

SARDINE

Notes sur la biologie et la morphologie de la sardine

(*Sardina pilchardus* WALB.)

dans le fond du Golfe de Gascogne

par

Paul V. CREAC'H, Dr. Sc.

La première partie du mémoire de M. Paul CREAC'H a été publiée dans le « RAPPORT ATLANTIQUE » Vol. CXXVI des publications du Conseil International pour l'Exploration de la Mer et dans le « MEMOIRE » n° 14 de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes parus en 1950.

Nous n'en retiendrons que les conclusions.

I. — LE MATERIEL D'ETUDE

LA MOYENNE VERTEBRALE ET SES VARIATIONS

On capture dans le fond du Golfe de Gascogne des sardines de 9 à 19 cm de longueur, les tailles les plus fréquentes étant 12, 13, 14 et 15 cm.

— Mâles et femelles y sont en nombres sensiblement égaux.

— Il n'y a aucune différence entre les moyennes vertébrales des mâles et des femelles.

— Les individus dont le nombre N de vertèbres s'éloigne de 52 (Mode) c'est-à-dire qui ont 50 ou 54 vertèbres, semblent avoir une vitalité du même ordre que les individus à N voisin de 52.

— La moyenne vertébrale trouvée pour 1.700 individus est de 52.125 ± 0.056 , nombre qui diffère nettement des résultats précédemment publiés tout en restant cependant du même ordre.

Le fond du Golfe de Gascogne est le théâtre de renouvellements continuels de la population sardinière et des populations différentes (triangles représentatifs de la fluctuation de la Moyenne Vertébrale ne se chevauchant pas) peuvent se succéder.

Ce phénomène est contrôlable si l'on compare entre eux des résultats obtenus pendant des périodes d'assez longue durée. Il est encore plus net si l'on confronte les résultats des statistiques mensuelles ou bimensuelles, bien qu'il ne se reproduise pas tous les ans et que sa durée soit variable.

Une expérimentation poussée sur une longue période permettra peut-être d'établir une relation entre le renouvellement de la population sardinière et les transgressions Atlantiques.

— On admet jusqu'ici qu'il existe une population autochtone de « Forme Aquitaniennne » qui se reproduit dans le fond du Golfe. Comme des sardines d'origine plus septentrionale (M. V. plus élevée) viennent pondre tous les ans dans les mêmes lieux, on devrait s'attendre obligatoirement à une hybridation amenant mathématiquement la disparition de la « Forme Aquitaniennne » et son remplacement par la race Atlantique Septentrionale pure.

Comme il n'en est rien, on est obligé d'expliquer cette anomalie par une seconde source d'hybridation tendant, elle, à faire baisser la M. V. Cette hybridation ne peut être le fait que d'individus apparentés à la race Atlantique méridionale et provenant, selon toute vraisemblance, de la côte Cantabrique.

Ce qui précède est valable si l'on considère que le caractère M. V. est uniquement d'origine génotypique.

La possibilité d'une origine phénotypique de l'abaissement de la M. V. a été aussi étudiée et retenue.

— Etant donné le polymorphisme des populations qui fréquentent les rives Françaises du fond du Golfe de Gascogne (raison identique à celle qui a amené FURNESTIN à nier l'individualité d'une *race Cantabrique*), nous ne croyons pas en une *Forme Aquitaniennne* de *Sardina pilchardus*. Nous pensons simplement que le fond du Golfe de Gascogne, de Gijon à l'embouchure de la Gironde, est un lieu de rencontre des races Atlantiques, Méridionale et Septentrionale, avec toutes les interpénétrations que cette rencontre implique.

Par suite d'un apport plus faible d'individus d'origine méridionale, l'influence septentrionale prédomine le long du littoral Français, alors que c'est plus souvent l'inverse qui se produit sur la côte Cantabrique.

A ceci doit se surajouter l'action probable de facteurs physico-chimiques inhérents au milieu où se produit l'éclosion.

Il découle de l'ensemble une succession de populations essentiellement variables dans le temps et l'espace, dont la M. V. ne peut être chiffrée que dans des limites trop amples et trop instables pour correspondre à la définition d'une race, voire d'une forme.

II. — MORPHOLOGIE EXTERNE EN FONCTION DE LA CROISSANCE ET DU NOMBRE DE VERTEBRES

Après FURNESTIN (1944), nous avons précisé au cours du chapitre précédent que la population du Sud du Golfe de Gascogne se renouvelle fréquemment.

Les renouvellements successifs peuvent être suivis par l'étude des variations de la Moyenne Vertébrale. Diverses considérations nous ont amené à ne pas envisager comme une individualité suffisamment fixée la forme « Aquitaniennne » de la race Atlantique Septentrionale.

Cependant il semble à première vue nécessaire, lorsqu'on s'attaque à des recherches morphologiques, de travailler sur un matériel ayant des caractères raciaux relativement fixés, assurément plus stables que ceux présentés quant à la moyenne vertébrale, par les populations du fond du Golfe de Gascogne.

Dès lors, comment et sur quelles bases poursuivre les recherches ?

CHOIX DU MATERIEL D'ETUDE

Nous avons pensé tourner la difficulté de la façon suivante : Si des caractères morphologiques externes sont liés au nombre des vertèbres, au lieu d'étudier ces caractères sur des lots contenant une distribution fluctuante d'individus à 50, 51, 52, 53 et 54 vertèbres, il est préférable d'étudier séparément l'ensemble des individus possédant le même nombre de vertèbres.

C'est ce que nous avons réalisé en nous limitant aux individus à 51, 52 et 53 vertèbres, les autres n'ayant été capturés qu'en nombre trop restreint.

CARACTERES ETUDIES

Techniques de Mensurations

Nous avons successivement étudié chez les sardines à 51, 52 et 53 vertèbres, les variations de la longueur de la tête, de la position des nageoires dorsale et ventrale et de la distance préanale, au cours de la croissance et en fonction du sexe.

L'ensemble des mensurations nécessaires fut effectué sur tous les individus examinés, ce qui rend les résultats plus homogènes.

Les sardines présentant le même nombre de vertèbres ont été rangées par classes de tailles, mesurées au millimètre près, de l'extrémité du museau, bouche close, à l'extrémité du lobe le plus long de la nageoire caudale.

La classe 10, par exemple, englobe tous les individus de 100 à 109 millimètres et ainsi de suite.

La longueur totale moyenne L_m des individus de la classe 10 ne sera pas 100 millimètres mais un nombre intermédiaire entre 100 et 109, donné par la formule :

$$L_m = \frac{\sum L}{N}$$

où L est la longueur totale de chaque individu, et N le nombre d'individus du lot.

Il est indispensable de calculer L_m exactement si l'on recherche la précision dans l'étude de rapports biologiques de la forme $\frac{L_m}{X_m}$, où X_m représente la longueur moyenne des éléments que l'on envisage de comparer à L_m .

Pour l'étude des autres caractères morphologiques externes étudiés, nous avons adopté les méthodes et la terminologie de LE GALL (1928).

Longueur de la tête. — Nous l'avons mesurée entre l'extrémité du museau (bouche close)

et l'extrémité postérieure de l'opercule, au point le plus éloigné du museau. Nous avons suivi, non pas les variations de la longueur de la tête, mais les variations du rapport :

$\text{l. c. p. l.} = \frac{100 \times T_m}{L_m}$ où T_m est la longueur moyennée de la tête pour les individus d'un lot.

Position de la nageoire dorsale. — La distance prédorsale D est mesurée de l'extrémité du museau à l'extrémité antérieure de la dorsale. La position de la dorsale est caractérisée par le rapport :

$D_i = \frac{L_m}{D_m}$ où D_m est la distance prédorsale moyenne, soit :

$$D_m = \frac{\sum D}{N}$$

Position de la nageoire ventrale. — La distance préventrale V est mesurée de l'extrémité du museau à l'extrémité antérieure de la nageoire ventrale.

La position relative de la ventrale est précisée par le rapport : $V_i = \frac{L_m}{V_m}$ où V_m est la distance préventrale moyenne.

Position de l'anus. — Par analogie avec ce qui précède, la position relative de l'anus est indiquée par le rapport :

$A_i = \frac{L_m}{A_m}$ où A_m est la distance préanale moyenne.

PRESENTATION DES RESULTATS

Afin de faciliter la comparaison des différents résultats entre eux, nous les avons groupés en séries, autant qu'il était possible, d'abord de la façon suivante :

- Par classe de taille,
- Puis : Par classe vertébrale et par sexe ;
- Par classe vertébrale, sans tenir compte du sexe.

Nous avons rassemblé en un tableau les chiffres indiquant le nombre d'individus à l'intérieur de chaque catégorie et la longueur totale moyenne correspondante en centimètres.

Taille en cm	Sexe	51 vertèbres		52 vertèbres		53 vertèbres	
		Nombre d'individus	Longueur totale moyenne	Nombre d'individus	Longueur totale moyenne	Nombre d'individus	Longueur totale moyenne
10	Mâles	4	10,32	23	10,54	15	10,72
	Femelles	3	10,50	13	10,65	13	10,63
	Totalité	7	10,40	36	10,61	28	10,67
11	Mâles	5	11,50	42	11,50	26	11,40
	Femelles	7	11,54	50	11,39	34	11,47
	Totalité	12	11,51	92	11,44	60	11,44
12	Mâles	16	12,62	85	12,54	45	12,51
	Femelles	14	12,58	70	12,46	30	12,43
	Totalité	30	12,61	155	12,50	75	12,47
13	Mâles	34	13,45	101	13,40	48	13,42
	Femelles	26	13,50	85	13,42	32	13,40
	Totalité	60	13,47	186	13,41	80	13,41
14	Mâles	29	14,52	98	14,53	44	14,48
	Femelles	49	14,41	106	14,40	25	14,46
	Totalité	78	14,45	204	14,46	69	14,47
15	Mâles	27	15,33	106	15,29	58	15,34
	Femelles	25	15,37	81	15,37	38	15,42
	Totalité	52	15,35	187	15,32	96	15,37
16	Mâles	8	16,20	30	16,33	18	16,21
	Femelles	16	16,37	36	16,35	16	16,32
	Totalité	24	16,31	66	16,34	34	16,28

TABLEAU I. — *Longueur totale moyenne de chacun des groupes d'exemplaires étudiés pour chaque classe de taille.*

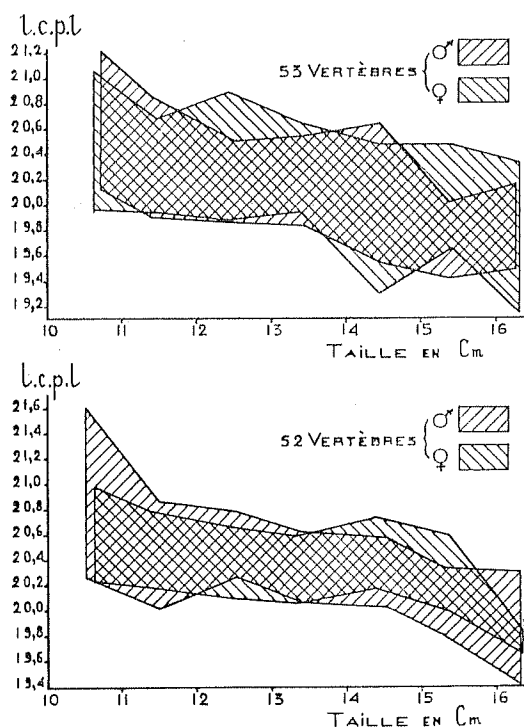
LONGUEUR DE LA TÊTE

En règle générale, on note chez les jeunes, une tête proportionnellement plus longue que chez les individus âgés.

