

NOTE SUR LA PRESENCE
DE *SARDINA PILCHARDUS* (WALB.)
AU SENEGAL

par

P. FREON et B. STEQUERT

Communication n° 94

A V E R T I S S E M E N T

Cette communication, légèrement modifiée , fera l'objet d'une publication dans la revue *Cybium*, sous le titre : "Note sur la présence de *Sardina pilchardus* (Walb.) au Sénégal : étude de la biométrie et interprétation".

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs"

NOTE SUR LA PRESENCE DE SARDINA PILCHARDUS (WALB.) AU SENEGAL

par

P. FREON et B. STEQUERT

Océanographes biologistes de l'ORSTOM

CRODT - BP 2241 Dakar, SENEGAL

- RESUME -

Ces deux dernières années des spécimens de Sardina pilchardus ont été capturés au Sénégal dans des eaux chaudes, ce qui, pour cette espèce, correspond à une zone et à des températures tout à fait inhabituelles.

Depuis 1971, le stock marocain de sardines semble avoir vu son aire de répartition géographique s'étendre vers le sud jusqu'au nord de la Mauritanie où 170000 tonnes de cette espèce ont été pêchées en 1975. Afin de vérifier s'il y a une relation entre ces deux phénomènes, les auteurs ont entrepris des études biométriques détaillées afin de comparer les individus capturés au Sénégal avec ceux des autres régions plus septentrionales.

Si l'on se réfère aux trois critères de détermination des sous-espèces généralement admis, il résulte de ce travail que les sardines prises à Dakar diffèrent totalement de celles décrites ailleurs : l'indice céphalique est très élevé (24,5 à 28,3 %) ainsi que le nombre de leurs branchiospines (59 à 90) alors que la moyenne vertébrale est basse (50,45). De plus ces jeunes poissons présentent un facteur de condition très élevé et des gonades très développées .

Peut-on affirmer que l'on est en présence d'une nouvelle sous-espèce Sardina pilchardus senegalensis alors que les critères retenus varient généralement avec les conditions de milieu ? Toutefois il est

intéressant de souligner à ce sujet que le nombre de branchiospines élevé rencontré dans ces eaux chaudes constitue une exception au schéma habituel de variation des caractères méristiques avec la température.

La tendance au refroidissement observée ces dernières années dans cette région ne serait-elle pas responsable de ce glissement du stock vers le sud ?

Ne s'agit-il pas plutôt d'un indice de remplacement d'espèce du fait de l'exploitation intense de Sardinella aurita ?

Les seules observations effectuées par les auteurs ne permettent pas d'apporter une réponse catégorique à ces questions. L'analyse du phénomène doit être générale et entreprise à partir d'un faisceau d'observations concernant les pêcheries, la biologie et l'hydro-climat dans la zone depuis ces dernières années.

- SUMMARY -

During these two last years, specimens of Sardina pilchardus have been caught in warm waters off Senegal which is very unusual for that species.

Since 1971 the geographical distribution of the marocan stock of sardines is apparently extending southwards reaching the north of Mauritania where 170000 tons of this species have been fished in 1975. In order to detect any correlation between these two phenomena, the authors have started detailed biometric studies the individuals captured on Senegal to those of other northern regions.

Referring to the three criterions of determination for sub-species generally used, it result from this work that pilchards caught near Dakar are quite different from those described elsewhere : the cephalic index is very high (24,5 to 28,3 %) as well as the gill rakers (59 to 90) but on the contrary, the mean number of vertebrae is low (50,45). Furthermore these young fish have a high condition factor and fully developped gonads.

Could it be possible to assert that this is a new sub-species Sardina pilchardus senegalensis as it is known that the criterions used usually change with environment conditions ? Nevertheless it is interesting to notice that the observed higher number of gill rakers is an exception to the usual variation law of meristics features with temperature.

Could the general cooling down tendency observed during last years in this area be responsible for this southwards apparent movement of the stock ?

Rather is it an indication of a species substitution owing to the fact that Sardinella aurita is intensely fished ?

Alone, the authors' observations cannot provide a definite answer to these question. The analysis of the phenomenon must be general and carried out from many combined observations about the fisheries, the biology and the hydro-climate in the area during the last years.

"Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs"

NOTE SUR LA PRESENCE DE SARDINA PILCHARDUS (WALB.) AU SENEGAL

par

P. FREON et B. STEQUERT

Océanographes biologistes de l'ORSTOM

CRODT - BP 2241 Dakar, SENEGAL

I. INTRODUCTION.

La limite sud de la zone habituelle de pêche de Sardina pilchardus en Afrique de l'ouest était approximativement de 26° nord. Durant ces dernières années, il semble que son aire de répartition se soit étendue vers le sud.

D'après les renseignements obtenus auprès des patrons des thoniers canneurs, il apparaîtrait que les rares prises de jeunes sardines aient toujours été réalisées en saison froide dans des eaux dont les températures sont proches du *preferendum* thermique de cette espèce (16 à 19°C) le long des côtes nord africaines.

Par contre en 1976, de jeunes Sardina pilchardus ont été capturées en pleine saison chaude dans des eaux de 25 à 28°C par les sennes de plage dans la baie de Gorée (14°43'N).

MOAL, en juin et août 1954, avait déjà signalé la présence de jeunes sardines dans les mêmes lieux et dans des conditions similaires de température (MOAL, 1957).

Compte tenu de l'importance du phénomène et vu le faible échantillonnage qu'a pu réaliser cet auteur (17 individus), nous avons jugé nécessaire de reprendre et d'approfondir cette étude.

II. MATERIEL ET METHODES.

Des échantillons (11) d'inégale importance ont été récoltés au cours d'une année (juillet 1976 à juin 1977) soit un total de 162 individus. Pour

faciliter notre étude statistique, un regroupement tenant compte des saisons hydrologiques a été nécessaire (tabl. 1 et fig. 1).

Toutes les longueurs: standard (LS), fourche (LF), totale (LT) et de la tête (L tête) ont été relevées sur des poissons frais à l'aide d'un pied à coulisse (précision du dixième de millimètre par défaut).

La longueur totale a été mesurée du museau à l'extrémité de la queue, les deux lobes étant repliés en arrière dans l'axe du corps. La longueur de la tête a été prise de la pointe du museau au bord osseux postérieur de l'opercule.

Lors de la détermination du nombre de vertèbres, l'urostyle a été assimilé à une vertèbre.

Seules les branchiospines de la partie inférieure du 1er arc branchial gauche (cératobranchial et hypobranchial) ont été comptés.

Toutes les pesées ont été réalisées sur des individus frais, au gramme près par défaut (au centigramme pour les gonades).

La détermination des stades sexuels a été faite à partir de l'échelle de maturité de FONTANA (1969).

Dans tous les calculs des paramètres biométriques, les valeurs individuelles ont été employées sans regroupement (moyennes et régressions). Par contre dans les figures, par souci de clarté, nous avons préféré représenter le point moyen d'une classe de taille de 0,5 cm, celui-ci étant symbolisé différemment selon que l'effectif est supérieur ou inférieur à 4 individus.

