur la figure 4, on rencontre des ovocytes remanant en voie de dégénérescence et de grande taille; ce sont les "laissés pour compte" de la ponte précédente.

4 . E V O L U T I O N A N N U E L L E D E L ' E T A T D E M A T U R I T E

L'état de maturité est bien décrit par l'un ou l'autre des deux indices : rapport gonadosomatique (RGS) et index gonadosomatique (IGS), dont nous avons exposé le mode de calcul précédemment.

4.1. VARIATIONS MENSUELLES DU RAPPORT GONADOSOMATIQUE (R.G.S.)

Les variations moyennes mensuelles du RGS des femelles et des mâles (fig.5 et 6) pour toute la période d'étude, ne montrent aucune tendance, ni périodicité d'apparition de fortes valeurs du RGS moyen. Il n'apparaît donc pas de saison de ponte bien marquée.

Le niveau critique du RGS, défini ici comme étant la valeur du RGS au delà de laquelle 60 % des individus sont au stade de préponte, a été calculée à partir des distributions de fréquences de tailles des ovocytes de 376 gonades femelles (CAYRE, P. 1980). Cette valeur, qui est de 1,5 a été tracée sur la figure 5. On remarque que seuls les RGS de quelques individus, répartis sans périodicité particulière au cours des trois années d'observation, atteignent ou dépassent cette valeur critique. La forte valeur moyenne du RGS observée en Mars 1979 provient d'individus exclusivement pêchés en zone 4 ; Tous les échantillons de ce mois proviennent en effet de cette zone.

Un examen de détail des mois où des valeurs élevées du RGS sont observées en nombre suffisant, montre que durant un même mois deux échantillons pêchés à des dates rapprochées sur des bancs distincts mais dans des zones très voisines, peuvent être à des stades de maturité totalement différents. Pour illustrer ceci nous mentionnerons le cas d'échantillons prélevés en Mai 1978 et en Mai 1979.

Date de pêche	Position	Engin	$\overline{\text{RGS}} \sigma$	$\overline{\text{RGS}} \varphi$	$\overline{\text{RGS}} \sigma + \varphi$	$\overline{\text{LF}}$ (cm)
01 mai 78	14°00N-18°00W	Senne	0,070 (n=14)	0,346 (n=10)	0,185 (n=28)	46
05 mai 78	13°02N-18°05W	Senne	1,629 (n=16)	1,759 (n= 6)	1,664 (n=22)	48
03 mai 79	13°50N-18°10W	Canne	0,218 (n=19)	0,682 (n=15)	0,423 (n=34)	50
06 mai 79	09°15N-21°10W	Canne	1,661 (n=15)	2,705 (n=17)	2,216 (n=32)	50

TABLEAU II.- Comparaison de l'état de maturité d'échantillons pêchés à des dates et en des lieux voisins.

Ces échantillons présentaient des distributions de fréquences de tailles similaires.

4.2. VARIATIONS MENSUELLES DE L'INDEX GONADOSOMATIQUE (IGS)

Ces variations sont représentées sur la figure 7. Les observations que l'on peut faire sont identiques à celles faites pour les variations du RGS. Le niveau critique de l'IGS, déterminé comme celui du RGS, est de 1,5. Près de 99 % (98,6 %) des poissons au stade préponte observés à Dakar, ont leur IGS supérieur à cette valeur.

4.3. HYPOTHESE SUR LES MODALITES DE LA REPRODUCTION, ZONES ET TEMPERATURES FAVORABLES.

Les grandes différences d'état de maturité d'échantillons pêchés simultanément en un même lieu, mentionnées plus haut amèneraient à penser que les lieux et dates de ponte sont propres à chaque banc. Le processus de maturation et de ponte se dérouleraient très rapidement après le stade II ; les individus pourraient rester bloqués à ce stade jusqu'à ce que le banc rencontre des conditions hydrologiques (température, salinité, transparence, oxygène etc...) particulières, favorables à la ponte.

On ne peut donc parler de saison, où de lieu de ponte au sens courant du terme (i.e. tous les individus de l'espèce se reproduisant dans des strates spatio-temporelles bien définies). Il existerait cependant des zones plus favorables que

d'autres à la rencontre des conditions hydrologiques nécessaires à la reproduction du listao. La zone la plus généralement prospectée par la pêche thonière dakaroise n'en serait pas une ; par contre tous les échantillons provenant de pêches effectuées dans la zone 4 (fig.2) pendant une période allant de janvier à avril, comptaient des individus arrivés à maturité. Nous n'avons eu hélas, que trop peu d'échantillons provenant de cette zone pour préciser ce point.

Des individus en reproduction ont également été observés autour des îles au Cap Vert (zone 1), pendant les mois de juin à octobre.

Aussi bien en zone 4 qu'en zone 1 (Cap-Vert), les poissons en état de maturation avancée ont été pêchés dans des eaux dont la température était supérieure à 26°C.

5 . F E C O N D I T E

5.1. METHODE

Par le terme "fécondité" nous désignons en fait la "fécondité partielle individuelle" définie lors du groupe de travail sur la reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée (Dakar, novembre 1977) comme étant : "le nombre d'ovocytes du dernier mode présents dans l'ovaire au stade de préonte (juste avant que l'émission commence". Cette fécondité ne tient donc pas compte du fait que plusieurs pontes successives puissent se produire.

Pour déterminer cette fécondité des sous échantillons étaient prélevés dans la gonade selon le processus décrit au paragraphe 1.2.; après établissement de la distribution de fréquence de taille des diamètres des ovocytes, si un mode se détachait des autres (stade 4), tous les ovocytes constituant ce dernier mode étaient comptés après répartition de l'échantillon dans une cuve de DOLLFUS.

La fécondité est ensuite calculée selon la formule :

$$F = \frac{n \times P.G.}{p}$$

avec F = fécondité partielle individuelle (nb.d'oeufs)

n = nombre d'ovocytes du mode le plus avancé

P.G = poids total de la paire de gonades (mg)

p = poids du fragment d'ovaire pris comme sous échantillon (mg)

5.2. RESULTATS

La fécondité de 71 individus a été calculée et mise en relation avec la taille (LF) et le poids total du corps (P). Les relations linéaires calculées entre la fécondité et chacun de ces deux paramètres n'ont pas grande signification étant donné l'allure générale des graphes des fig. 8 et 9 ; il existe cependant une corrélation significative dans les deux cas, même si ces coefficients de corrélation sont faibles :

- Relation fécondité (F en millier d'oeufs) - Longueur (LF en cm)

$$F = 17,277 \text{ LF} - 536,642 \quad \text{avec } r = 0,499$$

- Relation fécondité (F en millier d'oeufs) - Poids total (P, en g)

$$F = 83,747 \text{ LF} + 102,045 \quad \text{avec } r = 0,509$$

Une relation plus nette existe par contre entre la fécondité et le poids des gonades (P.G. en g), fig. 10 ; à savoir :

$$F = 5450,83 \text{ P.G} - 116046.05 \quad \text{avec } r = 0.880$$

Afin de comprendre les importantes variations de la fécondité correspondant à des poissons d'une taille et d'un poids donnés, nous avons essayé d'appliquer différents paramètres explicatifs tels que le lieu ou la date de pêche ; aucun de ces deux paramètres n'a pu apporter d'explication à ces variations étant donné le petit nombre d'individus murs dont nous disposons. De semblables variations dans la fécondité ont été signalées par BATTIS (1972) pour les listaos présents dans les eaux de Caroline du nord, sans qu'aucune explication puisse en être donnée.

Nous nous contenterons donc de dire que la fécondité partielle individuelle (F) des listaos dont la taille (LF) va de 43 à 65 cm, varie de 100.000 à 900.000 oeufs, et que cette fécondité semble augmenter avec la taille.

Un autre paramètre intéressant est la fécondité relative (F_r), il représente le nombre d'oeufs par gramme de poids d'un individu :

$$F_r = \frac{F}{P} ; \quad \begin{array}{l} F = \text{fécondité partielle individuelle} \\ P = \text{Poids total de l'individu, en g.} \end{array}$$

Il apparaît (fig.11) qu'il n'y a pas chez le listao, du moins dans l'intervalle de taille observé, de relation entre la fécondité relative et la taille.

Le coefficient de corrélation est très faible ($r = 0.171$) et la pente $b = -1.729$ de la relation liant les deux paramètres n'est pas significativement différente de 0. Le nombre d'oeufs par gramme de poids du corps semble donc constant quelque soit la taille de l'individu.

6 . T A I L L E A L A P R E M I E R E M A T U R I T E

Etant donné que nous n'avons pu mettre en évidence ni saison ni lieu de ponte bien individualisés, le faible nombre d'échantillons dont les gonades sont en état de maturation bien visible (stade III) se trouve dispersé dans le temps et dans l'espace parmi l'ensemble de nos échantillons. Il est heureux que les poissons en maturation fassent en général partie d'un même banc et se trouvent ainsi regroupés parmi quelques échantillons seulement.

Pour déterminer la taille à la première maturité sexuelle, nous aurions pu utiliser l'ensemble de nos données si la différence macroscopique entre les stades d'immature (stade I) et de repos sexuel ou de début de maturation (stade II) avait été bien nette ; comme cela n'est pas le cas, notamment chez les mâles, nous avons additionné les échantillons parmi lesquels une proportion importante

(>40 %) d'individus, étaient au stade III et déterminé les pourcentages d'individus matures par classe de taille (Tabl.III).

LF (cm)	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	35	45	55	56	57	58
♂	immatures		1	4	3	3	2	2	2	6	3	6	5	2	4	4	2	2	1	3	2	1	0
	matures						1	1	2	5	2	6	7	8	5	10	10	10	6	12	10	10	31
	% matures	-	-	0	0	0	0	33	33	50	45	40	50	58	80	56	71	83	83	86	80	83	91
♀	immatures	2	2	1	2	6	6	4	6	7	2	2	2	2	0	1	2	2	1				0
	matures	0	0	0	0	0	1	2	3	6	6	5	7	6	5	10	9	7	11	┌───68───┐			
	% matures	0	0	0	0	0	14	33	33	46	75	71	78	75	100	90	82	78	92	┌───100───┐			

TABLEAU III.- Nombre de mâles et de femelles de listao immatures et matures et proportion d'individus matures.