D'autre part, selon FAGE (1920), les sardines mâles auraient tendance, pour une même taille, à avoir la tête plus longue que les femelles. Ce fait n'a été que partiellement confirmé par BELLOC et DESBROSSES (1930) qui insistaient sur le manque de constance de ce caractère.

Nos résultats, consignés dans le Tableau II (1), nous permettent de noter :
— Aucune différence mathématiquement nette entre les individus des 2 sexes et d'une même taille à l'intérieur d'une même classe vertébrale. Au cours de la croissance, tantôt les mâles, tantôt les femelles, ont une valeur de l.c.p.l. plus élevée, mais la fluctuation de la moyenne les lie toujours.

(1) Lorsque les exemplaires d'une catégorie se trouvent être en nombre très restreint, tant ici que dans les tableaux suivants, seule est notée la moyenne arithmétique des caractères ou rapports étudiés, mais la fluctuation probable n'en a pas été calculée.



Ceci est concrétisé dans la figure 1.
— Une tendance générale de l.c.p.l. vers des valeurs plus basses au cours de l'augmentation de la taille.

Cette tendance s'affirme chez les sujets femelles à 52 vertèbres où l.c.p.l. est nettement plus faible pour $L = 16$ cm (fig 1 courbe inférieure).

— Aucune différence *mathématiquement* nette entre les sujets de même taille et de même sexe mais ayant 51, 52 ou 53 vertèbres.

Fig. 1 ci-contre — Bandes de fluctuations des valeurs moyennes de l.c.p.l. au cours de la croissance des sardines mâles et femelles, à 52 et 53 vertèbres.

La flèche indique les coordonnées pour lesquelles le rapport l.c.p.l. cesse d'être lié par la fluctuation de la moyenne aux valeurs correspondantes relatives aux petites tailles.

Taille en cm	Sexe	51 Vertèbres	52 Vertèbres	53 Vertèbres
10	Mâles	20,80	20,93 \pm 0,67	20,67 \pm 0,54
	Femelles	20,92	20,60 \pm 0,38	20,51 \pm 0,54
	Totalité	20,87	20,73 \pm 0,33	20,58 \pm 0,41
11	Mâles	20,49	20,47 \pm 0,40	20,39 \pm 0,48
	Femelles	20,62	20,48 \pm 0,30	20,32 \pm 0,37
	Totalité	20,54	20,48 \pm 0,25	20,35 \pm 0,27
12	Mâles	20,54 \pm 0,69	20,52 \pm 0,26	20,19 \pm 0,32
	Femelles	20,75	20,38 \pm 0,28	20,39 \pm 0,50
	Totalité	20,61 \pm 0,57	20,46 \pm 0,20	20,27 \pm 0,27
13	Mâles	20,50 \pm 0,43	20,34 \pm 0,28	20,20 \pm 0,36
	Femelles	20,38 \pm 0,45	20,31 \pm 0,26	20,30 \pm 0,35
	Totalité	20,45 \pm 0,32	20,32 \pm 0,20	20,24 \pm 0,26
14	Mâles	20,27 \pm 0,51	20,29 \pm 0,28	20,09 \pm 0,55
	Femelles	20,62 \pm 0,44	20,45 \pm 0,28	19,88 \pm 0,59
	Totalité	20,49 \pm 0,34	20,38 \pm 0,20	20,01 \pm 0,36
15	Mâles	20,23 \pm 0,49	20,07 \pm 0,27	19,73 \pm 0,30
	Femelles	20,37 \pm 0,56	20,29 \pm 0,30	20,07 \pm 0,41
	Totalité	20,30 \pm 0,37	20,17 \pm 0,21	19,86 \pm 0,26
16	Mâles	20,21	19,90 \pm 0,51	19,83 \pm 0,34
	Femelles	20,03 \pm 0,64	19,73 \pm 0,09	19,75 \pm 0,59
	Totalité	20,09 \pm 0,56	19,81 \pm 0,29	19,79 \pm 0,34

TABLEAU II. — Valeurs de l.c.p.l. au cours de la croissance, envisagée soit pour chaque sexe séparément, soit sans tenir compte du sexe et à l'intérieur de chaque classe vertébrale.

Toutefois, si l'on n'envisage que des valeurs moyennes de l.c.p.l. sans tenir compte de leur fluctuation, on est frappé par le fait que sur 42 chiffres indiquant les valeurs du rapport en fonction du sexe (Tableau II) pour 7 tailles différentes, 39 répondent à l'inégalité :

$$\text{l.c.p.l. (51 vertèbres)} > \text{l.c.p.l. (52 vertèbres)} > \text{l.c.p.l. (53 vertèbres)}$$

Les exceptions à cette loi sont de faible valeur numérique, pour $L = 13$ (53 vertèbres) et $L = 16$ (53 vertèbres), ou proviennent d'une catégorie où le petit nombre des exemplaires laisse planer une certaine incertitude [$L = 10$ (51 vertèbres)].

Puisqu'il ne semble pas exister de différences sensibles entre la longueur de la tête chez des animaux possédant la même taille et le même nombre de vertèbres, mais appartenant à des sexes différents, il nous a paru raisonnable de les grouper. Les calculs de probabilités effectués sur un plus grand nombre d'échantillons pour chaque catégorie, permettraient peut-être de mieux affirmer certains caractères.

Le nombre d'échantillons étudiés et leur longueur moyenne sont indiqués pour chaque cas dans le Tableau I sous la rubrique « totalité ».

Sous la même rubrique, le tableau II rend compte des nouveaux résultats obtenus sans tenir compte du sexe. Ces résultats sont repris dans la fig. 2.

— A l'exception des sujets à 51 vertèbres dont le nombre était trop restreint pour que le phénomène puisse être étudié avec netteté, les sujets à 52 et 53 vertèbres accusent une diminution indiscutable entre les rapports l.c.p.l. calculés pour $L = 10$ et $L = 15$ ou 16 cm.

La diminution de l.c.p.l. est plus nette lorsque la sardine dépasse la taille de 14 cm (fig. 2).

Cependant le groupement des individus, sans tenir compte du sexe, fait-il apparaître des différences entre l.c.p.l. des différentes classes vertébrales, pour une même taille ?

Mathématiquement non, puisque les bandes de fluctuations chevauchent.

Pourtant, notons (fig. 5 courbes inférieures) que les sardines à 51 vertèbres ont une nette *tendance* (1) à avoir un rapport l.c.p.l. plus élevé que celles à 53 vertèbres.

(1) Au cours de notre exposé nous appelons *tendance* le fruit d'une concordance soutenue des résultats dans un sens déterminé, sans que ces résultats soient séparés entre eux par la fluctuation probable de la moyenne.

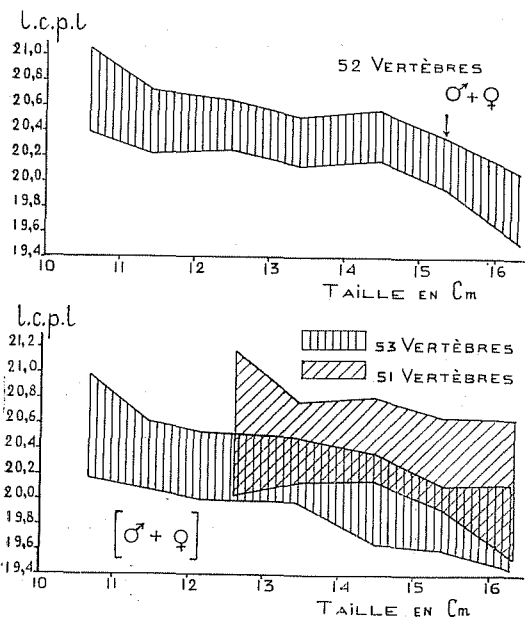


Fig. 2 — Bandes de fluctuations des valeurs moyennes de l.c.p.l. au cours de la croissance des sardines à 52 vertèbres (courbe supérieure) puis à 51 et 53 vertèbres (courbes inférieures) sans tenir compte du sexe.

Les bandes relatives à 51 et 53 vertèbres ont une nette tendance à se détacher.

Enfin, si l'on envisage à nouveau les seules valeurs moyennes de l.c.p.l. sans tenir compte des fluctuations probables, l'inégalité ci-dessus est vérifiée, pour chaque taille (fig. 3).

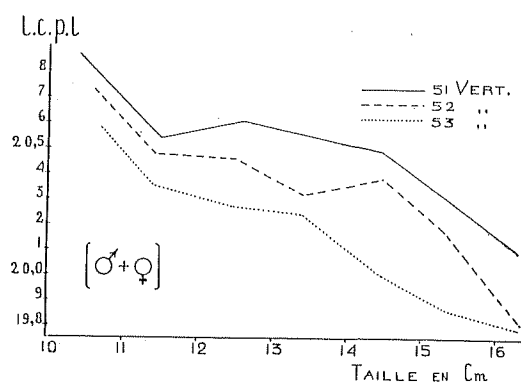


Fig. 3 — Valeurs moyennes de l.c.p.l. (sans tenir compte du sexe) au cours de la croissance des sardines à 51, 52 et 53 vertèbres.

Par cette remarquable constance, nos résultats sont à rapprocher de ceux de DE BUEN (1937) qui note : « Les sardines mesurant 160 à 169 mm provenant de Setubal (1) diffèrent de celles du Golfe de Gascogne en ce qui concerne la moyenne (de l.c.p.l.) et leur fluctuation ».

Ce rapprochement prend toute sa signification si l'on place à côté des résultats de DE BUEN les chiffres qu'il rassemble au cours du même mémoire, relatifs à la moyenne vertébrale de ces sardines, ainsi que les données s'étendant à l'ensemble de la population étudiée par nous.

Localité	L.C.P.L.	Moyenne vertébrale	Auteur
Sétubal	22,20 \pm 0,42	51,30 \pm 0,21	de Buen 1937
Fond du Golfe	19,85 \pm 0,21	52,125 \pm 0,056	Créac'h

Devant ce faisceau de résultats concordants, il nous paraît possible de conclure :
— Que les caractères « longue Tête » et « Faible Moyenne Vertébrale » sont liés chez *Sardina pilchardus*.

— Que le rapport l.c.p.l. tend à décroître au fur et à mesure que le nombre de vertèbres augmente chez les individus d'une même taille.

Il s'en suit que les populations de race Atlantique Méridionale (Mode : 51 vertèbres) ont la tête proportionnellement plus longue que celles du fond du Golfe de Gascogne toujours fortement imprégnées des caractères de la race Atlantique Septentrionale (Mode : 52 vertèbres).