III. PRESENTATION DES RESULTATS ET ANALYSE GENERALE.

Afin de pouvoir comparer nos résultats à ceux des différents travaux effectués sur cette espèce dans d'autres zones, les indices biométriques les plus significatifs (indice céphalique, nombre de branchiospines et nombre de vertèbres) ont été calculés. Quelques observations biologiques ont aussi été analysées succinctement.

III.1. Indice céphalique, IC (tabl.2).

Il est égal à : $\frac{L \text{ tête}}{LS} \cdot 100$. Les valeurs individuelles obtenues pour l'ensemble des échantillons sont élevées; la moyenne est $26,40 \pm 1,81$ (intervalle au seuil de 95 %).

Cet indice diminue lorsque la taille (LS) augmente (fig. 2). La régression de IC selon LS a été calculée pour 162 individus. Ces calculs sont résumés ci-dessous:

N	r	a	b	S _a
162	0,81**	0,22**	29,39	0,013

(1)

III.2. Nombre de branchiospines, NBS (tabl.2).

Les valeurs obtenues sont élevées, la moyenne est $74,61 \pm 14,46$.

La figure 3 montre que le nombre de branchiospines augmente avec la taille (LS). Les résultats sont les suivants :

N	r	a	b	S _a
162	0,822**	1,79**	50,22	0,098

L'existence des deux corrélations précédentes (LS/IC et LS/NBS) laisse supposer une relation entre le nombre de branchiospines et l'indice céphalique; aussi avons-nous calculé les paramètres de la régression de NBS selon IC.

N	r	a	b	S _a
162	-0,62**	-5,01**	206,91	0,504

Le tableau ci-dessus confirme l'existence de cette relation (fig.4), déjà décrite par ANDREU (1953).

III.3. Nombre de vertèbres, NV (tabl.2).

La répartition des individus en fonction du nombre de vertèbres est présentée dans le tableau suivant :

Nombre de vertèbres	47	48	49	50	51	TOTAL
Nombre d'individus	1	0	7	68	79	155 (1)
%	0,6	0	4,5	43,9	51,0	100,0

(1) 7 individus non étudiés.

Le nombre de vertèbres est peu élevé, la moyenne générale est $50,45 \pm 1,23$. 95 % des individus possédant 50 ou 51 vertèbres, nous avons comparé les divers paramètres des individus de ces deux classes vertébrales. Rappelons que CREAC'H (1951) avait mis en évidence des différences d'indices

(1) Dans tous les tableaux : N= effectif, r= coefficient de corrélation
a= pente ou coefficient de régression, S_a= erreur standard sur a, b= ordonnée à l'origine; 1 astérisque indique des valeurs significatives au seuil de 95 % et 2 astérisques au seuil de 99 % .

céphaliques et de distances pré-anales entre les individus possédant 51, 52 et 53 vertèbres. Au contraire pour les spécimens capturés à Dakar, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence en ce qui concerne :

- les longueurs standard moyennes,
- les indices céphaliques moyens,
- les nombres moyens de branchiospines,
- les régressions de l'indice céphalique selon la longueur standard,
- les régressions du nombre de branchiospines selon la longueur standard.

Tous ces résultats sont présentés dans les tableaux 3 et 4.

III.4. Relations taille-poids.

Trois relations logarithmiques ont été établies entre le poids du corps (W) et :

- la longueur fourche (fig. 5),
- la longueur standard,
- la longueur totale.

Elles sont toutes de la forme $\log W = a \log L + \log b$.

	N	taille moyenne (cm)	écart type de la taille	r	a	log b	S _a
Régression de log W selon log LF	176	14,10	3,77	0,997**	3,24**	-4,89	0,017
Régression de log W selon log LS	129	14,72	3,01	0,998**	3,18**	-4,52	0,017
Régression de log W selon log LT	121	17,64	3,45	0,998**	3,21**	-5,18	0,020

d'où : $W = 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot LF^{3,24}$; $W = 1,1 \cdot 10^{-2} \cdot LS^{3,18}$; $W = 5,6 \cdot 10^{-3} \cdot LT^{3,21}$.

Si l'on compare ces relations aux valeurs obtenues par différents auteurs dans d'autres régions (LOZANO, 1948; MASSUTI et OLIVER, 1948; BRAVO DE-LA-GUNA et al, 1976), on constate que, si les coefficients de régression sont voisins, les ordonnées à l'origine et de ce fait les facteurs de condition (FREON, 1978) sont beaucoup plus élevés pour nos individus. A taille égale, à partir de 12 cm (LF), les sardines du Sénégal sont de 15 à 30 % plus lourdes que les autres.

III.5. Relations entre les diverses longueurs (LS, LF et LT).

	N	r	a	b	S _a
Régression de LT selon LS	121	0,998**	1,106**	0,133	0,045
Régression de LS selon LT		0,998**	0,840**	-0,062	0,004
Régression de LF selon LS	129	0,999**	1,047**	0,257	0,089
Régression de LS selon LF		0,999**	0,952**	-0,203	0,005
Régression de LF selon LT	121	0,999**	0,883**	0,145	0,030
Régression de LT selon LF		0,999**	1,131**	-0,131	0,005

Les calculs précédents permettent d'établir les relations suivantes:

$$LT = 1,106 LS + 0,133 \quad \text{et} \quad LF = 1,047 LS + 0,257 .$$

Si les valeurs de nos paramètres ne peuvent être comparées à celles obtenues par BRAVO DE-LAGUNA et al (1976) du fait que les calculs n'ont pas été effectués dans le même intervalle de taille, il n'en demeure pas moins vrai que les deux formules donnent des résultats identiques à 2 % près pour les classes de taille où les deux observations se recoupent (LT de 18 à 21 cm).

III.6. Maturité sexuelle.

Seuls les individus du groupe B (échantillons 7 et 8) présentaient des gonades en cours de maturation, c'est-à-dire aux stades III et IV. La répartition des femelles en fonction de leurs stades est présentée ci-dessous :

	Echantillon 7 (mars 1977)		Echantillon 8 (mai 1977)	
	N	%	N	%
FEMELLES STADE III	5	28	18	60
FEMELLES STADE IV	13	72	12	40
TOTAL	18	100	30	100

Les rapports gonado-somatiques (RGS = $\frac{\text{Poids gonades}}{\text{Poids corps}} \cdot 100$) sont récapitulés dans le tableau suivant :

	MALES			FEMELLES		
	N	RGS	σ	N	RGS	σ
Echantillon 7 (mars 1977)	23	5,28	1,44	30	3,63	0,94
Echantillon 8 (mai 1977)	35	2,67	1,35	18	3,88	1,50

Compte tenu de la petite taille de nos individus, on peut penser qu'ils abordent leur première maturation sexuelle (FURNESTIN, 1944 et CREAC'H, 1951). Toutefois les RGS moyens atteignent des valeurs très élevées pour les individus de cette espèce (5,28) tout particulièrement pour cette période de leur vie. De plus on remarque que si le RGS des femelles ne varie pas, celui des mâles diminue de façon notable en 2 mois sans qu'une explication évidente puisse être avancée (même cohorte ayant émis des produits sexuels? Régression des testicules? Présence de deux cohortes différentes?) .