La longueur correspondant à 50 % d'individus matures (L_{50}) a été adoptée comme taille à la première maturité, et déterminée sur le graphe (fig.12) tracé en utilisant une moyenne mobile.

La taille à la première maturité est de 44 cm pour les femelles, et de 46 cm pour les mâles. La taille à la première maturité plus élevée chez les mâles correspond bien aux observations qui ont été faites sur les gonades au cours de ces trois années. Ces tailles à la première maturité sont inférieures de celles décrites par BATTIS (1972) en Caroline du nord : 50 cm, en utilisant le même critère : L_{50} ; d'autres auteurs (ORANGE, 1961), signalent des tailles à la première maturité (L_{50}) encore supérieures : 55 cm, mais ils ne sélectionnent pas, pour déterminer ce point, les échantillons contenant une majorité de listaos en période de maturation, ce qui explique ces tailles élevées. D'ailleurs la plus part des auteurs décrivent également des "tailles minimum" à la première maturité, qui sont très voisines des nôtres ; mâles : 42 cm; femelles : 41 cm; ORANGE (1961) Pacifique : 40-45 cm; YOSHIDA (1964) îles marquises : 43 cm; BATTIS (1972) Atlantique nord-ouest : 43,5-45,5 cm; STEQUERT (1976) Océan Indien : 41-43 cm; SIMMONS (1969) Atlantique tropical : 43,5 cm.

Etant donné le comportement reproducteur très particulier du listao, suggéré ici, nous pensons que pour déterminer la taille (L_{50}) à la première maturité, il est nécessaire de sélectionner les échantillons contenant effectivement une majorité de poissons en période de reproduction ; sans cette sélection seules les "tailles minimum" à la première maturité peuvent être déterminées, les tailles L_{50} étant alors surestimées.

7 . S E X - R A T I O

Le sex ratio (rapport du nombre de mâles à celui des femelles) est de 0.953 pour l'ensemble de la population échantillonnée ; ce nombre ainsi que les proportions annuelles des différents sexes (tabl. IV) sembleraient indiquer un léger surnombre des femelles. Cependant, il faut prendre en compte le fait qu'au début

de cette étude, le manque d'expérience a pu amener à classer comme indéterminés des jeunes mâles immatures. La légère dominance des femelles ne serait alors pas significative.

Année	mâles		femelles		indéterminés	
	n	%	n	%	n	%
1977	180	46,15	204	52,30	6	1,54
1978	548	48,20	551	48,46	38	3,34
1979	433	46,76	463	50,00	30	3,23
T O T A L	1161	47,33	1218	49,65	74	3,02

TABLEAU IV.- Proportions annuelles des sexes dans la population échantillonnée.

La proportion de mâles (calculée sans tenir compte des indéterminés) correspondant aux différentes tailles (fig.13) ne présente aucune tendance à la prédominance d'un sexe ou de l'autre, quelque soit la taille. Etant donné le petit nombre de poissons de taille supérieure à 60 cm (n=54), nous avons regroupé ces derniers sur le graphe (fig.13).

D'autre part afin d'observer l'évolution de la proportion de mâles au delà de 60 cm, nous avons ajouté à nos données trop peu nombreuses, celles déjà recueillies en 1980 ; l'échantillon se présente alors comme suit :

LF (cm)	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	N _T
nb	22	12	14	6	4	5	2	1	1	1	1	69
nb	18	18	8	5	6	3	3	0	3	0	0	64

On y dénombre 69 mâles (51,9 %) et 64 femelles (48,1 %) ; il en ressort que sur l'ensemble de la fraction de population échantillonnée pour cette étude, laquelle comprend des listaos de LF = 35 à LF = 70 cm, on n'observe aucune différence significative dans les proportions de mâles et de femelles. ORANGE (1961) ne signale d'ailleurs un sex ratio en faveur des mâles que pour les poissons dont la taille (LF) dépasse 75 cm. En revanche STEQUERT (1976), observe que dans l'océan Indien, le sex-ratio évolue progressivement en faveur des mâles dès la taille de 55 cm.

Aucune différence de sex-ratio en relation avec l'engin de pêche n'a été observée.

Enfin, il n'apparaît pas non plus, d'après les données dont nous disposons, de variations dans la proportion des sexes (♂, ♀ et indéterminés), ni dans le temps (fig.14) ni dans l'espace à 4 zones tel que nous l'avons défini (tabl.V, VI et VII). (voir tableau ci-après).

ZONES	1	2	3	4
♂	53,85	45,03	49,07	56,25
♀	43,59	51,72	47,63	43,75
i	2,56	3,25	3,30	0,00
N _T	177	1479	697	160

TABLEAU V.- Proportion des sexes par zone et par année
(n=nombre total d'individus échantillonnés).

Il serait illusoire, avec le nombre de données utilisé ici, de vouloir descendre, pour chacune des 4 zones, à une échelle temporelle plus fine que le trimestre. On remarque qu'aucun individu de sexe indifférencié (stade 0), donc de petite taille, n'a été observé dans la zone 4 ; mais vu le faible nombre d'échantillons provenant de cette zone, nous ne saurions tirer de conclusions définitives à partir de cette observation.

C O N C L U S I O N

Le listao semble avoir un comportement reproducteur complexe et original. Il est probable vu la distribution de fréquence de taille des ovocytes dans les ovaires que cette espèce pondre plusieurs fois ou du moins ait une ponte fractionnée en plusieurs émissions d'oeufs. Ceci expliquerait en partie la forte variabilité de la fécondité chez des individus de taille identique ; ces derniers pouvant se trouver, au moment de leur capture, à des points différents de leur cycle de pontes, surtout s'ils ont été pêchés à des dates et en des lieux différents. Les conditions physico-chimiques et écologiques de l'environnement étant propres à chaque strate spatio-temporelle, il serait souhaitable de pouvoir étudier la reproduction du listao à partir de données précises permettant de travailler à l'échelle du banc.

Plusieurs aspects du comportement reproducteur restent à préciser ; seul un échantillonnage très complet tel que celui qui devrait être fait pendant la durée (1980-1981) du "Programme International de Recherches sur le Listao" mené sous l'égide de l'ICCAT, permettrait de préciser certains points de la biologie de la reproduction du listao.

R E M E R C I E M E N T S

Je tiens à exprimer ma gratitude aux personnes qui d'une manière ou d'une autre m'ont apporté leur aide pour la réalisation de cette note : Mr STEQUERT (chercheur ORSTOM), Melle SENE et Mr DIATTA (techniciens au CRODT), Mr LE CHAUVÉ (informaticien, Antenne ORSTOM-COB, Brest).

B I B L I O G R A P H I E

- ALBARET (J.J.), 1977.- La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le Golfe de Guinée. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 15(4) : 389-419.
- BAGENAL (T.B.), 1969.- The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L. of Fish Biology, 1(2) : 167-182.
- BAGENAL (T.B.), 1973.- Fish fecundity and its relations with stock and recruitment. Rapp. Proc. verb. Réunions C.I.E.M., 164 : 136-198.
- BAGENAL (T.B.) and BAUM (E.), 1971.- Eggs and early life history. in : Method for assessment of fish production in fresh waters. RICKER, W.E., (ed.), I.B.P. Handbook n°3 : 166 - 198.
- BATTS (B.S.), 1972.- Sexual maturity, fecundity and sex-ratios of the skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus) in North Carolina waters. Trans. of the Am. Fish. Soc. 101(4) : 626-637.
- CAYRE (P.), 1980.- Note sur les valeurs critiques du rapport gonado-somatique (IGS) du listao (*Katsuwonus pelamis*) et de leur utilisation pour la sélection d'échantillons de gonades. Rapp. int. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 22, 4 p.
- FONTANA (A.), 1969.- Etude de la maturité sexuelle des sardinelles, *Sardinella eba* (val.) et *Sardinella aurita* (Cuv. et val.) de la région de Pointe Noire. Cah. ORSTOM., sér. Océanogr., 7(2) : 101 - 114.
- FONTANA (A.) et FONTENEAU (A.), 1978.- Note sur les indices gonado-somatiques des albacores (*Thunnus albacares*) capturés à la senne et à la palangre dans le golfe de Guinée : hypothèse sur les déplacements verticaux de l'albacore. ICCAT, Recueil de documents scientifiques, 7(1) : 67-72.
- FONTANA (A.) et LE GUEN (J.C.), 1969.- Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudotolithus* (*Fonticulus*) *elongatus*. Cah. ORSTOM., sér. Océanogr., 7(3) : 9 - 19.
- FRADE (F.) et POSTEL (E.), 1955.- Contribution à l'étude de la reproduction des scombridés et thonidés de l'Atlantique tropical. Cons. Perm. int. Explor. Mer, Rapp. Proc. Verb., Réun. 137 : 33 - 35.
- ISRA-ORSTOM, 1979.- La reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée. Rapport du groupe de travail ISRA-ORSTOM (Dakar, 7 - 12 novembre 1977), 213 p.
- JOSEPH (J.), 1963.- Fecundity of yellowfin tuna (*T. albacares*) and skipjack (*K. pelamis*) from the eastern Pacific Ocean. IATTC Bull. 7(4) : 255 - 292.
- KIPLING (C.) and FROST (W.E.), 1969.- Variations in the fecundity of Pike *Esox lucius* L. in Windermere. of Fish Biology, 1(3) : 221 - 237.
- KLAWE (W.L.), 1962.- Observations on the spawning of four species of tunas (*Neothunnus macropterus*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* and *Euthynnus lineatus*) in the Eastern Pacific Ocean based on the distribution of their larvae and juveniles. IATTC Bull., 6(9) : 449-514.