Ainsi donc, tout comme la moyenne vertébrale, le rapport l.c.p.l. devrait permettre d'identifier l'origine d'une population. Malheureusement, ce rapport est bien plus fluctuant que ne l'est le nombre de vertèbres ; aussi la quantité d'individus qu'il deviendrait nécessaire d'examiner serait-elle hors de proportion avec un résultat qui peut être obtenu bien plus aisément et avec plus de précision par le décompte des vertèbres d'un nombre bien moins considérable d'exemplaires.

POSITION DE LA NAGEOIRE DORSALE

FAGE (1920) observe peu de variations de Di chez les exemplaires de la même

(1) Port situé un peu au Sud de Lisbonne.

provenance ; par contre, il note des différences chez des sardines capturées dans des ports éloignés.

DE BUEN (1937) observe une croissance régulière de la distance prédorsale, en rapport avec la longueur totale des sardines.

SANCHEZ (1933) démontre que les exemplaires de 10 à 20 cm provenant de Vigo et de Isla Christinia (S. W. de l'Espagne) possèdent une distance prédorsale plus grande que ceux de Santander. A Saint-Jean-de-Luz, ARNÉ (1929) trouve : $2,5 < Di < 2,9$.

Il publie des indices moyens qui semblent diminuer un peu, mais irrégulièrement à mesure que la longueur totale des exemplaires augmente.

D'après DESBROSSES (1933) « La dorsale semble reculer peu à peu au cours de la croissance », Di étant plus faible chez les sardines de grande taille.

D'autres auteurs (LE GALL 1928, BELLOC 1930 et 1932) ont publié des valeurs de Di relatives à la race Atlantique Septentrionale mais n'ont pas suivi les variations éventuelles de ce rapport au cours de la croissance.

Nos résultats sont condensés dans le tableau III.

Tous les chiffres sont liés entre eux par la fluctuation de la moyenne, ce qui semble à première vue confirmer les résultats de de Buen, à savoir la croissance régulière de la distance prédorsale en rapport avec la longueur totale.

Taille en cm	Sexe	Valeurs de Di		
		51 Vertèbres	52 Vertèbres	53 Vertèbres
10	Mâles	2,753	2,728 \pm 0,071	2,718 \pm 0,086
	Femelles	2,739	2,732 \pm 0,058	2,727 \pm 0,071
	Totalité	2,747	2,730 \pm 0,041	2,723 \pm 0,056
11	Mâles	2,738	2,743 \pm 0,048	2,732 \pm 0,048
	Femelles	2,734	2,721 \pm 0,042	2,731 \pm 0,041
	Totalité	2,736	2,731 \pm 0,032	2,731 \pm 0,042
12	Mâles	2,707 \pm 0,057	2,713 \pm 0,029	2,747 \pm 0,058
	Femelles	2,766	2,720 \pm 0,035	2,719 \pm 0,078
	Totalité	2,727 \pm 0,056	2,716 \pm 0,023	2,737 \pm 0,047
13	Mâles	2,704 \pm 0,050	2,723 \pm 0,029	2,721 \pm 0,036
	Femelles	2,708 \pm 0,058	2,704 \pm 0,032	2,708 \pm 0,051
	Totalité	2,705 \pm 0,038	2,714 \pm 0,022	2,716 \pm 0,030
14	Mâles	2,705 \pm 0,054	2,718 \pm 0,027	2,721 \pm 0,038
	Femelles	2,702 \pm 0,022	2,699 \pm 0,025	2,717 \pm 0,062
	Totalité	2,703 \pm 0,030	2,708 \pm 0,018	2,719 \pm 0,033
15	Mâles	2,718 \pm 0,052	2,718 \pm 0,016	2,744 \pm 0,030
	Femelles	2,699 \pm 0,054	2,704 \pm 0,031	2,705 \pm 0,036
	Totalité	2,709 \pm 0,038	2,712 \pm 0,020	2,728 \pm 0,025
16	Mâles	2,711	2,718 \pm 0,054	2,720 \pm 0,039
	Femelles	2,706 \pm 0,072	2,685 \pm 0,035	2,687 \pm 0,057
	Totalité	2,708 \pm 0,053	2,700 \pm 0,033	2,704 \pm 0,037

TABLEAU III. — Valeurs de Di au cours de la croissance, envisagés soit pour chaque sexe séparément, soit sans tenir compte du sexe et à l'intérieur de chaque classe vertébrale.

Il serait donc impossible de déterminer une différence entre les exemplaires à 51, 52 ou 53 vertèbres, quelle que soit leur taille ou leur sexe.

Si l'on ne considère seulement que les moyennes brutes, on remarquera que sur 17 cas où mâles ou femelles furent étudiés comparativement, D_i fut légèrement supérieur 13 fois chez les mâles.

Enfin, l'étude de D_i par classe vertébrale et par taille sans tenir compte du sexe (rubrique « totalité » du tableau III) nous a permis de retrouver ici les résultats publiés par DESBROSSES, relatifs à la sardine de la côte Sud de la Bretagne.

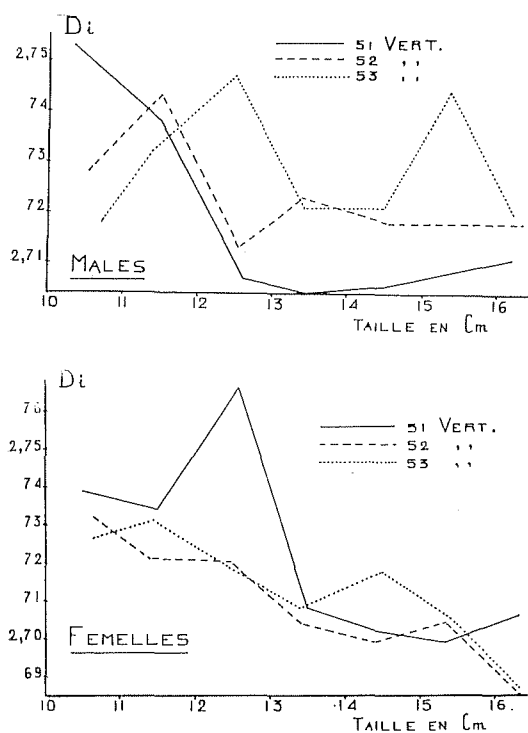


Fig. 4 — Valeurs moyennes en D_i au cours de la croissance des sardines mâles (en haut) et femelles (en bas) à 51, 52 et 53 vertèbres.

— La dorsale recule légèrement au cours de la croissance, mais de façon très irrégulière. D'autre part, tandis que les sardines à 51 vertèbres accusent déjà un développement de D du type adulte pour $L = 10$ cm, les exemplaires à 52 et 53 vertèbres ont encore un développement du type larvaire qu'ils manifesteront jusqu'à $L = 11$ et $L = 12$ cm (changement du signe de la pente de la courbe représentative de D_i).

Plus tardivement, et cela en relation certaine avec le stade de développement sexuel, une période de croissance de D du type larvaire se manifeste encore pour $L = 14$ cm (femelles à 53 vertèbres) puis pour $L = 15$ cm (mâles à 51 et 53 vertèbres) (fig. 4).

A titre de comparaison avec nos chiffres, nous rappellerons les résultats relatifs au Golfe de Gascogne, indiqués par les principaux auteurs.

Valeurs de D_i pour $L = 160$ à 169 mm

<i>Auteurs</i>	<i>Lieu de pêche</i>	<i>D_i</i>
FAGE (1920)	Golfe de Gascogne	2,66
ARNE (1929)	Saint-Jean-de-Luz	2,69
BELLOC (1932)	Les Sables d'Olonne	2,67 ± 0,01
BELLOC (1932)	La Rochelle	2,73
DESBROSSES (1933)	Le Croisic	2,70
DESBROSSES (1933)	Lorient	2,73
SANCHEZ (1933)	Santander (Juin)	2,88
	— (Août)	2,77

POSITION DE LA NAGEOIRE VENTRALE

Les différentes valeurs de V_i publiées antérieurement pour le Golfe de Gascogne varient dans des proportions relativement faibles. BELLOC (1932) signale des différences locales nettement séparées par les fluctuations de la moyenne, entre les sardines des Sables d'Olonne ($V_i = 2,33 \pm 0,01$) et celles de La Rochelle ($V_i = 2,40 \pm 0,05$). Par contre, DESBROSSES (1933) ne signale aucune différence sensible dans le secteur Le Croisic-Lorient.

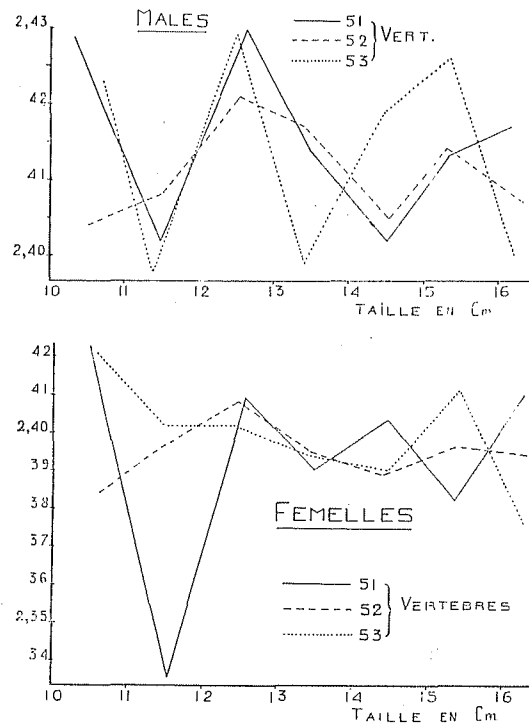


Fig. 5 — Valeurs moyennes de V_i au cours de la croissance des sardines mâles (en haut) et femelles (en bas) à 51, 52 et 53 vertèbres.

Cependant, à ne considérer que les valeurs moyennes de V_i sans tenir compte des fluctuations probables, on notera que sur 21 cas où mâles et femelles furent étudiés comparativement, (Tableau IV), ce rapport fut 19 fois supérieur chez les mâles. Il est possible que l'examen d'un nombre considérable d'individus transforme cette *tendance* en fait établi.

D'autre part, l'étude graphique des valeurs moyennes brutes de V_i (fig. 5) met en évidence l'irrégularité de croissance de la distance préventrale.

Pour SANCHEZ (1933) étudiant les sardines de Santander, et pour de DE BUEN (1937) « La distance préventrale croît plus lentement jusqu'à 150 mm, que quand cette taille est dépassée ».

ARNE (1929) étudiant un matériel prélevé dans les mêmes parages que le nôtre, aboutit sensiblement aux mêmes résultats que nous (Tableau IV).

Les chiffres indiquant les valeurs de V_i sont liés entre eux par la fluctuation de la moyenne, et il nous est impossible de prouver mathématiquement une différence entre les exemplaires à 51, 52 ou 53 vertèbres, quelles que soient leur taille ou leur sexe.