III.7. Etude comparée des mâles et des femelles.

Le sex-ratio, calculé sur les 126 individus dont le sexe était identifiable, est 1,14, ce qui est une valeur normale pour cette espèce. Toutefois la proportion entre les mâles (53,2 %) et les femelles (48,8 %) n'est pas significativement différente (erreur sur la proportion égale à 4,4 en raison du faible effectif).

Les études de tailles et de poids ont été effectuées uniquement sur le groupe B du fait de son homogénéité (études complètes et distribution gaussienne). L'analyse des données montre que les femelles sont significativement plus grandes et plus lourdes que les mâles. La relation taille-poids étant la même quel que soit le sexe, on comprendra que l'écart enregistré pour les poids moyens n'est dû qu'à la différence de taille (tabl. 5). Celle-ci a déjà été remarquée par d'autres auteurs, par contre ordinairement les relations taille-poids des deux sexes ne sont pas identiques (mâles plus lourds).

Les autres paramètres (indice céphalique, branchiospines, vertèbres) et régressions (LS/IC et LS/NBS) calculés sur 126 individus ne diffèrent pas de façon significative d'un sexe à l'autre (tabl. 6 et 7). Rappelons que, selon FAGE (1920) les sardines mâles auraient tendance, pour une même taille, à avoir une tête plus longue que les femelles. BELLOC et DESBROSSES (1930) n'ont confirmé que partiellement ce caractère, tandis que CREAC'H (1951), tout comme nous, ne trouvait aucune différence mathématique entre les deux sexes pour l'indice céphalique.

III.8. Etude de la taille des individus.

Bien que les échantillons prélevés soient insuffisants pour entreprendre une étude démographique, il paraît raisonnable de supposer que les individus du groupe A et ceux du groupe B appartiennent à une même génération (fig. 1 et 6). Cette hypothèse est en accord avec les similitudes biométriques des deux groupes (fig. 2, tabl. 2 et 8) ainsi qu'avec les vitesses de croissance habituellement observées pour cette espèce. Le groupe C par contre

est sans aucun doute issu d'une nouvelle génération.

IV. APPARTENANCE SPECIFIQUE ET ORIGINE DES SARDINES DU SENEGAL.

Après de nombreuses controverses, les études de divers auteurs, en particulier sur l'indice céphalique, le nombre de branchiospines et le nombre de vertèbres, ont permis de différencier deux sous-espèces de sardines : Sardina pilchardus pilchardus et Sardina pilchardus sardina.

La première se rencontrerait sur les côtes atlantiques de l'Europe, tandis que la seconde se répartirait en Méditerranée et sur les côtes atlantiques de l'Afrique du Nord.

Afin de vérifier si nos individus pouvaient être rattachés plus particulièrement à cette deuxième sous-espèce, nous avons comparé nos résultats avec ceux obtenus dans diverses régions.

IV.1. Comparaison des indices céphaliques.

Il ressort de l'analyse des différents travaux antérieurs que l'indice céphalique de S. pilchardus pilchardus varie de 20 à 23 % alors que celui de S. pilchardus sardina oscille entre 18,5 et 21 %. Pour les individus capturés à Dakar, l'intervalle des observations est compris entre 24,1 et 28,8 %. Le calcul montre qu'à l'intérieur de notre échantillon, il existe une probabilité de 95 % pour que l'indice céphalique soit compris entre 24,5 et 28,3. L'intervalle de confiance pour la valeur moyenne de la population théorique correspondant à notre échantillon serait de 26,3 à 26,5 %.

Bien que les comparaisons soient rendues difficiles en raison des variations de cet indice avec la taille, nos valeurs se situent toujours au-delà des limites généralement admises comme critères de différenciation. Force nous est de constater que nos individus ont une tête beaucoup plus développée que les sardines des autres régions. MOAL (1957), bien qu'utilisant un indice céphalique calculé différemment, sur des individus beaucoup plus petits, arrivait, aussi bien pour la Mauritanie que pour le Sénégal, aux mêmes conclusions.

IV.2. Comparaison des nombres de branchiospines.

Bien qu'il existe une grande variabilité de ce paramètre due à la taille, et que les auteurs n'indiquent pas toujours l'intervalle dans lequel se sont effectuées leurs observations, il est généralement admis que S. pilchardus pilchardus présenterait des valeurs moyennes supérieures à 60, alors que celles de S. pilchardus sardina se situeraient entre 44 et 68 (SVETOVIDOV, 1963). Quelques résultats, tendant à justifier cette distinction, sont réunis dans la figure 6.

Comme pour l'indice céphalique, le nombre de branchiospines de nos

sardines est plus élevé que celui des deux sous-espèces et se rapprocherait plus de celui relevé sur les côtes atlantiques de l'Europe (95 % de nos valeurs sont comprises entre 59,4 et 89,8). Notons toutefois que FURNESTIN et al (1970) distinguent une "race marocaine de type atlantique" ayant 64 à 80 branchiospines (nombre moyen 70,9 avec 50 individus) différente de la "sardine méditerranéenne" n'ayant que 49 à 62 branchiospines (moyenne = 55,3).

IV.3. Comparaison des moyennes vertébrales.

Le nombre de vertèbres semble instable à l'intérieur d'une même sous-espèce, montrant de grandes variations spatio-temporelles.

Ces dernières années, il a été démontré que ce paramètre était sous la dépendance de la température de l'eau de mer en surface pendant les quelques jours qui suivent l'éclosion (BEN TUVIA, 1964; GHENO, 1975). Ainsi, de hautes températures induiront un faible nombre de vertèbres et inversement.

Malgré ces restrictions, FURNESTIN et al (1970) distinguent 4 races du nord au sud :

RACES	MOYENNE VERTEBRALE
atlantique septentrionale	> 52
ibérique (atlantique méridionale)	51,20
marocaine	50,50
saharienne	50,30

Nos individus, caractérisés par une moyenne de 50,45, se rapprocheraient donc plus de la "race marocaine" ce qui n'est pas en contradiction avec les quelques observations faites par MOAL (1957) en août 1954 à Dakar.

IV.4. Tentative d'interprétation.

Les résultats de l'analyse des 3 principaux paramètres sont résumés dans le tableau suivant. Il montre clairement que la longueur de la tête et le nombre de branchiospines ne permettent pas de rattacher nos spécimens à la sous-espèce d'Afrique du Nord Sardina pilchardus sardina. Bien que nos valeurs se rapprochent plus des critères de Sardina pilchardus pilchardus, elles restent toujours supérieures à celles-ci. Par contre le nombre de vertèbres est inférieur à celui des deux sous-espèces.