- KNUDSEN (Ph.), 1977.- Spawning of yellowfin tuna and the discrimination of sub-populations. ICCAT Bull. 17(2) : 119 - 169.
- KUME (S.) and JOSEPH (J.), 1966.- Size composition, growth and sexual maturity of Bigeye tuna, *Thunnus obesus* (Lowe), from the Japanese longline fishery in the eastern Pacific Ocean. IATTC Bull. 11(2) : 47 - 75.
- MONTOLIO (M.A.) et JUAREZ (M.), 1976.- Estimado preliminar de la población en desove del bonito (*K.pelamis*) en el Caribe occidental. Cuba ; Revista de Investigaciones 2(3) : 267 - 276.
- ORANGE (C.J.), 1961.- Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern tropical Pacific, as inferred from studies of gonad development. IATTC Bull. 5(6) : 457 - 502.
- POSTEL (E.), 1955.- La bonite à ventre rayé (*Katsuwonus pelamis*) dans la région du Cap-Vert. Bull. Inst. fr. Afr. Noire, Tome 18, sér. 1 (4) : 1202 - 1214.
- SCHAEFER (M.B.) and ORANGE (C.J.), 1956.- Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*N.macropterus*) and skipjack (*K.pelamis*) in three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. IATTC Bull. 1(6) : 281 - 349.
- SHARP (G.D.), DIZON (A.E.), 1978.- The physiological ecology of tunas. Academic Press : 485 p.
- SIMMONS (D.C.), 1969.- Maturity and spawning of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the Atlantic Ocean, with comments on nematode infestation of the ovaries. U.S. Fish. Wildl. Serv., spec. sci. Rep., Fish, 580, 17 p.
- STEQUERT (B.), 1976.- Etude de la maturité sexuelle, la ponte et de la fécondité du listao (*Katsuwonus pelamis*) de la côte nord-ouest de Madagascar. Cah. ORSTOM., sér. Océanogr., 14(3) : 227-247.
- WYDOSKI, RICHARD (S.) and COOPER (E.L.), 1966.- Maturation and fecundity of brook-trout from infertile streams. J. of Fish. Res. Board of Canada, 23(5) : 623 - 649.
- YOSHIDA (H.O.), 1964.- Skipjack tuna spawning in the Marquesas Islands and Tuamotu archipelago. Fish. Bull. 65(2) 1479-488.

TABLEAU 1 : DISTRIBUTIONS DE FREQUENCES DE TAILLE MENSUELLES DES LISTAOS (MÂLES, FEMELLES ET IMMATURES) DONT LES GONADES ONT ÉTÉ PRÉLEVÉES.

ANNEE	1977																		1978 .../...											
	6			7			8			9			10			11			12			2			4					
MOIS	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i			
LF (cm)	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i
35																														
36																														
37																														
38																														
39																														
40																														
41																														
42																														
43	1			1		2	5			3	1		2	1		2	2				1	2			4	3				
44	1	1		2	2	1	1			3	2		2	2		2	2				1	2			2	4				
45	2	1		1	3	4				2	2			1		4	1				1	1			4	2				
46	1			1	2		3			2	1		2	3		1					2	1			2	1				
47	1	1		1	2	2	5			2	2		2	1		3					2	1			2	1				
48	2	3			1	1	2			1	3		5	1		1		1	1		1	2			5	3				
49	3	4		1	1	1	1			1	1		3	1		1		1	1		2	1			2	5				
50	1	1		2	3	4	2			2			2	3								2			3	1				
51	1	1		1	1	1					1		1	1		1					3	2			5	1				
52	1				2	3							2	1		1		1				2			2	1				
53	1	3		1	1		2				1		1	5								2			1	1				
54	1	2		1	1					1	2		1	2		1		1	1							3				
55		1		1			1				1		1	2				1	1							3				
56	2			1	3		1				1		3	1				1	1							3				
57	1	2			2	2	1						1	2				2	1			1			1	1				
58					1						1		1														1			
59						1													1											
60													2					1												
61																		1												
62																		1												
63											1																			
TOTAL	19	20	0	15	25	0	31	29	0	22	18	0	27	33	0	13	25	6	10	6	0	14	10	0	37	36	0			

MOIS	5			6			7			8			9			10			11			12			1			
	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	
33																												
34																												
35																												
36																												
37																												
38		1																										
39				1			1			1			1			1												
40	2	1					1			1			1			1												
41	1	3		2	1	1	2			3			2			3												
42		2		1	2		3			7			9			3												
43	2	2		1	3		3			7			2			4			1		1							
44	2	1		3	3		9			6	10		6			4												
45	2	2		6	4		4			4	8	1	3			9			4									
46	5			2	6		6			8	7		4			4			3									
47	3	2		5	1		9			5	3		9			5			2									
48	4	2		5	5		11	12		3	5		4			2			2									
49	3	3		1	9		3			5			2			3			5									
50	4	1		4	4		6			3			1			4			3									
51	4	1		4	9		4			2			4			3			8									
52	6			5	3		4			5			4			2			3									
53	3	1		4	3		4			4			6			5			8									
54	2			2	7		1			1			3			3			6									
55	1	1		1	2					3			1			5			8									
56		2		1	3								2			3			3									
57	2				1					2			2			1			3									
58	1			2			1						1			1			1									
59					2								1			2			2									
60																1			2									
61										1						2			2									
62				2	1											1			1									
63																												
64																												
65																												
66				1																								
TOTAL	47	25	6	53	69	1	72	93	8	75	70	12	81	79	4	87	74	4	33	25	1	51	63	2	14	16	1	

TABLEAU I (suite)

ANNEE		1979 (suite)																										
MOIS	2			3			5			6			7			8			9			10			11			
LF (cm)	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	♂	♀	i	
35																												1
36																												1
37					1														1							2	1	5
38				1																		1	1	1		1	2	5
39				1			1	1				2			2				1		2			1	1	2	2	1
40				1	2		1	2	1			2						2		1	2	2	2	3	1	3	3	1
41				1			2	1		2	2	2						2		2		2	2		2	2	2	
42				1	1		3	2			2	2	1	3		1		2		3	4	1	4		2	2	3	
43				1	1		3	1		2	5		3	3	1				4	4		2	5		4	3	3	
44				1	1		1	4		3	4		2	2		1			4	1		5	1		1	5	5	
45		1		1	2		4	3		4	3		3	2		2			3	5		3	5		3	4	4	
46	1				4		5			2	3		2	1		3			3	3		4	2		2	4	4	
47	1	2		3	1		4	4		6	4		3	3		2			3	6		5	1		3	3	3	
48	2			3	1		4	6		4	4		3	4		1			3	6		3	3		3	3	5	
49	1	1		5			2	3		2			1	3		1			3	4		1	4		3	1	1	
50	1	2			2		3	4		6	3		3	5		1			3	8		5	1		2	3	3	
51	3				3		2	7		2	6		3	1		3			5	1		4	3		1	1	1	
52	2			3			5	3		3	6		2	3		2			2	4		3	2		1	2	2	
53	2			2	2		3	5		6	4		2	3		2			4	2		4	2		3	3	3	
54	1	1		2	1		3	3		2	3		2	4		1			3	8		5	2			3	2	
55	2			2	1		5	4		3	4		2	1		1			1	5			1		2	2	2	
56	1	1		4			4	3		2	4		3	2		1			4	1		3	2		3	1	1	
57		1		2	2		2	3		3	4		1	2		2			3	3		2	1		2	1	1	
58				2			1	1		3	1			4		3			2	1		1			1	1	1	
59	2	2		1	1		2			3	2					1			2	3			1			1	1	
60				1	1						1		2	1					1	3		1				1	1	
61				2							1								1	2		1	1				1	
62				1	1			1		2									2	2						1		
63				1						2	1								2	1								
64					2					2	1									1								
65					1																							
66				1																								
67				1																								
68				1																								
TOTAL	19	11	0	45	31	0	60	61	1	64	66	6	36	47	3	26	56	3	63	83	5	57	37	3	35	52	8	

TABLEAU I (suite)

ZONES	1	2	3	4
1 Trim. 77	-	-	-	-
2 "	-	46,55 (n=59)	-	-
3 "	-	48,50 (n=200)	-	-
4 "	34,48 (n=29)	40,00 (n=75)	-	55,56 (n=27)
1 Ttim. 78	-	-	41,38 (n=29)	-
2 "	53,57 (n=28)	46,62 (n=148)	54,08 (n=98)	-
3 "	65,52 (n=29)	45,63 (n=423)	39,02 (n=41)	-
4 "	-	46,15 (n=52)	51,04 (n=288)	-
1 Trim. 79	-	-	45,16 (n=31)	59,81 (n=107)
2 "	63,33 (n=30)	46,10 (n=154)	47,92 (n=48)	42,31 (n=26)
3 "	-	40,86 (n=301)	45,71 (n=35)	-
4 "	-	46,27 (n=67)	48,03 (n=127)	-

TABLEAU VI : Proportions de mâles par zone et par trimestre
(n = nombre total d'individus échantillonnés).

ZONES	1	2	3	4
1 Trim. 77	-	-	-	-
2 "	-	0,00 (n=0)	-	-
3 "	-	0,00 (n=0)	-	-
4 "	10,34 (n=3)	4,00 (n=3)	-	0,00 (n=0)
1 Trim. 78	-	-	0,00 (n=0)	-
"	0,00 (n=0)	2,70 (n=4)	3,06 (n=3)	-
"	0,00 (n=0)	4,96 (n=21)	7,32 (n=3)	-
"	-	0,00 (n=0)	2,43 (n=7)	-
1 Trim. 79	-	-	3,23 (n=1)	0,00 (n=0)
"	0,00 (n=0)	4,55 (n=7)	0,00 (n=0)	0,00 (n=0)
"	-	3,32 (n=10)	2,86 (n=1)	-
"	-	4,48 (n=3)	6,30 (n=8)	-

TABLEAU VII : Proportions (%) et nombres (n) d'indéterminés par zone et par trimestre.