Taille en cm	Sexe	Valeurs de V_i		
		51 Vertèbres	52 Vertèbres	53 Vertèbres
10	Mâles	2,429	2,404 \pm 0,077	2,423 \pm 0,042
	Femelles	2,423	2,384 \pm 0,051	2,421 \pm 0,041
	Totalité	2,426	2,392 \pm 0,045	2,442 \pm 0,040
11	Mâles	2,402	2,408 \pm 0,043	2,398 \pm 0,051
	Femelles	2,336	2,395 \pm 0,041	2,402 \pm 0,051
	Totalité	2,374	2,401 \pm 0,029	2,400 \pm 0,036
12	Mâles	2,430 \pm 0,084	2,421 \pm 0,025	2,429 \pm 0,049
	Femelles	2,409	2,408 \pm 0,034	2,402 \pm 0,064
	Totalité	2,423 \pm 0,060	2,415 \pm 0,020	2,418 \pm 0,039
13	Mâles	2,414 \pm 0,050	2,417 \pm 0,035	2,399 \pm 0,036
	Femelles	2,390 \pm 0,047	2,395 \pm 0,026	2,394 \pm 0,052
	Totalité	2,404 \pm 0,036	2,406 \pm 0,020	2,397 \pm 0,030
14	Mâles	2,402 \pm 0,040	2,405 \pm 0,023	2,419 \pm 0,035
	Femelles	2,403 \pm 0,038	2,389 \pm 0,022	2,390 \pm 0,079
	Totalité	2,403 \pm 0,029	2,397 \pm 0,016	2,408 \pm 0,037
15	Mâles	2,413 \pm 0,051	2,414 \pm 0,022	2,426 \pm 0,027
	Femelles	2,382 \pm 0,051	2,396 \pm 0,026	2,411 \pm 0,030
	Totalité	2,398 \pm 0,038	2,406 \pm 0,017	2,420 \pm 0,021
16	Mâles	2,417	2,407 \pm 0,034	2,400 \pm 0,036
	Femelles	2,410 \pm 0,048	2,394 \pm 0,034	2,376 \pm 0,053
	Totalité	2,411 \pm 0,039	2,400 \pm 0,024	2,389 \pm 0,033

TABLEAU IV. — Valeurs de V_i au cours de la croissance envisagée soit pour chaque sexe séparément, soit sans tenir compte du sexe, et à l'intérieur de chaque classe vertébrale.

Voici à titre comparatif quelques autres résultats relatifs au Golfe de Gascogne :

Valeurs de V_i pour $L = 160$ à 169 mm

Auteurs	Lieu de pêche	V_i
ARNÉ (1929)	Saint-Jean-de-Luz	2,30
LE GALL (1930)	Concarneau	2,40
BELLOC (1932)	Les Sables d'Olonne	2,33 \pm 0,01
BELLOC (1932)	La Rochelle	2,40 \pm 0,05
DESBROSSES (1933)	Le Croisic	2,43
DESBROSSES (1933)	Lorient	2,40

POSITION DE L'ANUS

Les chiffres fournis par ARNÉ (1929) pour la valeur de A_i , indiquent une diminution de ce rapport lorsque la taille croît. Ce fait est confirmé par DESBROSSES (1933) qui, en outre, ne trouve aucune différence entre les sardines de même taille capturées en des points différents du secteur Le Croisic-Lorient.

Pour SANCHEZ (1933) confirmé par DE BUEN (1937), « l'espace préanal croît avec une régularité maxima quand la taille de la sardine augmente ».

Enfin, entre l'embouchure de la Loire et celle de la Gironde, BELLOC et DESBROSSES (1930) constatent que, chez la femelle la distance préanale est plus grande que chez le mâle.

Ai est donc supérieur chez le mâle.

Voici nos résultats. (Tableau V).

Taille en cm	Sexe	Valeurs de Ai		
		51 Vertèbres	52 Vertèbres	53 Vertèbres
10	Mâles	1,632	1,627 \pm 0,053	1,645 \pm 0,041
	Femelles	1,640	1,641 \pm 0,023	1,649 \pm 0,047
	Totalité	1,635	1,635 \pm 0,026	1,648 \pm 0,033
11	Mâles	1,639	1,647 \pm 0,024	1,650 \pm 0,031
	Femelles	1,653	1,641 \pm 0,022	1,639 \pm 0,029
	Totalité	1,645	1,644 \pm 0,016	1,644 \pm 0,022
12	Mâles	1,625 \pm 0,039	1,635 \pm 0,015	1,643 \pm 0,025
	Femelles	1,626	1,634 \pm 0,018	1,643 \pm 0,040
	Totalité	1,625 \pm 0,031	1,635 \pm 0,011	1,643 \pm 0,024
13	Mâles	1,624 \pm 0,028	1,633 \pm 0,017	1,632 \pm 0,022
	Femelles	1,616 \pm 0,028	1,623 \pm 0,017	1,631 \pm 0,027
	Totalité	1,620 \pm 0,021	1,628 \pm 0,013	1,631 \pm 0,018
14	Mâles	1,617 \pm 0,024	1,618 \pm 0,014	1,635 \pm 0,023
	Femelles	1,616 \pm 0,017	1,616 \pm 0,014	1,620 \pm 0,030
	Totalité	1,617 \pm 0,014	1,617 \pm 0,010	1,630 \pm 0,019
15	Mâles	1,609 \pm 0,026	1,618 \pm 0,013	1,625 \pm 0,019
	Femelles	1,606 \pm 0,026	1,612 \pm 0,016	1,614 \pm 0,023
	Totalité	1,608 \pm 0,019	1,615 \pm 0,010	1,621 \pm 0,015
16	Mâles	1,606	1,612 \pm 0,025	1,618 \pm 0,031
	Femelles	1,607 \pm 0,033	1,604 \pm 0,024	1,610 \pm 0,027
	Totalité	1,606 \pm 0,026	1,607 \pm 0,017	1,614 \pm 0,022

TABLEAU V. — Valeurs de Ai au cours de la croissance envisagées soit pour chaque sexe séparément, soit sans tenir compte du sexe, et à l'intérieur de chaque classe vertébrale.

Au point de vue purement mathématique, aucune conclusion n'est possible ; tous les chiffres sont liés par la fluctuation de la moyenne, tant sur une même ligne que dans une même colonne.

— Cependant, l'examen des valeurs moyennes de Ai envisagées sans tenir compte de la fluctuation probable nous permet de noter que sur 21 cas où la valeur de Ai fut étudiée comparativement chez les mâles et les femelles, elle fut trouvée 15 fois supérieure chez les mâles, ce qui confirme les résultats de BELLOC et DESBROSSES.

— La valeur de Ai a une tendance générale à diminuer au cours de la croissance de la sardine, qu'elle ait 51, 52 ou 53 vertèbres, et quel que soit son sexe (fig. 6). Ceci est en accord avec les résultats de ARNÉ et de DESBROSSES.

— L'examen de la fig. 6 montre en outre que chez les jeunes mâles, l'inversion

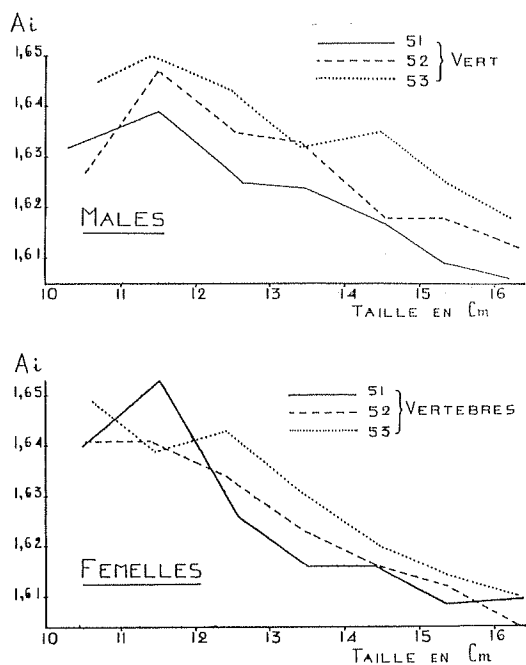


Fig. 6 — Valeurs moyennes de Ai au cours de la croissance des sardines mâles (en haut) et femelles (en bas) à 51, 52 et 53 vertèbres.

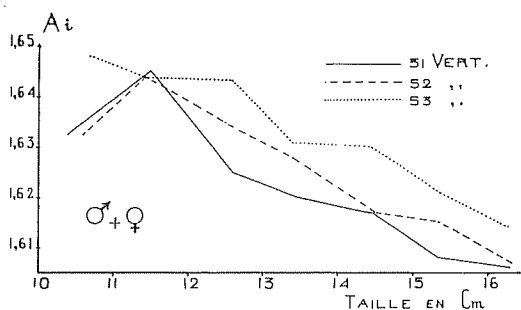


Fig. 7 — Valeurs moyennes de Ai (sans tenir compte du sexe) au cours de la croissance des sardines à 51, 52 et 53 vertèbres.

ETUDE DE LA TOTALITE DE LA POPULATION

Les résultats qui précèdent, obtenus après séparation des captures en groupes d'exemplaires à 51, 52 et 53 vertèbres nous ont permis de dégager quelques « tendances morphologiques » ou encore de confirmer et d'interpréter les résultats antérieurement obtenus par d'autres chercheurs.

Il nous a paru utile, afin de compléter ces recherches et de comparer entre elles les données acquises suivant les mêmes techniques, de confronter avec ces chiffres antérieurs ceux que l'on obtient sur l'ensemble de nos échantillons recueillis de Janvier 1946 à Juillet 1947.

du signe de la pente de la courbe représentative de Ai (passage du type larvaire au type adulte) se produit quand les individus atteignent une Longueur Totale moyenne de 11 cm, 5.

Un fait identique se manifeste pour les femelles à 51 vertèbres de même taille tandis que celles de 52 et 53 vertèbres présentent déjà le type « adulte » d'évolution de Ai,

Si l'on groupe les exemplaires d'une même taille sans tenir compte du sexe, on a toujours chez les adultes (sauf dans le cas de $L = 14$ cm où les valeurs sont égales pour 51 et 52 Vertèbres) l'inégalité suivante (fig. 7) : Ai (51 vertèbres) < Ai (52 vertèbres) < Ai (53 vertèbres).

Le caractère « Distance Préanale Longue Proportionnellement à la Longueur Totale » semble lié au caractère « Nombre Faible de Vertèbres » (ou Moyenne Vertébrale Basse).

Cette tendance qui apparaît déjà lors de l'examen des résultats relatifs aux sexes étudiés séparément se dégage plus nettement lorsqu'on ne tient pas compte du sexe.

Nous allons donc envisager les mêmes caractères morphologiques que précédemment mais sans tenir compte de la moyenne vertébrale.

Rappelons que l'ensemble des sardines étudiées n'appartient pas à une variété ou une forme fixée, mais qu'elle est constituée d'une succession de populations dont le mode vertébral est 52 (donc à majorité d'individus de race Atlantique Septentrionale) plus ou moins mélangées à des apports de type Atlantique Méridionale. La moyenne vertébrale générale fut de $52,125 \pm 0,056$: elle est identique chez les mâles et les femelles.

Les indications relatives au nombre d'exemplaires examinés par classe de taille, ainsi que la longueur totale moyenne exacte correspondante sont indiquées dans le Tableau VI.