SOUS-ESPECES ZONES	IC	NBS	NV
<u>SARDINA PILCHARDUS PILCHARDUS</u> Côtes atlantiques de l'Europe	20,0 à 23,0	>60	51,2 à 52,4
<u>SARDINA PILCHARDUS SARDINA</u> Méditerranée et côtes atlantiques de l'Afrique du Nord	18,5 à 21,0	44 à 68	50,5 à 51,4
<u>SARDINA PILCHARDUS</u> du Sénégal	24,5 à 28,2	59 à 90	50,45 { bornes } { 47 à 51 }

Dans le cadre des relations généralement admises entre les différents paramètres biométriques, seul le nombre de branchiospines élevé ne répond pas au schéma habituel.

En effet, il a été démontré que pour la plupart des clupeidés (ou autres poissons) les valeurs des caractères méristiques décroissent dans les eaux chaudes. Pourquoi ce phénomène ne se vérifie-t-il pas pour les branchiospines alors que les températures relativement élevées dans notre région permettraient de s'attendre à des faibles nombres pour ce paramètre?

Par contre, les basses moyennes vertébrales que nous avons relevées, répondent à cette loi de décroissance et de plus, leur association à de hauts indices céphaliques est en concordance avec la règle de corrélation inverse existant entre ces deux valeurs (CREAC'H, 1951 et FURNESTIN et al, 1970). Ces derniers auteurs considèrent que cette association serait un bon critère de distinction des groupements raciaux.

Ceci pose le problème de l'origine de cette population. Appartient-elle à un stock autochtone ou provient-elle de l'extension du stock d'Afrique du Nord (race marocaine) ? Les données biométriques tendraient plutôt à prouver que cette population serait originaire des côtes atlantiques de l'Europe et effectuerait donc des migrations de grande amplitude jusqu'au Sénégal. Ceci paraît peu probable du fait que de jeunes individus (7 à 8 cm) ont été capturés. Ne serions nous pas plutôt en présence d'une nouvelle sous-espèce qui pourrait être dénommée Sardina pilchardus senegalensis ?

Nos observations pourraient aussi être rapprochées du "Phénomène sardine" relevé ces dernières années.

Les travaux de MAIGRET (1974) et de la FAO (1975) ont montré que

les captures de sardines au sud du cap Bojador sont passées de 27000 à 170000 tonnes de 1971 à 1975. N'est-ce-pas là une preuve de l'extension sud du stock nord-africain ? Les quelques tonnes de sardines capturées comme appâts vivants par les thoniers dakarois ne démontreraient-elles pas que le Cap-Vert est l'extrême limite sud de cette extension ?

Pour vérifier cette hypothèse, nos résultats devront être comparés avec ceux obtenus par les laboratoires des Iles Canaries et du Maroc avec lesquels nous sommes entrés en contact.

Quelle que soit l'hypothèse retenue, il reste à interpréter la signification de cette présence anormale. Correspond-elle à des variations de conditions de milieu ou à un phénomène de remplacement d'espèce ?

Si les quelques données hydrologiques relevées les jours de capture (températures et salinité de surface) ne permettent pas d'étayer la première proposition, un rapprochement est à faire entre l'augmentation des prises de sardines au nord de la Mauritanie depuis 1971 et les variations des caractéristiques hydro-climatiques qui commencent au cours de cette même année (REBERT, comm. pers.) :

- augmentation, très nette aux stations de Nouadhibou et de Dakar, de la composante du vent responsable de l'upwelling,
- entrée, associée à ce phénomène, dans une période de refroidissement général des eaux au Sénégal.

Par contre, l'exploitation intensive des sardinelles (Sardinella aurita en particulier) et la baisse des rendements qui en découle, permettent de supposer la libération partielle d'une niche écologique qui serait alors disponible pour l'extension de Sardina pilchardus.

- REMERCIEMENTS -

Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements au Dr. P.J. WHITEHEAD pour les conseils qu'il leur a donnés au début de leur étude, ainsi qu'à Mr. I. SOW, technicien du CRODT qui a participé au traitement des données.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ANDREU (B.), 1953.- Sobre la relacion entre el número de branquiaspinas y la talla en la sardina (Sardina pilchardus, Walb.) española. Bol. Inst. Esp. Ocean.; 62 : 28 p.
- BELLOC (G.) et DESBROSSES (P.), 1930.- Remarques sur la sexualité de la sardine. Rev. Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes; 3 : 63-77.
- BEN TUVIA (A.), 1964.- Influence of temperature on vertebral number of Sardinella aurita from Eastern Mediterranean. Israel Journal of Zoology; vol. 12, 1-4 : 59-66.
- BRAVO DE-LAGUNA (J.), FERNANDEZ (M.A.R.) and SANTANA (J.C.), 1976.- The Spanish fishery on sardine (Sardina pilchardus, Walb.) off West Africa. ICES, C.M. 1976(J:15).
- CREAC'H (P.V.), 1951.- Notes sur la biologie et la morphologie de la sardine (Sardina pilchardus, Walb.) dans le fond du Golfe de Gascogne. Rev. Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes ; XVI, 61-64 : 44-71.
- FAGE (L.), 1920. - Rapport sur la Sardine-Notes et Mémoires n°5- Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes.
- F.A.O. , 1976. - Report of the Third Session of the FAO Fishery Committee for the Eastern Central Atlantique(CECAF); Working Party on Resources Evaluation, Rome, 9-13 February 1976.
- FONTANA (A.), 1969.- Etude de la maturité sexuelle des sardinelles (Sardinella eba et Sardinella aurita) de la région de Pointe-Noire. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr., vol VII, n°2 : 111-114.
- FREON (P.), 1978.- Relations taille-poids, facteurs de condition et indices de reproduction. Annexe du Groupe de Travail ISRA- ORSTOM sur la reproduction des espèces exploitées du Golfe de Guinée, Dakar 1977; (sous presse).
- FURNESTIN (J.), 1944.- Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (Sardina pilchardus, Walb.). Rev. Trav. Office Scient. des Pêches Maritimes; 13 : 221-386.

- FURNESTIN (J.) et FURNESTIN (M.L.), 1970.- La sardine marocaine et sa pêche. Migrations trophiques et génétiques en relation avec l'hydrologie et le plancton. CIEM, Rapp. et Proc. Verb. des Réunions; 159 : 165-175.
- ISRA - ORSTOM, 1978.- Groupe de Travail sur la reproduction des espèces exploitées du Golfe de Guinée, Dakar 1977; (sous presse).
- LOZANO (F.), 1948.- Notas sobre la biología y biometría de la parrocha o sardina joven de Vigo (*Sardina pilchardus*). Bol. Inst. Esp. Ocean., 6 : 13 p.
- MAIGRET (J.), 1974.- La Sardine sur les côtes de Mauritanie (*Sardina pilchardus*, Walb.). Bull. IFAN; A, 3 : 714-721.
- MASSUTI (M.) y OLIVER (M.), 1948.- Estudio de la biometría y biología de la sardina de Mahon (Baléares), especialmente de su alimentación. Bol. Inst. Esp. Ocean.; 3 : 15 p.
- MAUL (G.E.), 1948.- Monografia dos Peixos do Museu do Funchal. Orden Isospondyli. Bol. Mus. Mun. Funchal, 3 (5) : 5-41.
- MOAL (R.A.), 1957.- Etude comparée de quelques caractères de *Sardina pilchardus* sur la côte occidentale d'Afrique. Cons. Int. Expl. Mer. Comité Sardine, n° 87.