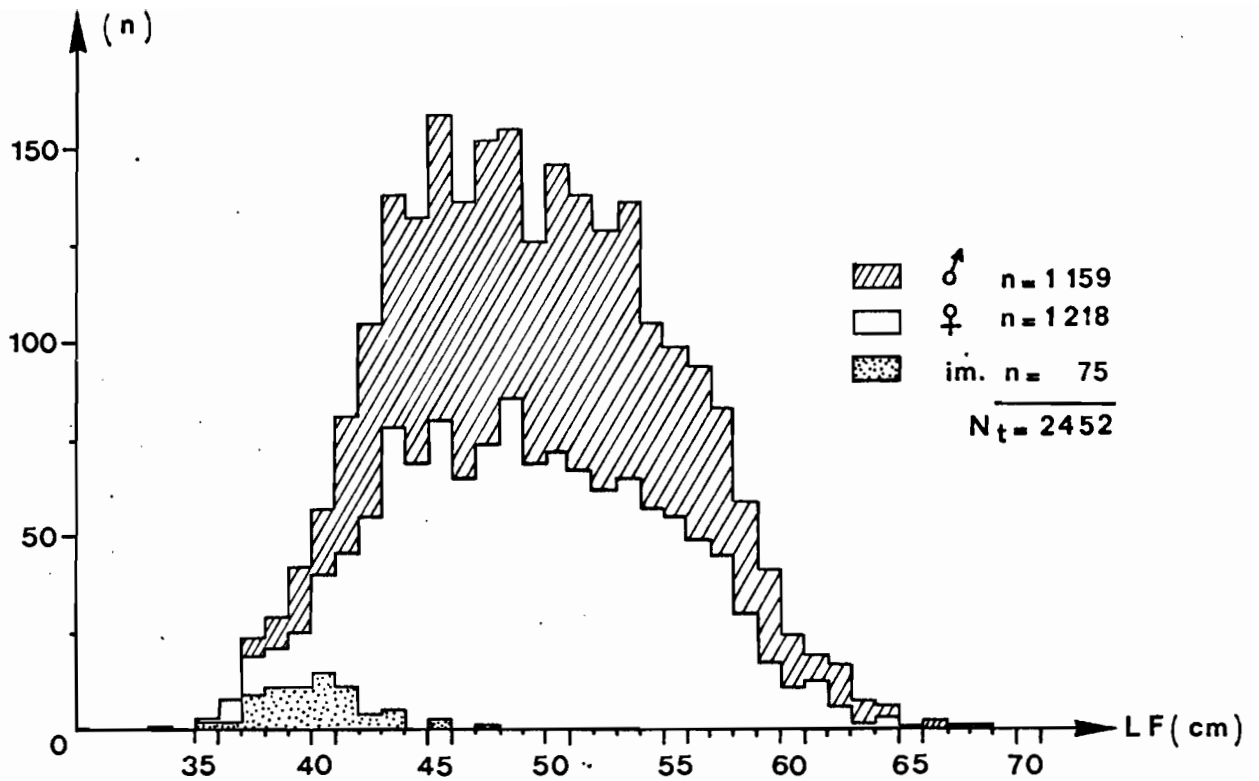


Fig.1.- Distribution de fréquence de taille des listaos (♂, ♀ et immatures) utilisés dans cette étude.

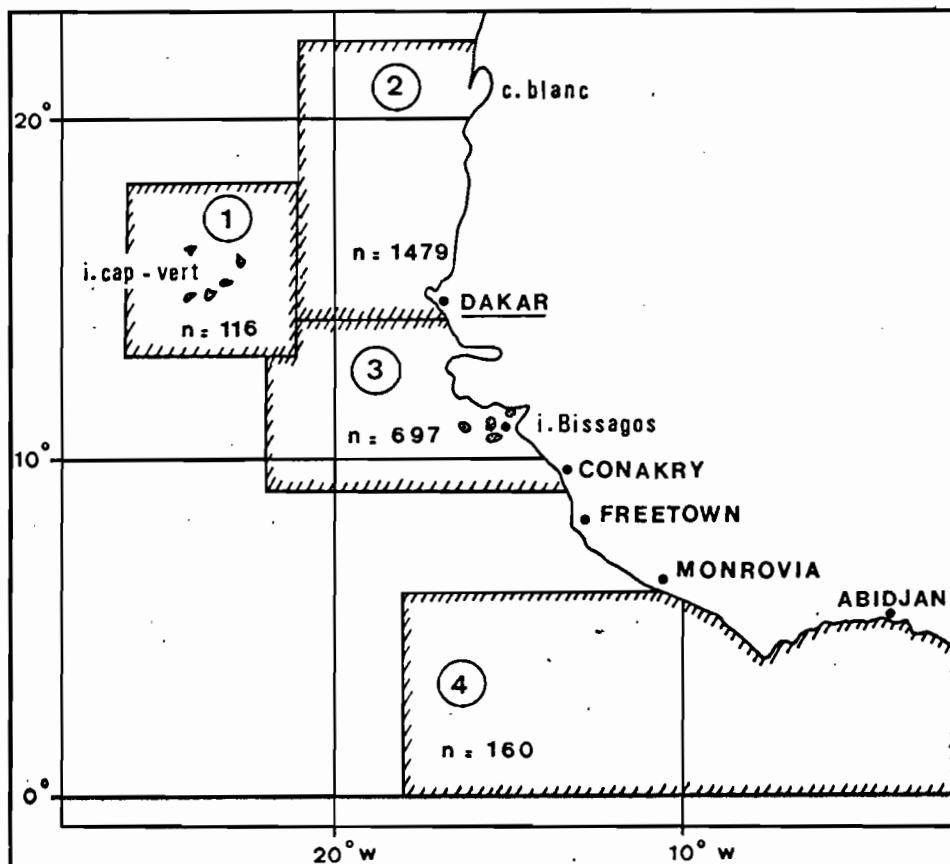


Fig.2.- Aires géographiques de provenance des échantillons

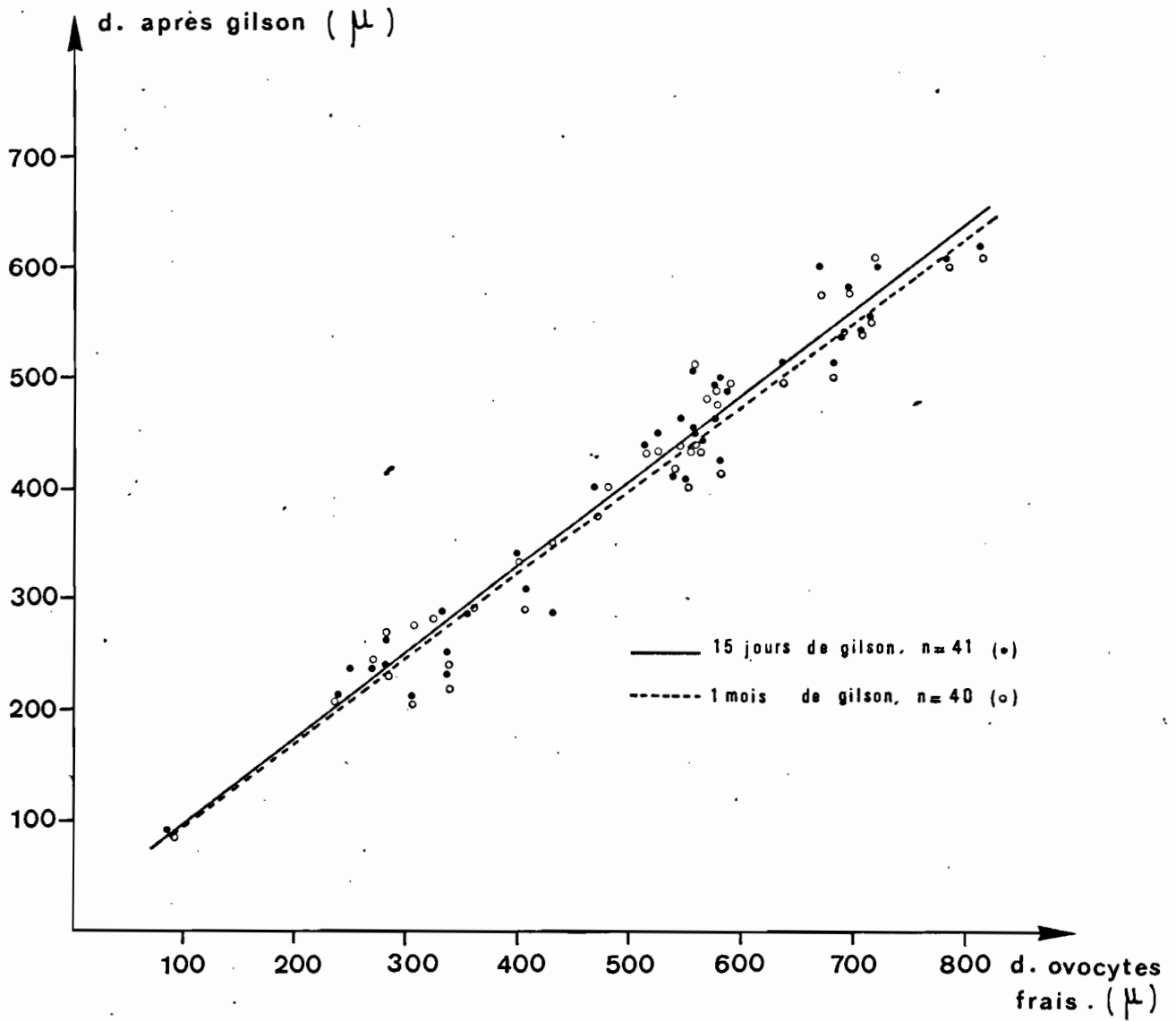


Fig.3.- Réduction du diamètre des ovocytes (x) après séjour dans le liquide de Gilson (y) de : (•) 15 jours et (○) 1 mois.