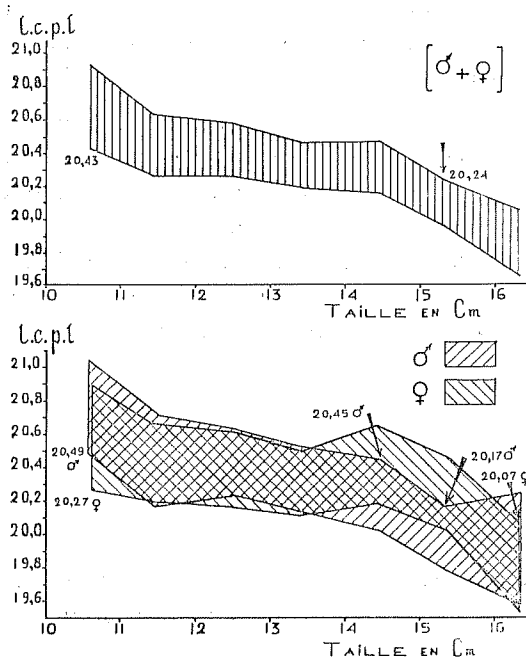
Taille en cm	Sexe	Nombres d'individus	Longueur totale moyenne exacte
10	Mâles	54	10,58
	Femelles	29	10,63
	Totalité	83	10,61
11	Mâles	73	11,46
	Femelles	92	11,43
	Totalité	165	11,44
12	Mâles	147	12,54
	Femelles	119	12,47
	Totalité	266	12,51
13	Mâles	189	13,42
	Femelles	145	13,43
	Totalité	334	13,42
14	Mâles	172	14,52
	Femelles	182	14,41
	Totalité	354	14,46
15	Mâles	192	15,31
	Femelles	148	15,38
	Totalité	340	15,34
16	Mâles	56	16,27
	Femelles	70	16,24
	Totalité	126	16,26

TABLEAU VI. — *Longueur totale moyenne exacte et nombre d'individus de chaque sexe par classe de taille étudiée.*

Nos résultats sont exposés dans le Tableau VII. — Comme précédemment, la rubrique « Totalité » indique que les calculs ont été effectués sur l'ensemble des exemplaires, sans tenir compte du sexe.

Taille en cm	Sexe	L.C.P.L.	Di	Vi	Ai
10	Mâles	20,82 ± 0,33	2,728 ± 0,056	2,414 ± 0,045	1,635 ± 0,033
	Femelles	20,59 ± 0,32	2,730 ± 0,041	2,401 ± 0,040	1,644 ± 0,024
	Totalité	20,68 ± 0,25	2,729 ± 0,033	2,406 ± 0,030	1,640 ± 0,019
11	Mâles	20,44 ± 0,28	2,738 ± 0,036	2,404 ± 0,031	1,648 ± 0,019
	Femelles	20,43 ± 0,23	2,725 ± 0,034	2,394 ± 0,031	1,641 ± 0,017
	Totalité	20,44 ± 0,18	2,731 ± 0,025	2,398 ± 0,022	1,644 ± 0,013
12	Mâles	20,44 ± 0,20	2,720 ± 0,025	2,423 ± 0,022	1,636 ± 0,013
	Femelles	20,40 ± 0,23	2,721 ± 0,031	2,405 ± 0,024	1,635 ± 0,016
	Totalité	20,42 ± 0,16	2,721 ± 0,019	2,416 ± 0,017	1,636 ± 0,010
13	Mâles	20,34 ± 0,20	2,718 ± 0,024	2,410 ± 0,019	1,631 ± 0,012
	Femelles	20,31 ± 0,20	2,705 ± 0,031	2,395 ± 0,023	1,623 ± 0,014
	Totalité	20,32 ± 0,14	2,712 ± 0,016	2,404 ± 0,014	1,627 ± 0,009
14	Mâles	20,23 ± 0,22	2,717 ± 0,020	2,408 ± 0,017	1,623 ± 0,011
	Femelles	20,42 ± 0,22	2,701 ± 0,020	2,393 ± 0,021	1,616 ± 0,010
	Totalité	20,32 ± 0,16	2,709 ± 0,014	2,400 ± 0,013	1,619 ± 0,008
15	Mâles	19,98 ± 0,19	2,726 ± 0,018	2,417 ± 0,017	1,619 ± 0,010
	Femelles	20,24 ± 0,22	2,704 ± 0,022	2,398 ± 0,019	1,612 ± 0,012
	Totalité	20,09 ± 0,15	2,716 ± 0,014	2,409 ± 0,013	1,616 ± 0,008
16	Mâles	19,92 ± 0,33	2,718 ± 0,034	2,406 ± 0,024	1,614 ± 0,018
	Femelles	19,80 ± 0,27	2,691 ± 0,028	2,394 ± 0,025	1,606 ± 0,016
	Totalité	19,85 ± 0,21	2,703 ± 0,023	2,399 ± 0,018	1,609 ± 0,020

TABLEAU VII. — Valeurs des différents rapports morphologiques au cours de la croissance, envisagées soit pour chaque sexe séparément, soit sans tenir compte du sexe. Il n'est pas ici, fait état des classes vertébrales; ces résultats englobent la totalité des exemplaires capturés et mesurant de 100 à 169 millimètres.



Longueur de la tête. — Précédemment une « tendance » générale vers la diminution de l.c.p.l. alors que la taille se développe, se manifestait chez les individus à 52 et 53 vertèbres. Ainsi qu'il fallait s'y attendre, elle se précise lorsqu'on étudie un plus grand nombre d'exemplaires. Les chiffres relatifs

Fig. 8 ci-contre — En bas : bandes de fluctuations des valeurs moyennes de l.c.p.l. au cours de la croissance des sardines mâles et femelles d'un ensemble d'exemplaires de moyenne vertébrale : $52, 125 \pm 0,056$.

En haut : Les deux bandes précédentes rassemblées en une seule sans tenir compte du sexe.

Les flèches indiquent les coordonnées pour lesquelles le rapport l.c.p.l. cesse d'être lié par les fluctuations de la moyenne aux valeurs correspondantes relatives aux petites tailles.

aux classes jeunes ne sont plus liés par la fluctuation de la moyenne aux classes plus âgées.

La preuve en est mathématiquement démontrée pour les deux sexes (fig. 8) et tableau VII.

Quant aux différences de longueurs inhérentes au sexe, nous n'avons pu les mettre nettement en évidence.

Notons cependant que sur 7 classes de tailles étudiées, le rapport l.c.p.l. brut est plus élevé chez le mâle pour 5 de ces classes, ce qui se rapprocherait des constatations de FAGE.

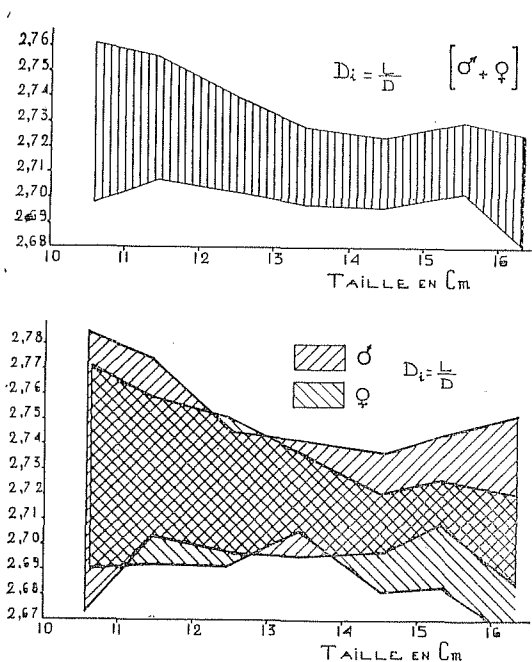


Fig. 9 — En bas : Bandes de fluctuations des valeurs moyennes de D_i au cours de la croissance des Sardines mâles et femelles d'un ensemble d'exemplaires de Moyenne vertébrale : 52, 125 \pm 0,056. Vers les grandes tailles les 2 bandes ont une nette tendance à se détacher, les valeurs de D_i (mâles) étant plus élevées.

Position de la Ventrale

Malgré le nombre plus important d'exemplaires, ici encore aucune conclusion définitive ne peut être formulée : la fluctuation probable de la moyenne s'y oppose (fig. 10).

Cependant la comparaison des chiffres trouvés (tableau 7) et l'examen de la fig. 10 (courbe inférieure) montre une tendance constamment soutenue, suivant laquelle :

$$V_i (\text{mâles}) > V_i (\text{femelles}).$$

Positions de la Dorsale.

Si l'on s'en tient aux réalités imposées par la fluctuation probable de la moyenne, D semble croître d'une façon proportionnelle à la longueur des individus et D_i (fig. 8) reste sensiblement constant, que les 2 sexes soient considérés séparément ou non.

Toutefois, l'examen des valeurs moyennes de D_i sans tenir compte des fluctuations probables, semble indiquer ici :

— une tendance vers des valeurs baissant irrégulièrement quand la taille augmente (fig. 9), ce qui est en accord avec ARNÉ (1929) et DESBROSSES (1933).

— une autre tendance déjà signalée dans ce qui précède : les mâles comparés aux femelles pour 7 tailles différentes ont une valeur moyenne de D_i égale (une fois) ou supérieure (5 fois). Les mâles auraient donc une distance pré-dorsale plus petite que les femelles.

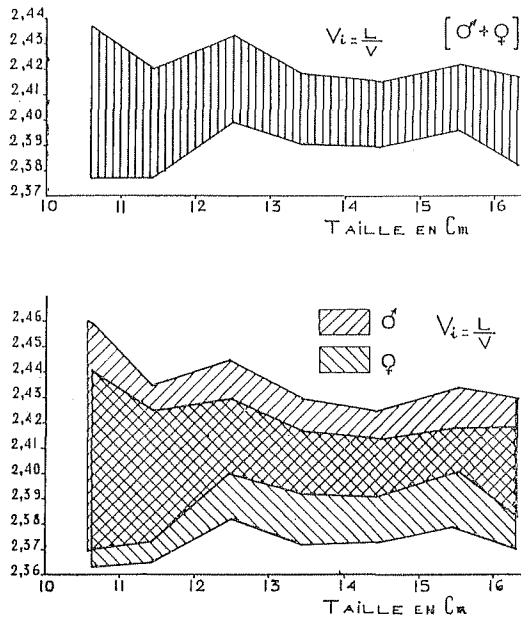


Fig. 10 ci-contre — En bas : Bandes de fluctuation des valeurs moyennes de V_i au cours de la croissance des sardines mâles et femelles d'un ensemble semble d'exemplaires de moyenne vertébrale : $52, 125 \pm 0,056$.

Les bandes ont une nette tendance à se détacher, les valeurs de V_i relatives aux mâles étant plus élevées.

En haut : Les deux bandes précédentes rassemblées en une seule sans tenir compte du sexe.

Position de l'Anale.

Nous avons, on s'en rappelle, trouvé une tendance générale chez les sardines possédant 51, 52 et 53 vertèbres, à avoir proportionnellement une distance préanale plus longue au fur et à mesure du développement. Cette tendance devient ici une réalité (figure 14, courbe supérieure), confirmant ainsi sur nos sardines les constatations d'ARNÉ et de DESBROSSES.

Si l'on étudie séparément les sexes, le phénomène est presque aussi net (fig. 11, courbes inférieures). On peut donc le considérer comme constant.