En raison des nombreux travaux effectués sur cette espèce, seule quelques ouvrages ont été cités. On trouvera en particulier d'intéressantes publications dans les Rapports du C.I.E.M.

GROUPE ET SAISON	N° ECH	EFFECTIF	DATE	TEMPERATURE (en °C)	SALINITE (en ‰)
(A) Saison chaude 1976	1	3	17.07.76	26°9	35,60
	2	10	24.07.76	26°6	35,50
	3	15	12.08.76	28°2	35,52
	4	3	18.08.76	27°7	35,35
	5	1	10.09.76	28°3	35,33
	6	1	23.10.76	25°1	35,13
(B) Milieu et fin de saison froide 1977	7	53	19.03.77	18°0*	35,69
	8	53	9.05.77	16°3	35,56
(C) Début de saison chaude 1977	9	13	15.05.77	17°4	35,70
	10	8	31.05.77	19°2	35,62
	11	2	2.06.77	19°5	35,61

* Température anormalement élevée (de 2°C supérieure à la moyenne des 8 dernières années).

TABLEAU 1. - Conditions hydro-climatiques lors des captures.

GROUPE	ECHANTILLON	DATE	EFFECTIF	LONGUEUR STANDARD (LS cm)			INDICE CEPHALIQUE (IC)			NOMBRE DE BRANCHIOSPINES (NBS)			NOMBRE DE VERTEBRES (NV)		
				bornes	\bar{LS}	σ	bornes	\bar{IC}	σ	bornes	\bar{NBS}	σ	bornes	\bar{NV}	σ
A	1	17.07.76	3	8,7-9,5	9,11	0,42	27,02-27,18	27,12	0,09	66-70	68,33	2,08	50-51	50,67	0,58
	2	24.07.76	10	8,0-9,9	9,00	0,63	26,90-28,80	27,78	0,68	65-70	69,30	3,20	50-51,	50,57,	0,53,
	3	13.08.76	15	8,4-10,0	9,22	0,43	26,10-28,10	27,26	0,50	61-76	70,00	3,89	49-51,	50,25,	0,62,
	4	18.08.76	3	7,5-9,6	8,72	1,08	27,06-27,55	27,35	0,26	66-78	71,00	6,24	47-51	49,33	2,08
	5	10.09.76	1	9,9	9,90	-	26,80	26,80	-	70	70,00	-	-	-	-
	6	23.10.76	1	10,2	10,20	-	27,45	27,45	-	68	68,00	-	49	49,00	-
B	7	19.03.77	53	13,9-16,9	15,65	0,67	24,14-27,43	25,92	0,63	68-88	76,98	3,99	49-51	50,42	0,53
	8	9.05.77	53	15,0-18,1	16,45	0,71	23,82-27,52	25,85	0,55	69-89	80,74	4,53	49-51	50,55	0,57
C	9	15.05.77	13	8,3-9,6	9,08	0,42	25,63-27,84	26,89	0,54	58-69	61,77	2,83	49-51	50,69	0,63
	10	31.05.77	8	6,3-9,0	7,18	0,86	27,62-28,65	28,19	0,36	52-68	61,50	4,63	49-51	50,25	0,71
	11	2.06.77	2	10,6-11,6	11,10	0,71	26,04-26,55	26,30	0,36	63-70	66,50	4,95	50-51	50,50	0,71
A	Saison chaude 1976	33	7,5-10,2	9,15	0,60	26,10-28,80	27,40	0,57	61-78	69,67	3,57	47-51	50,23 ₂	0,91	
B	Milieu et fin de saison froide 1977	106	13,9-18,1	16,05	0,79	24,14-27,52	25,88	0,59	68-89	78,86	4,65	49-51	50,48	0,56	
C	Début de saison chaude 1977	23	6,3-18,1	8,60	1,34	25,63-28,65	27,29	0,83	52-70	62,09	3,78	49-51	50,52	0,67	
TOTAL GENERAL			162	6,3-18,1	13,60	3,49	24,14-28,80	26,40	0,95	52-89	74,61	7,61	47-51,	50,45	0,65

1 - 3 individus non pris en compte (données non disponibles).

2 - Calcul sur 26 individus seulement (données non disponibles).

TABLEAU 2. - Etude biométrique générale des échantillons prélevés.

	N	LONGUEUR STANDARD (LS)		INDICE CEPHALIQUE (IC)		NOMBRE DE BRAN - CHIOSPINES (NBS)	
		\overline{LS}	σ	\overline{IC}	σ	\overline{NBS}	σ
50 VERTEBRES	68	14,00	3,33	26,39	0,88	75,12	6,79
51 VERTEBRES	79	13,87	3,39	26,29	0,90	74,77	8,10
50 + 51 VERTEBRES	147	13,93	3,35	26,34	0,89	74,93	7,50
DIFFERENCE 95 %		NON t = 0,23		NON t = 0,69		NON t = 0,29	

TABLEAU 3. - Comparaison des individus à 50 et 51 vertèbres pour :
- les longueurs standard moyennes (\overline{LS} cm),
- les indices céphaliques moyens (\overline{IC}),
- le nombre moyen de branchiospines (NBS).

	N	REGRESSION DE IC SELON LS				REGRESSION DE NBS SELON LS			
		r	a	b	S_a	r	a	b	S_a
50 VERTEBRES	68	0,83**	0,220**	29,46	0,018	0,83**	1,696**	51,36	0,138
51 VERTEBRES	79	0,77**	0,205**	29,14	0,022	0,86**	2,047**	46,39	0,141
50 + 51 VERTEBRES	147	0,80**	0,211**	29,28	0,013	0,84**	1,888**	48,63	0,101
DIFFERENCE 95 %		NON				NON			

TABLEAU 4. - Comparaison des individus à 50 et 51 vertèbres pour :
- la régression du nombre de branchiospines (NBS) selon la longueur standard (LS),
- la régression de l'indice céphalique (IC) selon la longueur standard (LS).

	N	TAILLES				POIDS		REGRESSION DE log W SELON log LT			
		\overline{LS}	σ	\overline{LT}	σ	\overline{W}	σ	r	a	b	S_a
MALES	55	15,86	0,69	18,92	0,86	71,50	10,89	0,939**	3,181**	-5,09	0,157
FEMELLES	45	16,21	0,75	19,42	0,84	78,02	10,65	0,947**	2,938**	-4,36	0,359
MALES + FEMELLES	100	16,03	0,74	19,15	0,88	74,44	11,21	0,946**	3,109**	-4,88	0,255
DIFFERENCE 95 %		OUI t = 2,43		OUI t = 2,94		OUI t = 3,01		NON			

TABLEAU 5. - Comparaison des individus mâles et femelles du groupe B pour :
- les longueurs standard moyennes (\overline{LS}),
- les longueurs totales moyennes (\overline{LT}),
- les poids moyens (\overline{W}),
- les régressions log du poids selon log de la longueur totale.