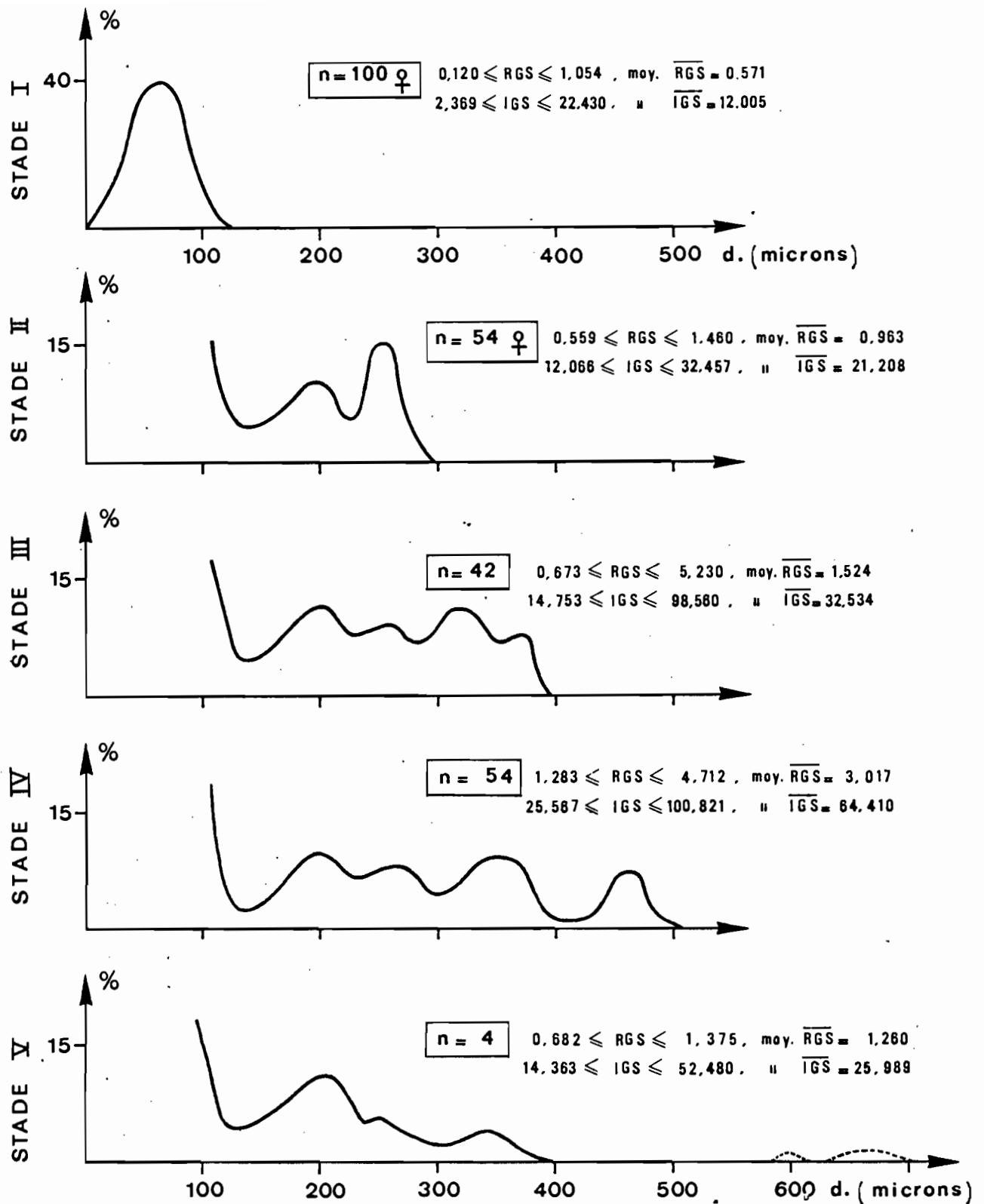


Fig.4.- Distribution de fréquence de taille des ovocytes (après séjour dans le Gilson) correspondant aux différents stades de maturation.

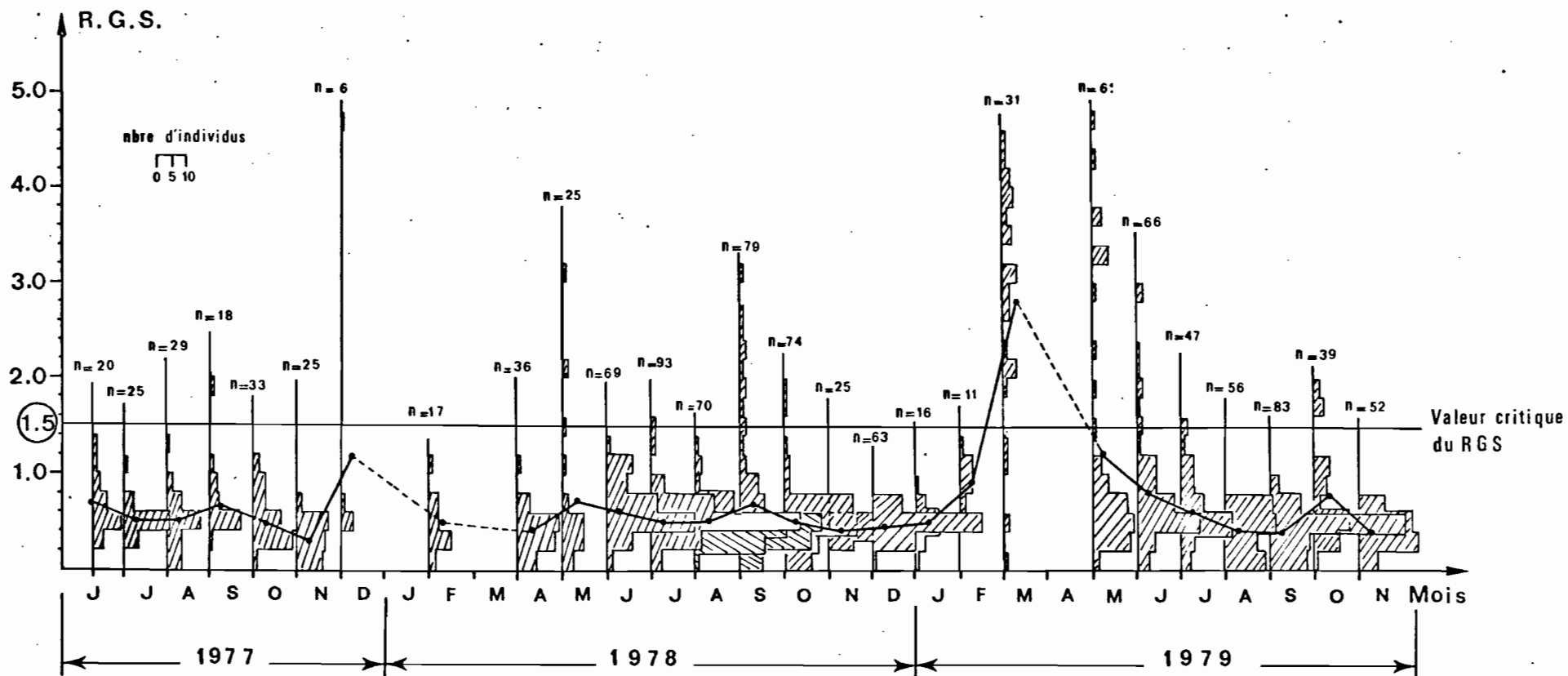


Fig.5.- Variation mensuelle du RGS (rapport gonado-somatique) moyen et distribution de fréquence des RGS des femelles.

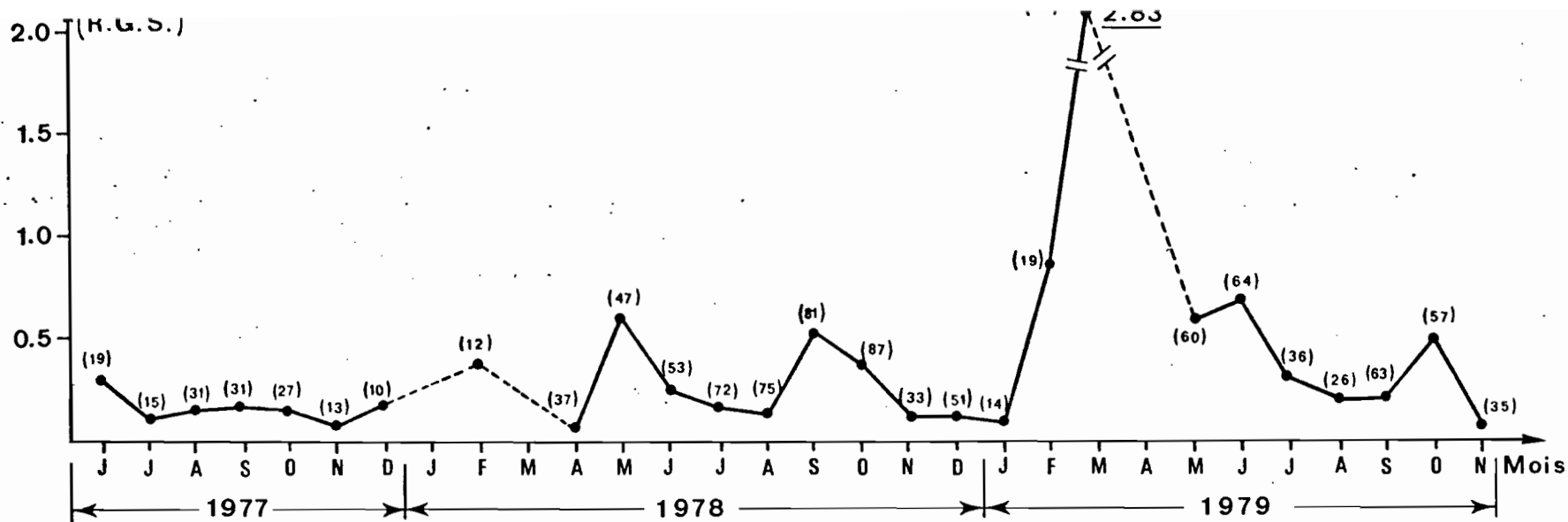


Fig.6.- Variations du rapport gonadosomatique (RGS) moyen mensuel mâles
 - () : nombre d'individus de l'échantillon.