Enfin, en accord avec BELLOC et DESBROSSES (1932) les valeurs moyennes brutes du rapport A_i sont toujours plus élevées chez le mâle que chez la femelle (tableau VII).

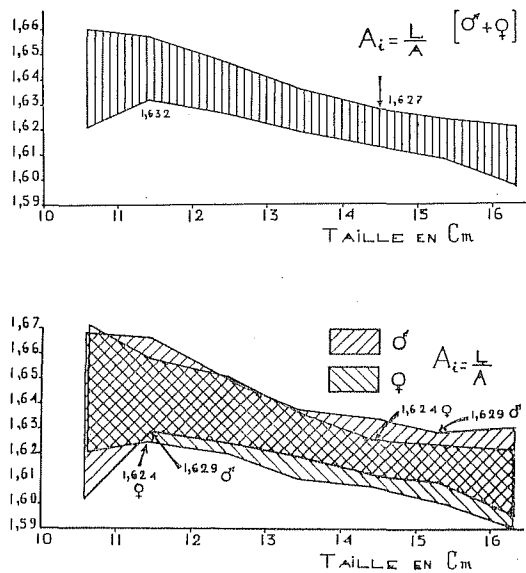


Fig. 11 ci-contre — En bas : Bandes de fluctuations des valeurs moyennes de A_i au cours de la croissance des sardines mâles et femelles d'un ensemble d'exemplaires de moyenne vertébrale : $52, 125 \pm 0,056$.

Les bandes ont tendance à se détacher, les valeurs relatives aux mâles étant plus élevées.

En haut : Les deux bandes précédentes rassemblées en une seule sans tenir compte du sexe.

La flèche signale les coordonnées pour lesquelles A_i cesse d'être lié par la fluctuation de la moyenne aux valeurs correspondantes relatives aux petites tailles.

COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS.

Après un exposé des techniques utilisées pour les mensurations et une définition des rapports morphologiques qui en découlent, nous avons rendu compte de nos recherches qui se divisent en deux grandes parties.

En premier lieu, nous avons séparé les sardines à 51, 52 et 53 vertèbres. Notre but était d'essayer de dégager pour chaque classe vertébrale :

— d'une part des comportements identiques ou non à ceux des autres classes vertébrales.

— d'autre part, des différences liées à la sexualité.

En second lieu, afin d'avoir des résultats non pas « synthétiques » comme dans ce qui précède, mais relatifs à un ensemble réel, nous avons groupé par classes de taille et par sexes l'ensemble de nos captures défini dans notre première note. Nous avons ainsi obtenu des données utilement comparables à celles des auteurs qui nous ont précédés ; de plus les comportements-types de la sardine sont devenus plus évidents, puisque constatés sur un plus grand nombre d'exemplaires.

Dans l'exposé de nos conclusions nous citerons d'abord celles qui impliquent un comportement ou des tendances identiques de l'ensemble des sardines et nous dégagerons ensuite, s'il y a lieu, les caractères liés au nombre de vertèbres.

A. POUR TOUTES LES SARDINES

La Tête croît proportionnellement moins vite que la longueur totale.
L.c.p.l. est une fonction décroissante de L.

— Dans la limite des tailles étudiées, l.c.p.l. décroît plus rapidement pour des longueurs totales moyennes supérieures à 145 millimètres.

— Le dimorphisme sexuel est inconstant. Dans l'ensemble cependant, les mâles *tendent* à avoir fréquemment la tête plus longue que les femelles de même taille.

La Distance Prédorsale varie en moyenne assez peu au cours du développement de la sardine.

— Elle a une légère *tendance* à croître proportionnellement plus vite que la longueur totale, mais seulement après le début du premier cycle sexuel.

— Elle a enfin une *tendance* à être plus faible (rapport Di plus élevé) chez le mâle.

$$D_i (\text{Mâles}) > D_i (\text{Femelles})$$

La Distance Préventrale semble croître proportionnellement à la taille (V_i moyen demeure sensiblement constant).

— Elle a *tendance* à être plus faible (valeurs de V_i plus élevées) chez le mâle, lorsque l'on compare entre eux des individus des 2 sexes et de la même taille.

$$V_i (\text{mâles}) > V_i (\text{femelles})$$

La *Distance Préanale* augmente plus rapidement que la taille, c'est-à-dire que A_i est décroissant au cours du développement. Ceci ne se produit seulement qu'à partir du début du premier cycle sexuel.

— Elle a *tendance* pour une même taille à être inférieure chez le mâle (A_i est donc plus élevé chez le mâle que chez la femelle).

$$A_i (\text{mâles}) > A_i (\text{femelles})$$

B. POUR LES CLASSES VERTEBRALES (51, 52 ET 53 VERTEBRES) ETUDIEES SEPAREMENT

— Chacune présente des caractéristiques semblables à celles qui viennent d'être énoncées.

— De plus, deux *tendances* ont pu être mises en évidence. Elles se répètent avec une telle constance, que les présomptions en leur faveur s'en trouvent augmentées.

On a toujours en effet :

$$(a) \text{ l.c.p.l. (51 vertèbres) } > \text{ l.c.p.l. (52 vertèbres) } > \text{ l.c.p.l. (53 vertèbres)}$$

$$(b) A_i (51 \text{ vertèbres}) < A_i (52 \text{ vertèbres}) < A_i (53 \text{ vertèbres})$$

ce qui peut se traduire de la façon suivante : Pour une taille donnée, les caractères « Tête Longue » et « Distance Préanale Longue » sont liés entre eux. Ils sont aussi liés au caractère « Nombre Faible de Vertèbres ».

Il semblerait normal que l'on retrouvât pour D_i et V_i des inégalités du même signe que (b). Cependant, l'examen des fig. 7 et 8 met en évidence une telle complexité dans les relations entre la croissance de D et V , le Nombre de Vertèbres, et, très probablement, l'activité des glandes sexuelles que de semblables inégalités schématiques ne peuvent exister ici.

LA CONCLUSION PRATIQUE de cette seconde partie de notre travail est qu'en dehors de la moyenne vertébrale, seules les valeurs des rapports l.c.p.l. et A_i sont susceptibles de fournir des précisions sur l'origine d'une population de sardines.

Cependant, en dehors de tout esprit de recherche pure, leur étude systématique ne semble pas recommandable.

La Longueur de la Tête et la Distance Préanale étant fonction de la taille, il conviendrait d'abord de tracer des courbes de références pour chaque race de sardines. Ensuite pour pouvoir leur comparer un groupe inconnu, il faudrait procéder sur ce groupe aux mensurations d'un si grand nombre d'individus que cette méthode ne peut être retenue en pratique courante.

III. LE DEVELOPPEMENT DE LA CAVITE VISCERALE ET DES GLANDES GENITALES AU COURS DE LA CROISSANCE

Nous avons précédemment étudié les variations, au cours de la croissance, des indices biologiques classiques de *Sardina pilchardus* Walb.

Il nous a été donné de mettre en évidence les tendances suivantes :

- a) A_i (mâles) $>$ A_i (femelles)
- b) A_i (51 vertèbres) $<$ A_i (52 vertèbres) $<$ A_i (53 vertèbres).

Cependant, si la valeur du rapport A_i renseigne avec exactitude sur la position relative de l'anus, elle ne fournit aucune précision sur la longueur de la cavité viscérale.

LE RAPPORT ENTERAL

On peut en effet considérer la Distance Préanale (A) comme étant la somme de deux longueurs : d'une part la Longueur Céphalique (T) et d'autre part la distance comprise entre le bord postérieur de l'opercule et l'anus. Cette dernière distance ($A-T$) correspond avec une assez bonne approximation à la longueur de la cavité viscérale, c'est-à-dire à celle des glandes génitales lors de la maturité sexuelle.

Nous l'appelons *Longueur Entérale* (fig. 12) et la désignons par la lettre E . Nous avons préféré ce terme à celui de *Longueur Viscérale* dont la première lettre, V , sert habituellement à désigner la Distance Préventrale ; ceci afin d'éviter toute confusion.

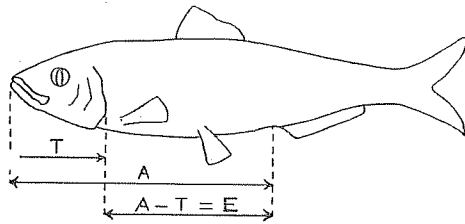


Fig. 12 — Schéma définissant la *longueur entérale* $E = A - T$.

Pour étudier l'évolution de la Longueur Entérale au cours de la croissance (1) nous avons suivi en fonction du sexe et du nombre de vertèbres les variations du *Rapport Entéral* :

$$E_i = \frac{L_m}{E_m}$$

où L_m représente la Longueur Totale moyenne de la classe de taille envisagée et E_m la Longueur Entérale correspondante.

Les résultats sont consignés dans le tableau VIII.

Les chiffres de la dernière colonne concernent l'ensemble de la population sardinière du fond du Golfe, sans tenir compte du nombre de vertèbres.

La fluctuation probable de la moyenne n'a pas été calculée, parce que sans grande signification, lorsque les lots de sardines étaient numériquement trop faibles dans leur catégorie ; dans ce cas, seule la moyenne arithmétique est mentionnée.

Dès que commence l'activité des glandes génitales de la sardine, sa Longueur Entérale E croît, dans l'ensemble, plus rapidement que sa taille (rapport E_i décroissant) ; ceci se vérifie pour toutes les catégories.

(1) Les variations de la longueur de la Cavité Viscérale au cours de la croissance des poissons ont fait l'objet d'études encore inédites de plusieurs auteurs français, en particulier de P. DESBROSSES dont seules les conclusions ont été publiées.

Taille en cm	Sexe	Valeurs de Ei			
		51 Vertèbres	52 Vertèbres	53 Vertèbres	Ensemble des sardines pêchées
10	Mâles	2,473	2,468 \pm 0,101	2,494 \pm 0,091	2,479 \pm 0,063
	Femelles	2,500	2,480 \pm 0,046	2,493 \pm 0,068	2,487 \pm 0,043
	Totalité	2,484	2,475 \pm 0,049	2,494 \pm 0,063	2,483 \pm 0,036
11	Mâles	2,469	2,486 \pm 0,049	2,489 \pm 0,034	2,485 \pm 0,035
	Femelles	2,508	2,473 \pm 0,042	2,460 \pm 0,054	2,470 \pm 0,032
	Totalité	2,485	2,479 \pm 0,033	2,472 \pm 0,040	2,477 \pm 0,024
12	Mâles	2,439	2,460 \pm 0,027	2,460 \pm 0,049	2,459 \pm 0,024
	Femelles	2,456	2,451 \pm 0,035	2,471 \pm 0,040	2,455 \pm 0,026
	Totalité	2,445 \pm 0,055	2,456 \pm 0,022	2,464 \pm 0,033	2,457 \pm 0,017
13	Mâles	2,435 \pm 0,055	2,445 \pm 0,033	2,434 \pm 0,048	2,441 \pm 0,025
	Femelles	2,410 \pm 0,057	2,421 \pm 0,034	2,438 \pm 0,046	2,423 \pm 0,026
	Totalité	2,425 \pm 0,041	2,434 \pm 0,025	2,436 \pm 0,024	2,433 \pm 0,018
14	Mâles	2,406 \pm 0,081	2,411 \pm 0,032	2,436 \pm 0,044	2,417 \pm 0,023
	Femelles	2,426 \pm 0,045	2,414 \pm 0,028	2,391 \pm 0,049	2,414 \pm 0,022
	Totalité	2,418 \pm 0,035	2,413 \pm 0,020	2,419 \pm 0,035	2,415 \pm 0,017
15	Mâles	2,387 \pm 0,050	2,396 \pm 0,024	2,392 \pm 0,038	2,394 \pm 0,019
	Femelles	2,388 \pm 0,067	2,395 \pm 0,032	2,388 \pm 0,048	2,394 \pm 0,025
	Totalité	2,387 \pm 0,044	2,396 \pm 0,019	2,391 \pm 0,030	2,394 \pm 0,015
16	Mâles	2,377	2,374 \pm 0,043	2,384 \pm 0,082	2,378 \pm 0,033
	Femelles	2,371 \pm 0,072	2,347 \pm 0,046	2,359 \pm 0,050	2,356 \pm 0,033
	Totalité	2,373 \pm 0,052	2,359 \pm 0,035	2,373 \pm 0,043	2,365 \pm 0,024

TABLEAU VIII. — Valeurs de Ei au cours de la croissance, envisagées soit pour chaque sexe séparément, soit sans tenir compte du sexe, et à l'intérieur de chaque classe vertébrale.