	N	INDICE CEPHALIQUE (IC)		NOMBRE DE BRANCHIOSPINES (NBS)		NOMBRE DE VERTEBRES (NV)	
		\overline{IC}	σ	\overline{NBS}	σ	\overline{NV}	σ
MALES	67	26,13	0,74	77,27	5,37	50,43	0,58
FEMELLES	59	26,12	0,87	77,53	5,76	50,49	0,54
MALES + FEMELLES	126	26,13	0,80	77,39	5,56	50,46	0,56
DIFFERENCE 95 %		NON t = 0,06		NON t = 0,26		NON t = 0,60	

TABLEAU 6. - Comparaison des individus mâles et femelles (tous échantillons réunis) pour :

- l'indice céphalique moyen (\overline{IC}),
- le nombre moyen de branchiospines (\overline{NBS}),
- le nombre moyen de vertèbres (\overline{NV}).

	N	REGRESSION DE IC SELON LS				REGRESSION DE NBS SELON LS			
		r	a	b	S_a	r	a	b	S_a
MALES	67	-0,70**	-0,215**	29,34	0,026	0,67**	1,478**	55,22	0,203
FEMELLES	59	-0,79**	-0,236**	29,66	0,028	0,74**	1,476**	55,40	0,177
MALES + FEMELLES	126	-0,75**	-0,227**	29,52	0,017	0,71**	1,486**	55,25	0,133
DIFFERENCE 95 %		NON				NON			

TABLEAU 7. - Comparaison des individus mâles et femelles pour :

- la régression de l'indice céphalique (IC) selon la longueur standard (LS),
- la régression du nombre de branchiospines (NBS) selon la longueur standard (LS).

	N	r	a	b	S_a
GROUPE A	33	0,29	0,28	29,923	0,164
GROUPE B	106	0,36**	0,27**	30,204	0,071
GROUPE C	23	0,78**	0,48**	31,394	0,084
GROUPE A+B+C	162	0,81**	0,22**	29,388	0,013
GROUPE A+B	139	0,78**	0,22**	29,468	0,016

TABLEAU 8. - Etude de la régression de l'indice céphalique selon la longueur standard pour les différents groupes.

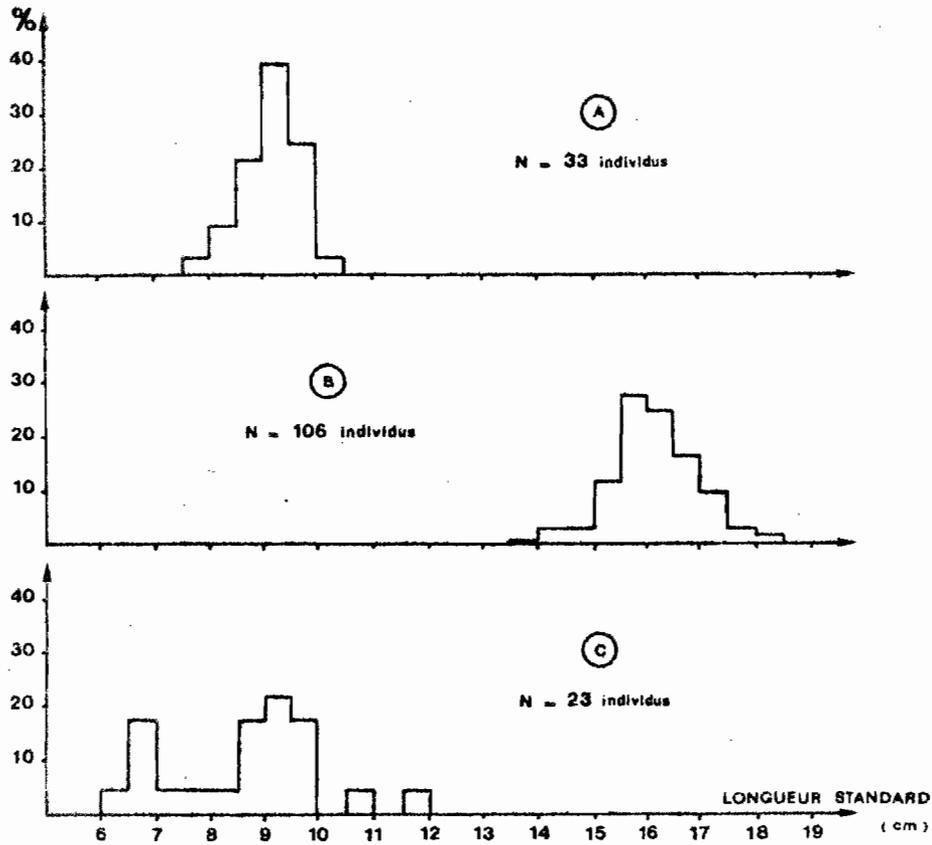


Fig.1.-Histogrammes de fréquence des longueurs standard (L.S.)
des groupes d'échantillons A , B et C;
A : saison chaude 1976,
B : milieu et fin de saison froide 1977,
C : début de saison chaude 1977.

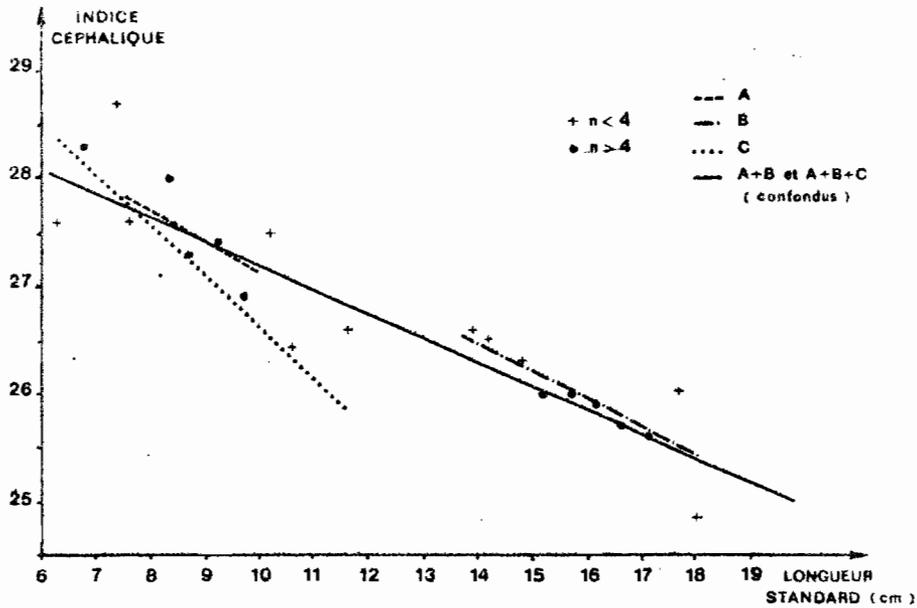


Fig.2.- Variation de l'indice céphalique en fonction de la longueur
standard pour les différents groupes d'échantillons.