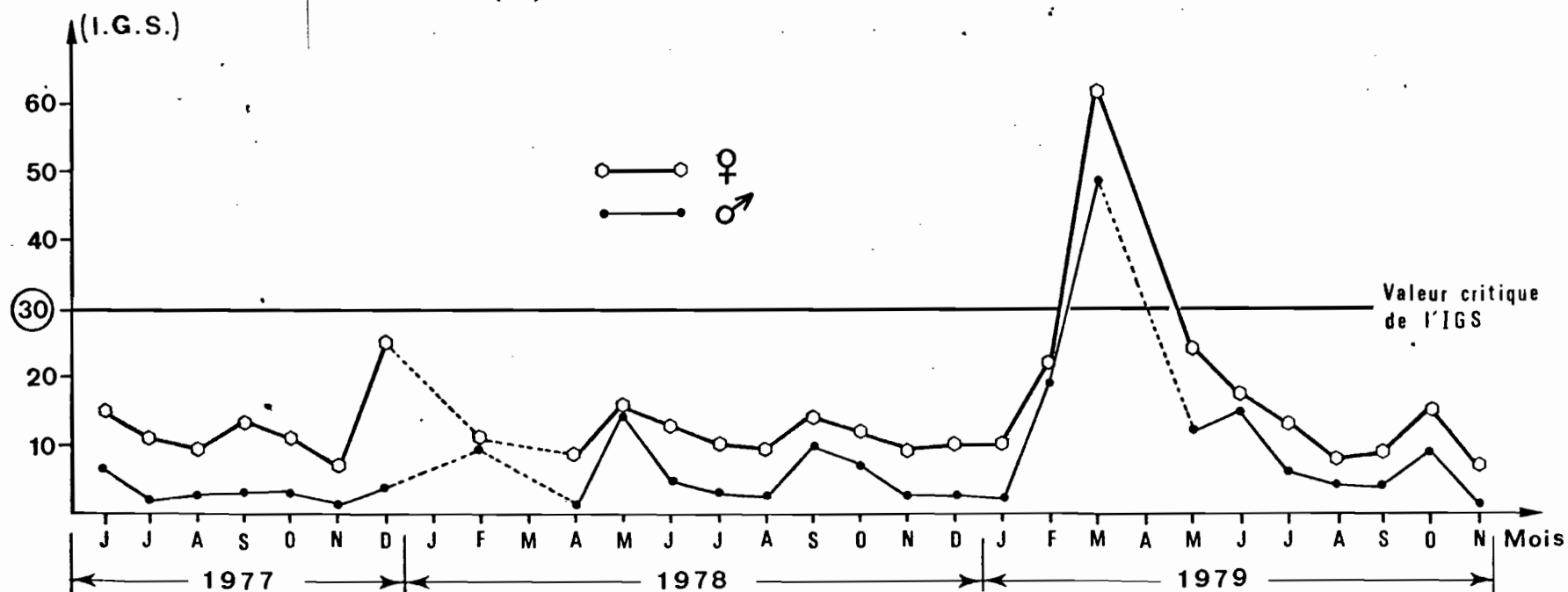


Fig.7.- Variations de l'index gonado-somatique (IGS) moyen mensuel pour les mâles et les femelles.

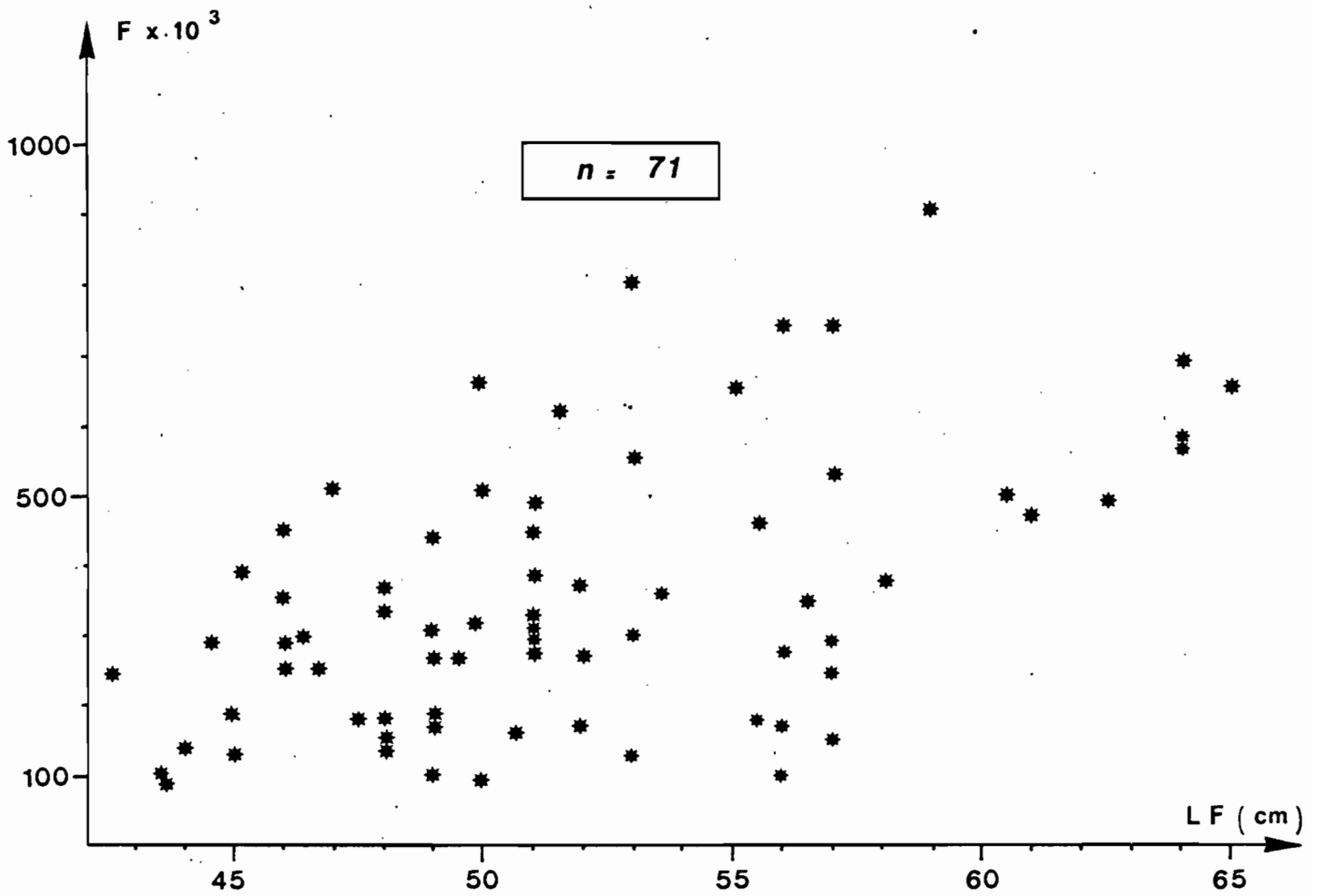


Fig.8.- Relation Fécondité (F) et longueur à la fourche (LF).