Les chiffres de la dernière colonne concernent l'ensemble de la population sardinière, sans qu'il soit tenu compte du nombre de vertèbres.

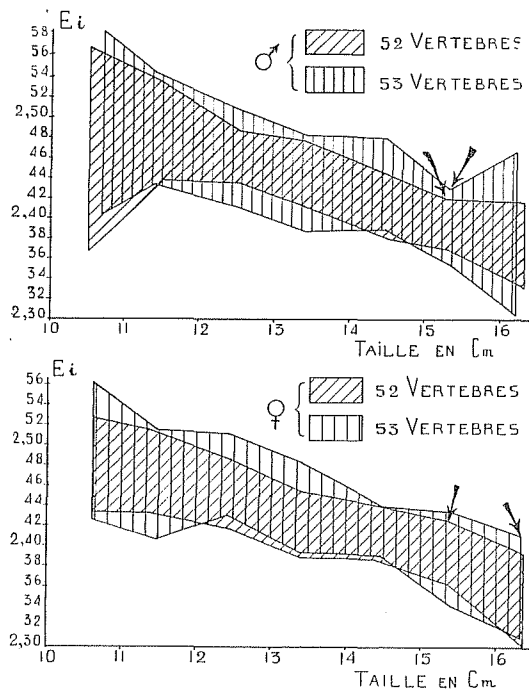


Fig. 13 ci-contre — Bandes de fluctuations des valeurs probables de la moyenne de Ei au cours de la croissance des sardines mâles (en haut) et femelles (en bas).

Ei 52 et Ei 53 vertèbres sont ici mathématiquement liés tant chez les mâles que chez les femelles.

Les flèches signalent les coordonnées pour lesquelles Ei cesse d'être lié par la fluctuation de la moyenne aux valeurs correspondantes relatives aux petites tailles.

La figure 13 représente les bandes de fluctuations probables de la moyenne du rapport E_i pour les individus des deux sexes de classes vertébrales 52 et 53.

S'il n'est pas permis de séparer mathématiquement entre elles les valeurs possibles de E_i 52 et E_i 53 vertèbres, du moins la fluctuation probable de la moyenne sépare-t-elle nettement les adultes des immatures au début de leur premier cycle sexuel.

Reprenons les chiffres du tableau VIII sans tenir compte des fluctuations de la moyenne et traçons pour chaque sexes les courbes des variations de E_i au cours de la croissance des sujets à 51, 52 et 53 vertèbres (fig. 14).

On peut dégager de leur examen les *tendances* suivantes :

Chez le mâle : — Un renversement du sens de l'allométrie de la longueur entérale E , qui de négative devient positive chez les individus de la classe 11 possédant 52 vertèbres ; E_i qui était croissant devient décroissant.

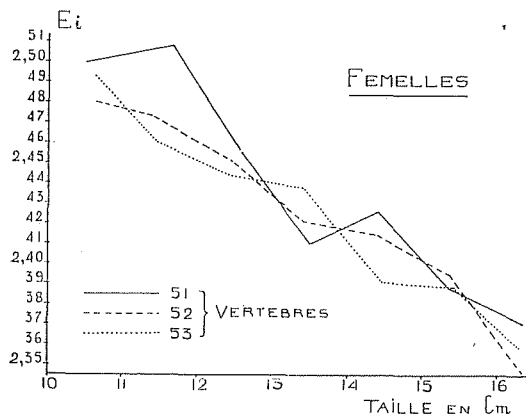
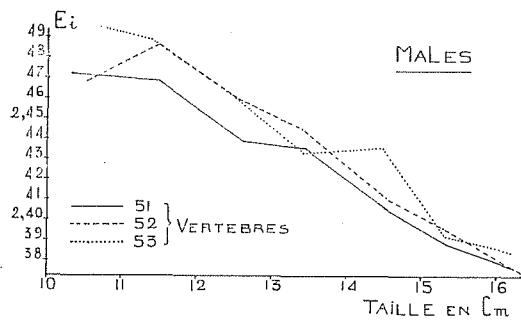


Fig. 14 — Courbes représentatives des valeurs moyennes du Rapport E_i en fonction de la taille et du nombre de vertèbres, chez les mâles (en haut) et les femelles (en bas).

les individus à 51 et 53 vertèbres. Ce ralentissement peut être tel que la croissance de la Longueur Entérale peut être ramenée au type larvaire : c'est ce qui se produit pour les sardines à 53 vertèbres entre 13 et 14 centimètres de taille.

— Des valeurs presque constamment inférieures du rapport E_i (51 vertèbres), c'est-à-dire que la Longueur Entérale de cette catégorie est supérieure à celle des autres.

$$E_i (51 \text{ vertèbres}) < E_i (52 \text{ vertèbres})$$

$$E_i (51 \text{ vertèbres}) < E_i (53 \text{ vertèbres})$$

L'allure du développement passe donc du type larvaire au type adulte. Dans le cas présent le changement a été plus précoce pour les classes vertébrales 51 et 53.

— Une légère diminution de la pente de la courbe représentative de E_i aux classes de taille 12 et 13 pour les sardines à 51 et 52 vertèbres, et un changement du signe de cette pente aux classes de taille 13 et 14 chez les sardines à 53 vertèbres. Chose remarquable, cette perturbation correspond partout au même stade sexuel : III à IV (cf fig. 16).

De même pour les tailles 15 à 16 (stade sexuel moyen V) on enregistre une perturbation pour les classes vertébrales 51 et 53.

On peut donc conclure qu'entre les stades III et IV la Longueur Entérale subit toujours un ralentissement relatif de croissance chez tous les individus puis, au stade V (taille 15 centimètres) chez

Il n'a pas été possible de dégager comme il le fut lors de l'étude de Ai, une suite d'inégalités du type (b) rappelée au début du présent chapitre.

Chez la Femelle. — Alors que les sardines à 52 et 53 vertèbres de la classe 10-11 ont déjà une croissance du type adulte, les sardines à 51 vertèbres ont encore une croissance du type larvaire (allométrie négative de E ; rapport Ei croissant).

— Une diminution de la pente de la courbe représentative de Ei aux classes 13 (53 vertèbres) et 14 (52 vertèbres) pouvant même aller jusqu'au changement de signe de cette pente (taille 14 ; 51 vertèbres). Contrairement à ce qui se produit chez les mâles, cette perturbation n'est pas liée à un stade fixe du développement sexuel car, lorsqu'elle se produit, les sardines à 53 vertèbres sont au stade III et les sardines à 51 et 52 vertèbres au stade IV—V environ (cf. fig. 16 en bas). Un phénomène analogue se reproduit plus tard. Arrivés à la taille de 15 centimètres (stade sexuel V), les sardines à 53 vertèbres manifestent un ralentissement de la croissance de leur Longueur Entérale, tandis que les sujets à 51 vertèbres ne le présentent qu'à 16 centimètres (stade sexuel VI). Les individus à 52 vertèbres ne le présentent pas ici, ce qui établit un certain parallélisme avec les résultats trouvés chez les mâles.

— Il est impossible, vu les variations de l'allométrie de E, variations dont la précocité est décalée en fonction du nombre de vertèbres et dont l'amplitude semble également liée au même caractère, de prévoir ici des inégalités du type (b), fussent-elles partielles comme chez les mâles.

Des conclusions d'un ordre différent découlent encore de l'examen des résultats :

L'allure des courbes représentatives de Ei laisse supposer qu'il existe au moins deux facteurs de croissance, l'un conditionnant l'allongement de la Longueur Entérale, l'autre le développement des glandes sexuelles ; ces facteurs présenteraient un certain antagonisme.

Chez le mâle, le phénomène est très net : quand la courbe représentative de Ei accuse une pente accentuée (croissance relative de E accrue), la courbe de l'évolution du stade sexuel présente un palier, et vice versa.

Chez la femelle le mécanisme semble beaucoup plus complexe. Le développement des glandes sexuelles est sensiblement continu jusqu'à la taille de 14 centimètres, alors que Ei est variable.

Par la suite (L = 15 centimètres) on note un ralentissement général du développement sexuel, tandis que la pente de Ei croît chez les individus à 51 et 52 vertèbres ; pour les sujets à 53 vertèbres on constate à la fois un ralentissement du développement des glandes génitales et de la Longueur Entérale.

Sur l'ensemble de la population sardinière :

Les mâles ont conservé jusqu'à la taille de 11 centimètres (fig. 15) un rapport Ei du type larvaire alors que les femelles, plus précoces, ont déjà un développement du type adulte.

— Le rapport Ei est pratiquement toujours supérieur chez les mâles, c'est-à-dire que la Longueur Entérale des femelles est supérieure à celle des mâles :

$$E_i (\text{mâles}) > E_i (\text{femelles})$$

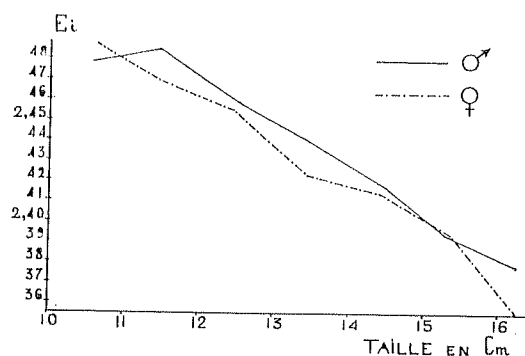


Fig. 15 — Courbes représentatives des valeurs moyennes du rapport E_i , envisagées pour chaque sexe séparément et calculées sur l'ensemble de la population sardinière du fond du Golfe de Gascogne. Les mâles ont un rapport E_i supérieur à celui des femelles.