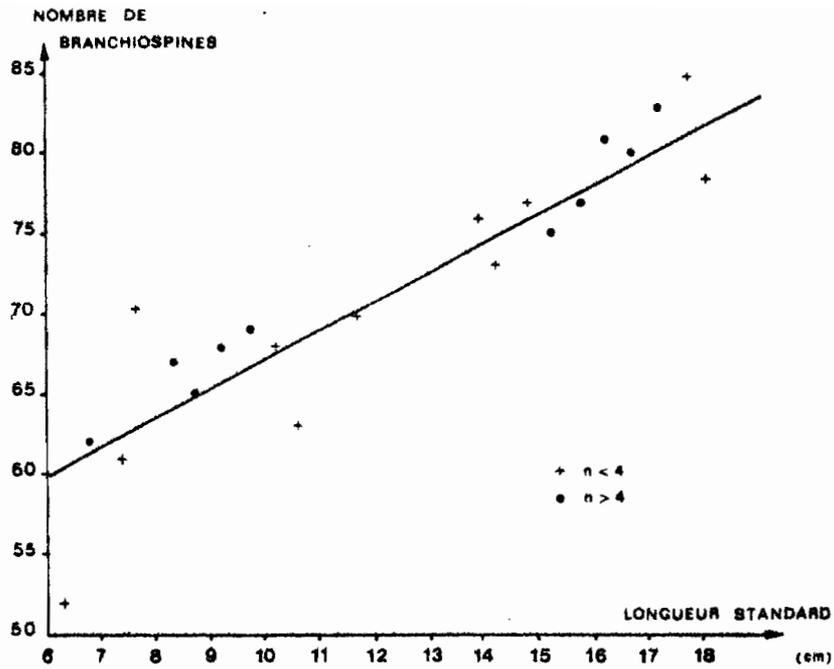


Fig.3.-Variation du nombre de branchiospines en fonction de la longueur standard (L.S.).

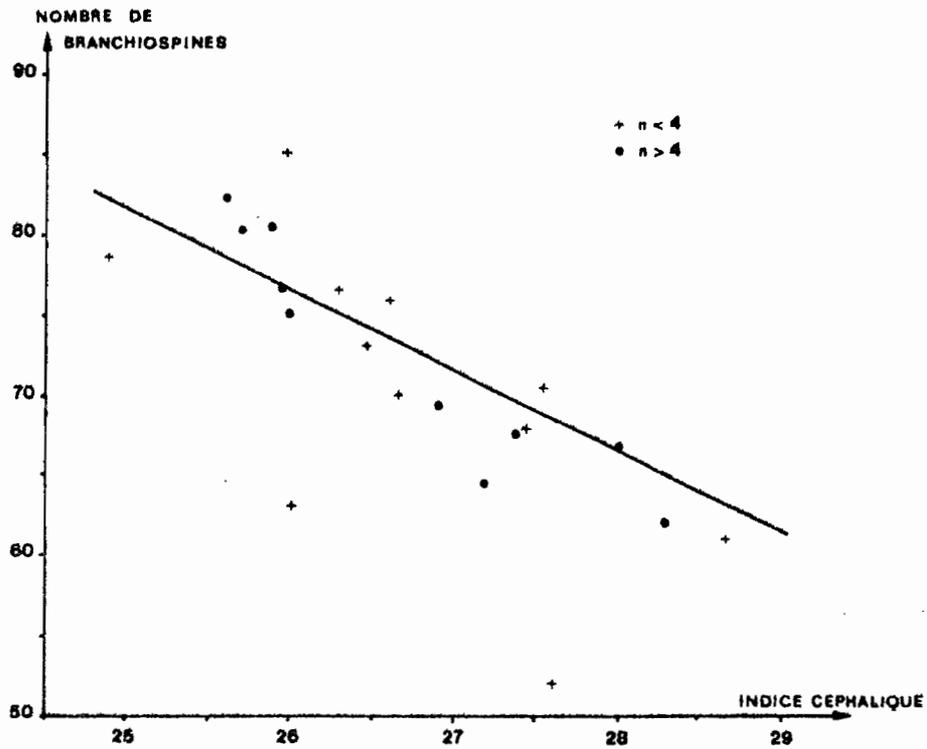


Fig.4.-Variation du nombre de branchiospines en fonction de l'indice céphalique.

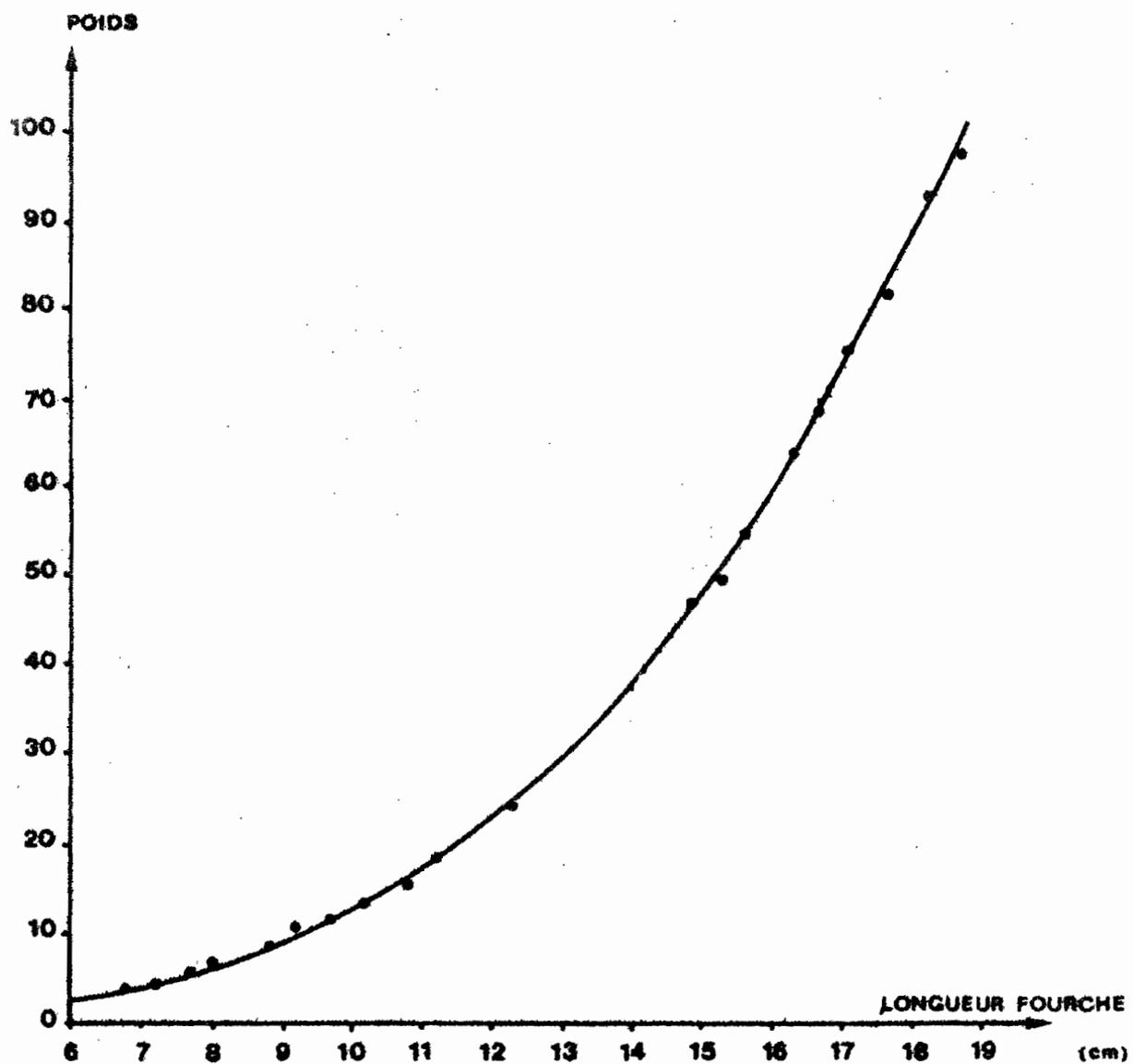


Fig.5.- Relation entre la longueur fourche (LF) et le poids du corps (W).