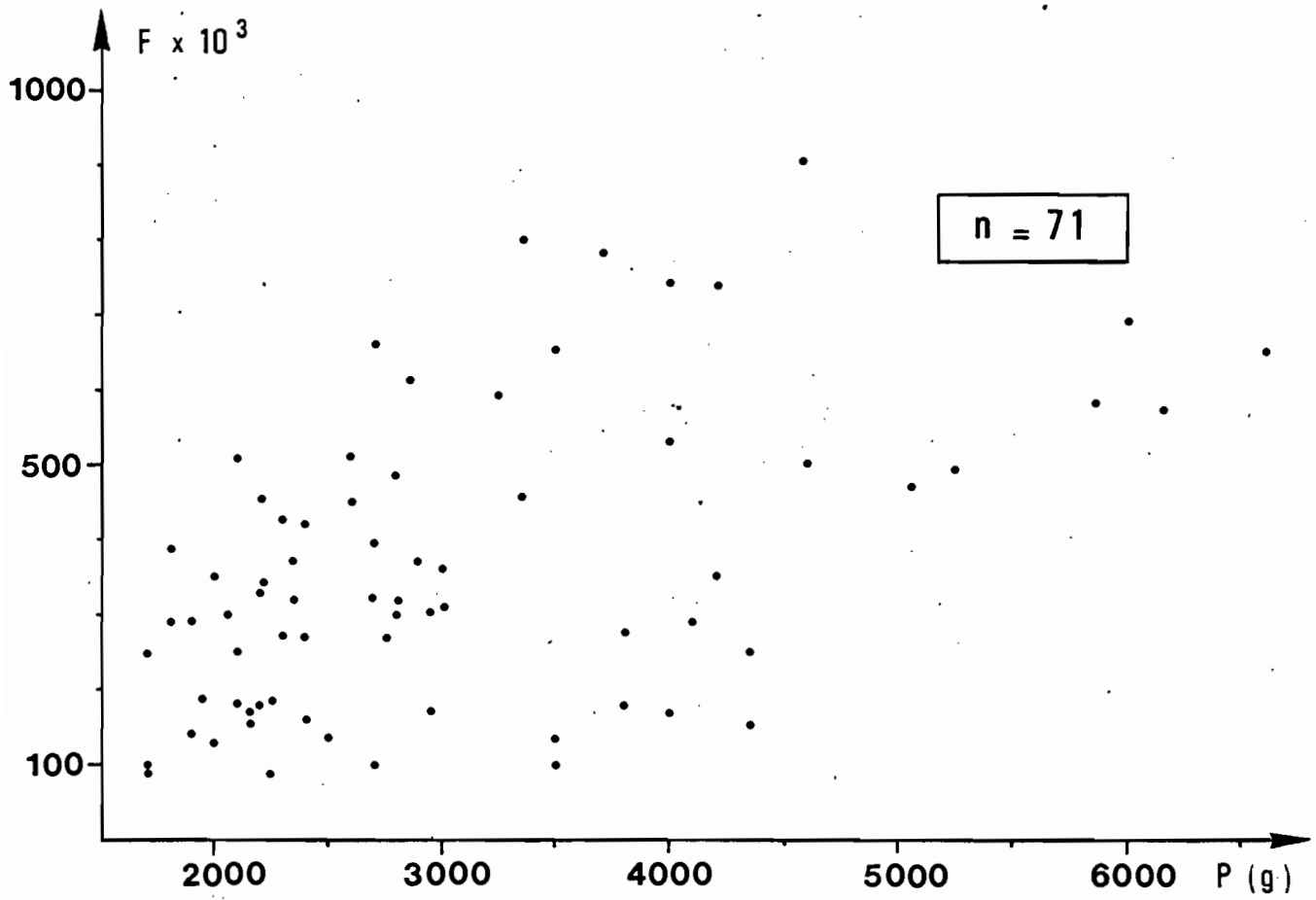


Fig.9.- Relation Fécondité (F) - Poids total (P).

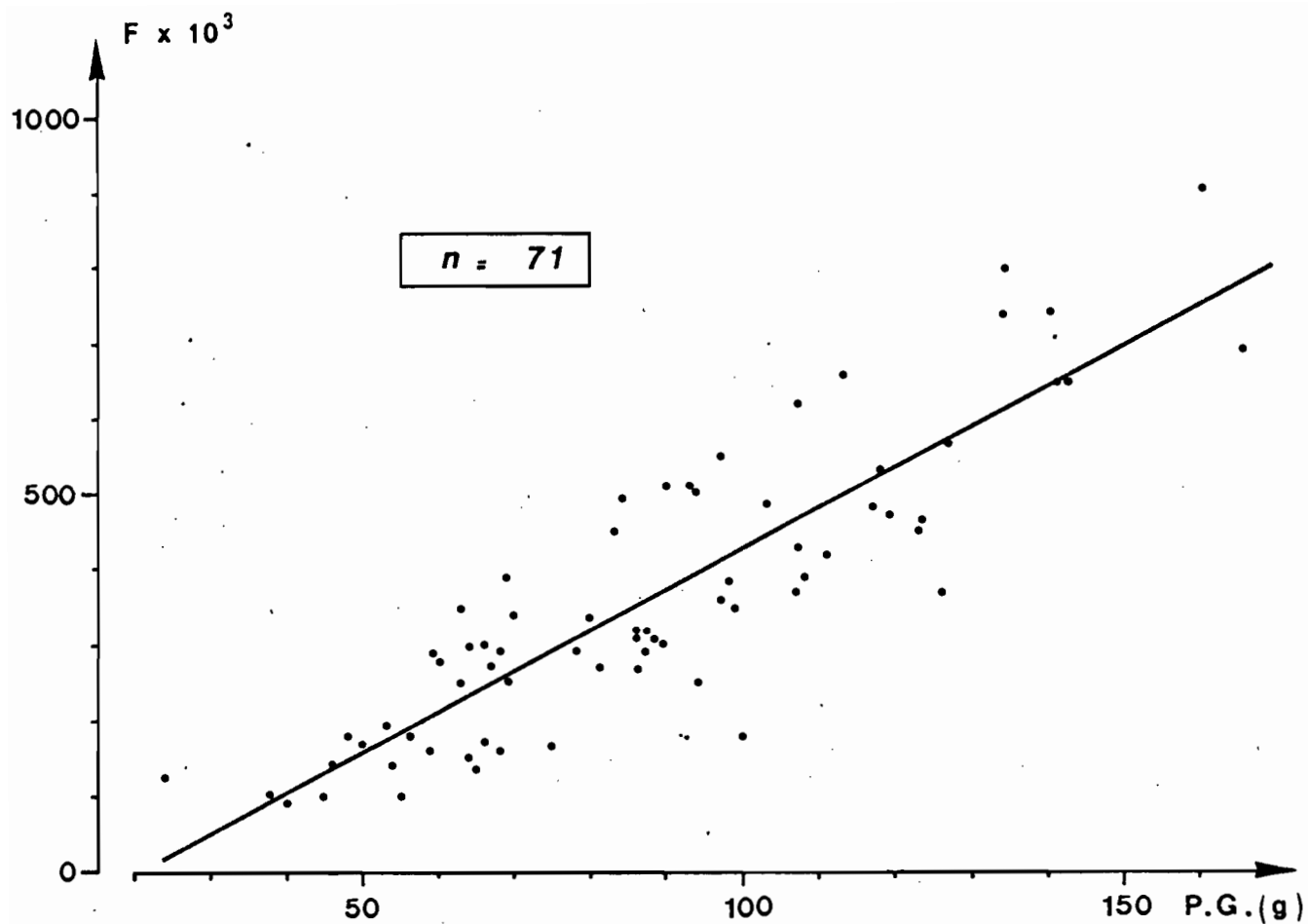


Fig.10.- Relation Fécondité - Poids des ovaires (P.G.).

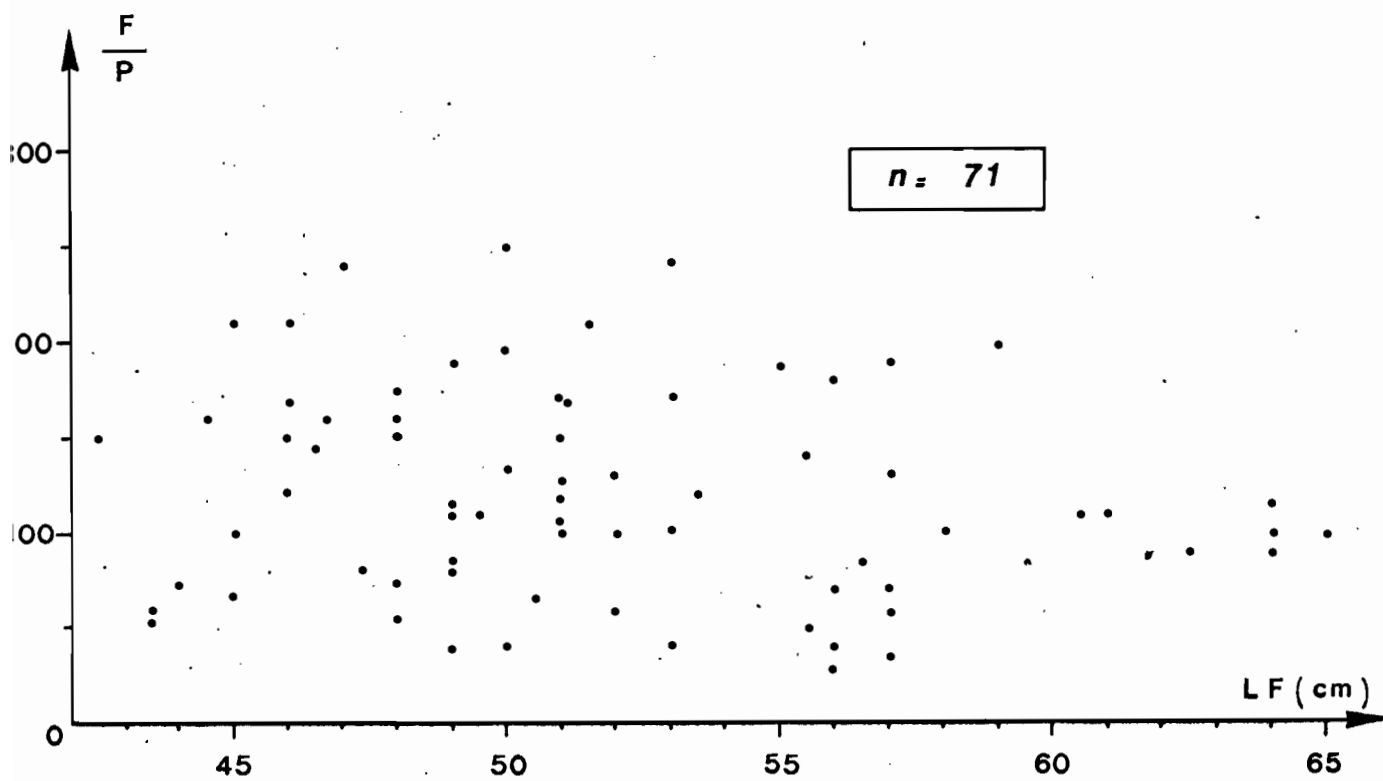


Fig.11.- Relation Fécondité relative ($\frac{F}{P}$) et longueur (LF).