Nous avons groupé les résultats selon la méthode habituelle (Tableau IX) avec cependant quelques modifications :

— Vu la difficulté d'apprécier avec exactitude par le seul examen macroscopique le stade exact des immatures (stade 1 à 11), étant donné d'autre part la répercussion sur la moyenne qu'entraîne une seule erreur, nous n'avons étudié le stade sexuel que chez les individus de 11 centimètres et plus.

— Cette étude étant destinée à mettre en relief les différences de comportement des sexes, il devenait inutile de calculer un stade sexuel moyen pour la totalité des individus (mâles + femelles) de chaque catégorie.

— Enfin les fluctuations probables de la moyenne n'ont pas été calculées.

Taille en cm	Sexe	Stade Sexuel Moyen			Ensemble des sardines pêchées
		51 Vertèbres	52 Vertèbres	53 Vertèbres	
11	Mâles	I, 85	I, 97	II, 00	I, 97
	Femelles	II, 00	I, 98	II, 00	I, 99
12	Mâles	II, 75	II, 50	II, 50	II, 53
	Femelles	III, 00	II, 63	II, 52	II, 64
13	Mâles	III, 94	III, 92	II, 72	III, 61
	Femelles	III, 96	IV, 07	III, 34	III, 88
14	Mâles	IV, 72	IV, 14	III, 99	IV, 18
	Femelles	V, 22	V, 00	IV, 34	V, 03
15	Mâles	V, 10	IV, 73	IV, 41	IV, 69
	Femelles	V, 79	V, 31	V, 92	V, 83
16	Mâles	V, 50	V, 73	V, 66	V, 64
	Femelles	VI, 4	VI, 16	VI, 25	VI, 22

TABLEAU IX. — Stade sexuel moyen, en fonction de la taille et du nombre de vertèbres, des sardines capturées dans le fond du Golfe de Gascogne. La dernière colonne est relative à l'ensemble de la population sardinière, sans qu'il soit tenu compte du nombre de vertèbres.

Ce résultat est superposable à celui qui découle de l'étude de A_i (cf. inégalité (a))

— Quant aux irrégularités des courbes, elles résultent de la somme algébrique des irrégularités déjà étudiées en détail et nous n'y reviendrons pas.

LE DEVELOPPEMENT DES GLANDES GENITALES

Pour chaque individu dont les mensurations furent précédemment étudiées, nous avons noté le stade de développement sexuel selon la méthode recommandée par LE GALL (1928).

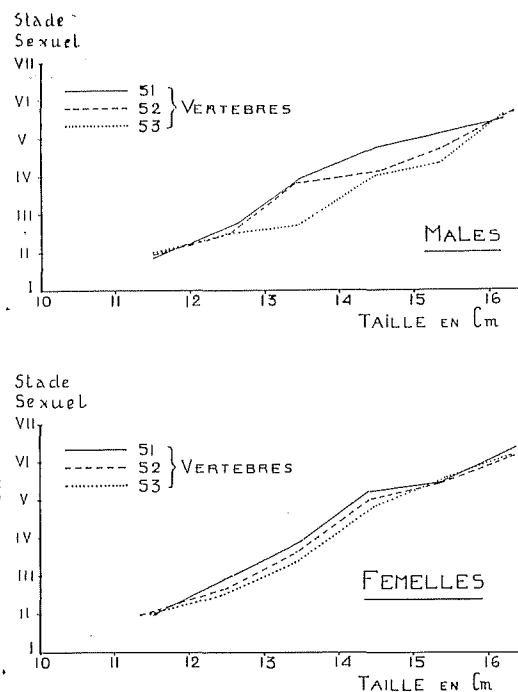
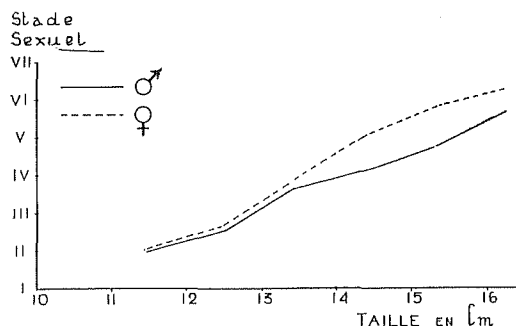


Fig. 16 — Courbe représentant, en fonction de la taille et du nombre de vertèbres, les valeurs moyennes du stade de développement sexuel des sardines mâles (en haut) et femelles (en bas); pêchées dans le fond du Golfe de Gascogne.

Les sardines à 51 vertèbres ont un développement sexuel plus rapide, puis viennent, dans l'ordre, celles de 52 puis 53 vertèbres. Les courbes se rejoignent cependant chez les grandes tailles.



L'examen des résultats montre (fig. 16) que pour les mâles de 11 à 16 centimètres de taille et pour les femelles de 11 à 15 centimètres, on a toujours :

Stade sexuel (51 vertèbres) > Stade sexuel (52 vertèbres) > Stade sexuel (53 vertèbres).

Ils confirment également les travaux de J. LE GALL (1928), de BELLOC et DESBROSSES (1930), puis de FURNESTIN (1944) qui notaient que le développement sexuel des femelles était toujours en avance sur celui des mâles (fig. 17).

Il est encore intéressant de remarquer que pour chaque sexe, les individus des trois classes vertébrales arrivent pratiquement ensemble à maturité sexuelle, malgré les différences antérieures de précocité.

Enfin nos résultats donnent 16 centimètres comme longueur totale moyenne approximative des exemplaires ayant atteint pour la première fois la maturité sexuelle. Ils se trouvent donc en accord complet avec ceux de FURNESTIN (1944).

Fig. 17 ci-contre — Courbes représentant pour chaque sexe et sur l'ensemble de la population sardinière les valeurs moyennes du stade de développement sexuel en fonction de la taille.

Les femelles ont toujours une maturité sexuelle plus avancée que les mâles.

CONCLUSIONS

1. — Nous avons d'abord défini la longueur entérale E. C'est la différence entre la distance préanale et la longueur céphalique. Nous avons noté que cette longueur était celle de la cavité viscérale et que, par là même, elle correspondait avec une assez bonne approximation à la longueur des glandes génitales lors de leur maturité.

2. — Pour l'étude du développement de E au cours de la croissance, nous avons suivi l'évolution du rapport $E_i = L_m/E_m$ en fonction du sexe et du nombre de vertèbres.

L_m et E_m représentent respectivement la longueur totale et la longueur entérale moyennes pour chaque groupe considéré.

3. — Le rapport E_i est une fonction croissante de la taille (développement du type larvaire) jusqu'à l'entrée en activité des glandes sexuelles ; c'est ensuite une fonction décroissante (développement du type adulte). Ce renversement de la pente de la courbe représentative de E_i est plus tardif chez les mâles à 52 vertèbres et les femelles à 51 vertèbres.

4. — Pour tous les individus, dès que débute le premier cycle sexuel, E_i décroît dans l'ensemble, tandis que la taille se développe. La fluctuation de la moyenne sépare les valeurs du rapport E_i des sujets arrivés au terme de leur premier cycle sexuel, de celles des exemplaires qui le commencent.

5. — Cette décroissance de E_i est discontinue et au cours du développement, la courbe représentative de E_i peut momentanément changer le signe de sa pente (retour au type de croissance larvaire). Cet accident se produit à deux reprises : au stade sexuel III-IV chez tous les mâles, puis au stade V chez ceux qui ont 51 et 53 vertèbres. Chez les femelles il se produit aussi à deux reprises mais la précocité de la première est fonction du nombre de vertèbres. La seconde a lieu au stade sexuel V et pour les sardines à 51 et 53 vertèbres comme pour les mâles.

6. — On observe toujours des valeurs de E_i plus faibles chez les mâles à 51 vertèbres que chez les autres mâles qui ont donc leur longueur entérale plus courte. Le phénomène n'est pas aussi net chez les femelles (différence notable avec A_i).

7. — Il semble qu'il existe au moins deux facteurs de croissance antagonistes conditionnant, l'un, l'allongement de la longueur entérale, l'autre le développement des glandes génitales mâles. Le fait est moins net chez la femelle où les phénomènes de croissance doivent être plus complexes.

8. — Le rapport E_i est toujours plus élevé chez les mâles que chez les femelles dont la longueur entérale est par conséquent toujours plus grande.

9. — Entre le début de l'activité sexuelle (taille 11—12 cm) et la fin du premier cycle sexuel (taille 15—16 cm), tant pour les mâles que pour les femelles, la précocité va en décroissant dans le même sens que le nombre de vertèbres. (Les exemplaires à 51 vertèbres sont donc les plus précoces). Cependant, pour chaque sexe, les individus des 3 classes arrivent en même temps à maturité sexuelle.

10. — Le développement sexuel des femelles est toujours en avance sur celui des mâles.

Ainsi donc, les variations de E_i ne sont pas superposables à celles de A_i . Les valeurs de A_i qui fixent la position relative de l'anus ne renseignent aucunement sur le développement de la longueur entérale, ce qui justifie la présente étude.

Celle-ci s'est révélée féconde en ce sens qu'elle prouve une fois de plus les divergences notables qui existent entre le métabolisme de croissance d'individus apparemment semblables, vivant côte à côte dans un même milieu et ne différant entre eux que par la présence d'une ou deux vertèbres supplémentaires.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNÉ (P) — La pêche de la sardine dans la région de Saint-Jean-de-Luz en 1928. Revue Trav. Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes — 1929; 2; 137-51.
- BELLOC (G) — Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de l'Atlantique (entre Loire et Gironde) — Revue Trav. Office Scientif. et Tech. des Pêches Maritimes — 1932; 5; 141-66.
- BELLOC (G) et DESBROSSES (P) — Remarques sur la sexualité de la sardine. — Revue Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes — 1930; 3; 63-77.
- BUEN (F de) — Clupéides et leur pêche (5^e note) ; la Sardine — Rapport et Procès Verbaux des Réunions. Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Méditerranée — 1937; 10; 317-419 (Nouvelle série).
- DESBROSSES (P) — Etude de la sardine de la côte de Bretagne, depuis Concarneau jusqu'à l'embouchure de la Loire - Revue Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes — 1933; 6; 33-61.
- FAGE (L) — Rapport sur la sardine — Notes et Mémoires N° 5 — Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes — 1920.
- FURNESTIN (J) — Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (*Sardina pilchardus* Walb) — Revue Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes — 1939-43 (Publié en 1944); 13; 221-386.
- LE DANOIS (E) — Les transgressions atlantiques — Revue Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes 1934; 7; 396-459
L'ATLANTIQUE - *Histoire et vie d'un océan* — 1938 - Paris.
- LE GALL (J) — Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique — Revue Trav. Office Scient. et Tech. des Pêches Maritimes — 1928; 1; fasc. 2; 11-28.
- LE GALL (J) — L'Etat actuel de la notion de « races » chez la sardine — Rapports et Proc. Verb. — Conseil Internat. Explorat. de la Mer — 1930; 68.
- SANCHEZ (M. E.) — Caractères de la population sardinera en Santander (Anno 1931) Notas y Resúmenes del Instituto Español de Oceanografía — Série 2; n° 73.
- VEDEL TANING (A) — Nature (London) 1946; 157; 594.

On trouvera en outre une Bibliographie très complète et détaillée à la fin du travail de FURNESTIN cité ci-dessus.