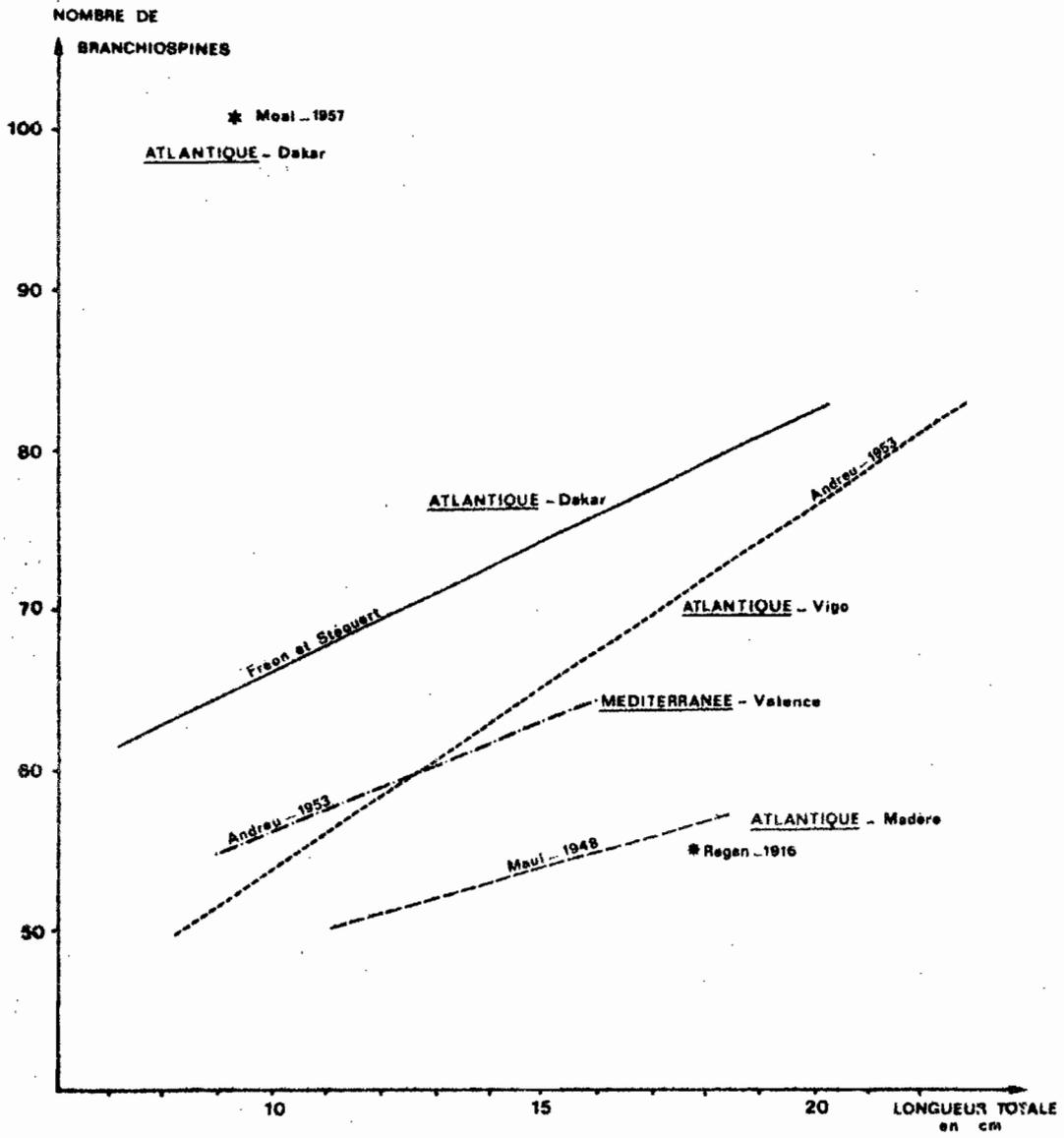


Fig.6.- Comparaison de nos résultats concernant la variation du nombre de branchiospines en fonction de la taille, avec quelques autres études.

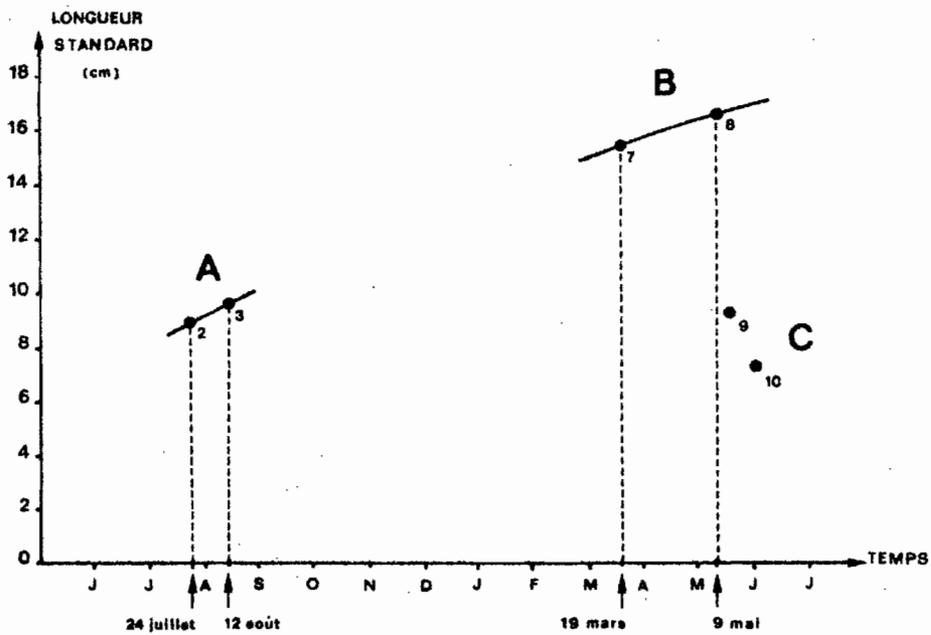


Fig.7.- Répartition temporelle des tailles modales des principaux échantillons.