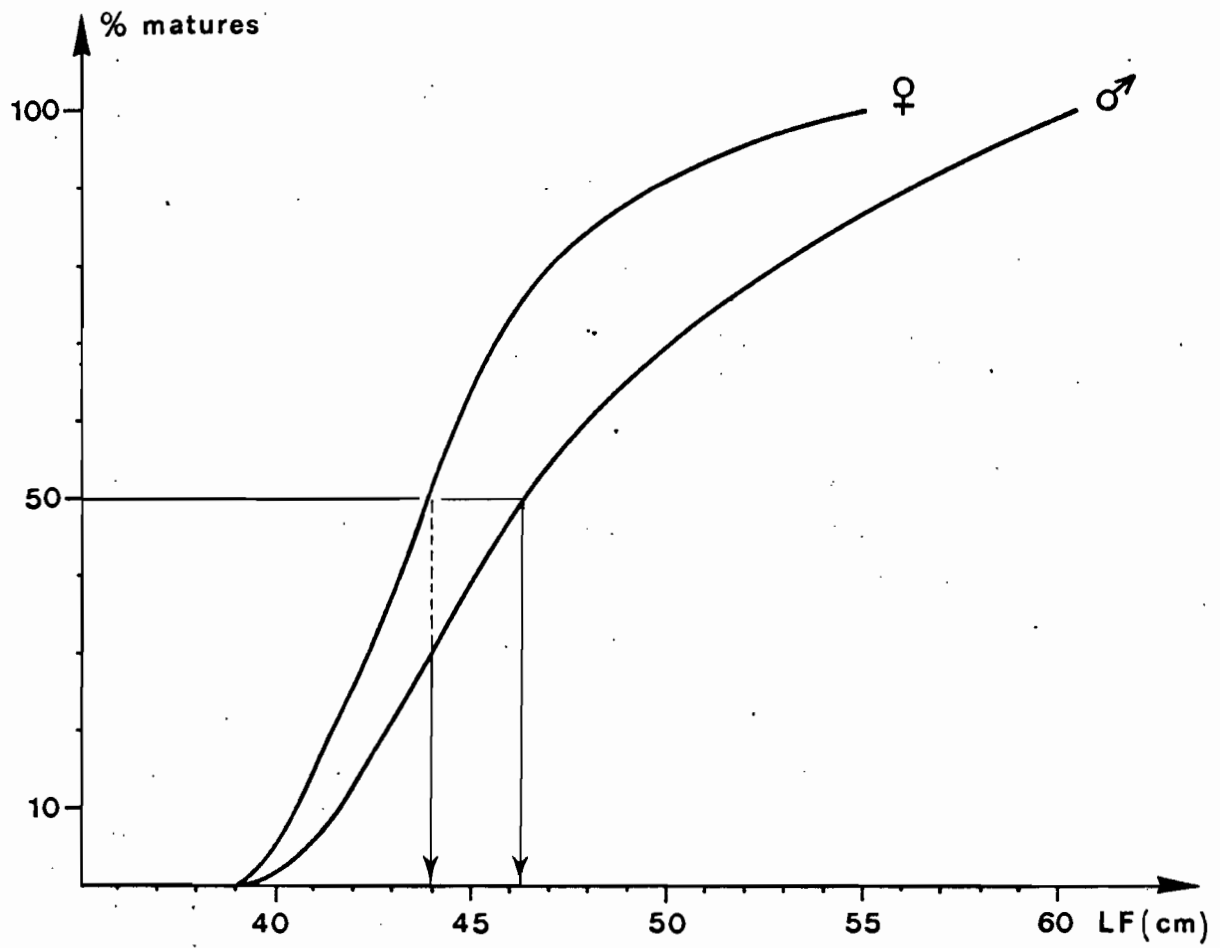


Fig.12.- Taille à la première maturité (L₅₀) des mâles et des femelles.

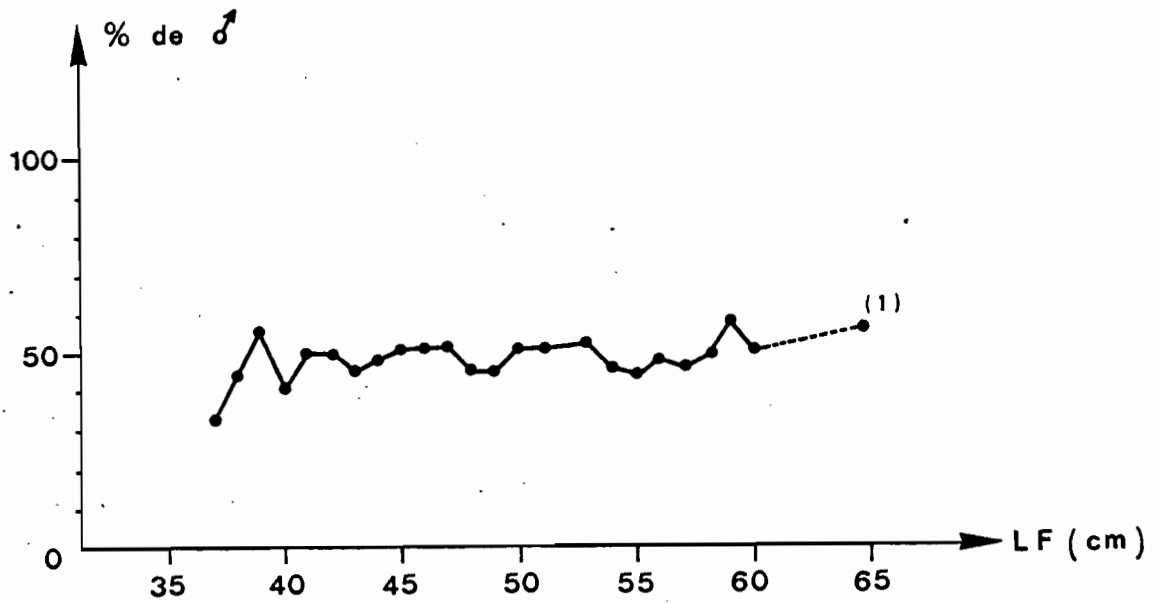


Fig.13.- Proposition de mâles dans la population
 - (Les indéterminés ont été exclus du calcul)
 (1) - Les effectifs des classes 61 à 68 ont été regroupés

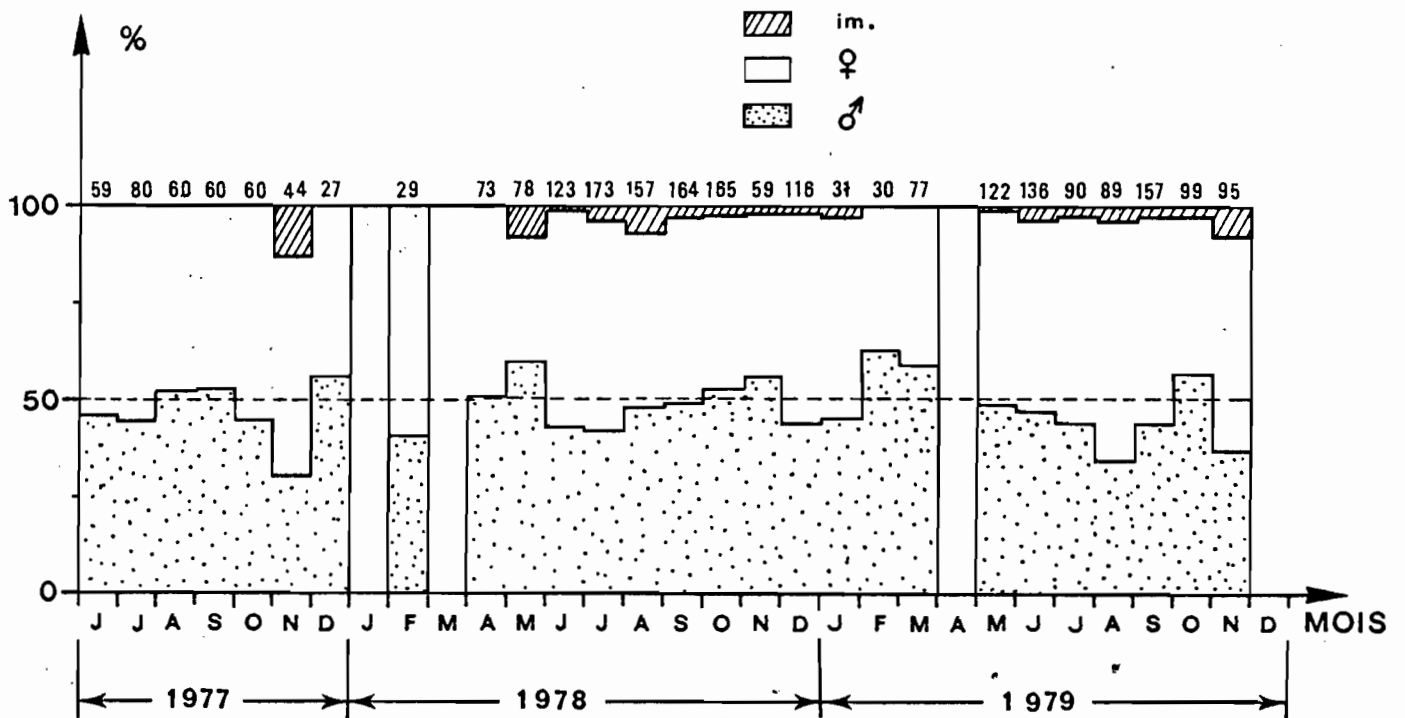
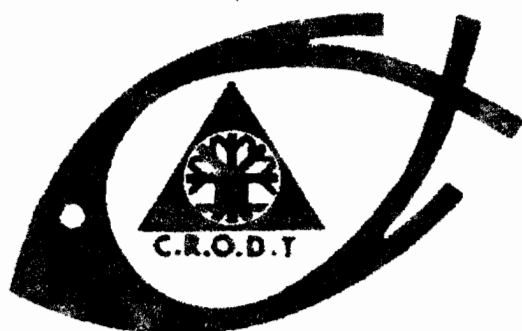


Fig.14.- Variations mensuelles de la proportion de mâles (♂), femelles (♀) et immatures dans la population étudiée. (Les nombres d'individus échantillonnés sont indiqués au sommet de la figure).

CONTRIBUTION DU CRODT
AUX ÉTUDES DE LA COMMISSION
INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION
DES THONIDÉS DE L'ATLANTIQUE -(ICCAT)
RÉUNION SCRS / NOVEMBRE 1980



CENTRE DE RECHERCHES OcéANOGRAPHIQUES DE DAKAR - THIAROYE

*** INSTITUT SENÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES ***

ARCHIVE

**N° 98
SEPTEMBRE 1981**