

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE BIOLOGIQUE

DE LA

SARDINE ATLANTIQUE

(*Sardina pilchardus* WALBAUM)

par Jean FURNESTIN,

Docteur ès sciences,

Chef du Laboratoire de l'Office scientifique et technique des Pêches Maritimes à Marseille.

SOMMAIRE.

	Pages.
INTRODUCTION.	
1. Généralités.....	227
2. Objet et plan de ces recherches. Étude d'une population particulière : celle des côtes françaises du sud du Golfe de Gascogne.....	228
3. Le matériel et son échantillonnage.....	230

PREMIÈRE PARTIE.

Caractères principaux de la sardine de la région sud du Golfe de Gascogne et leurs variations.

CHAPITRE PREMIER.

LES CARACTÈRES RETENUS. — MÉTHODES ET TECHNIQUES APPLIQUÉES À LEUR ÉTUDE.

1. Les caractères retenus.....	232
2. Éléments de biométrie utilisés dans ces recherches.....	233
3. Techniques appliquées à l'étude des différents caractères retenus.....	236
1° Étude de la taille. Technique des mensurations.....	236
2° Étude de l'âge. Lecture des écailles.....	237
a. Structure et forme des écailles de Sardine.....	237
b. Choix et montage de écailles.....	238
3° Détermination des valeurs L ₁ et L ₂ . Méthode scalimétrique.....	239

	Pages.
4° Dénombrement des vertèbres.....	240
5° Étude de l'état sexuel.....	240
<i>a.</i> Aspect et forme des glandes sexuelles de la Sardine.....	240
<i>b.</i> Échelle adoptée.....	241
6° Détermination de la teneur en graisses.....	242
<i>a.</i> Analyse biométrique.....	242
<i>b.</i> Analyse chimique.....	242
<i>c.</i> Confrontation des résultats obtenus par ces deux procédés.....	242

CHAPITRE II.

COMPOSITION, SUIVANT L'ÂGE DE LA POPULATION SUD DU GOLFE DE GASCOGNE.

1° *Taille.*

1. Répartition des sardines d'une population annuelle, suivant la taille.....	244
2. Répartition mensuelle des individus, suivant la taille.....	244
3. Répartition saisonnière des individus suivant la taille.....	245

2° *Lecture des écailles.*

1. Interprétation des anneaux d'hiver inscrits sur les écailles.....	248
2. Répartition mensuelle des différents groupes d'âge.....	248
3. Répartition saisonnière des différents groupes d'âge.....	251
4. Contrôle de nos résultats par l'examen des statistiques de pêche.....	251
5. Conclusion du chapitre II.....	252

CHAPITRE III.

LES CARACTÈRES DE CROISSANCE : L₁ ET L₂. — LEURS VARIATIONS.

I. — L₁ (*taille atteinte au cours du premier cycle de croissance*).

1. Remarque sur la durée du premier cycle de croissance.....	254
2. Étude comparée des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1.....	256
3. GROUPE 0.....	257
1° Répartition annuelle des Sardines du Groupe 0 suivant la valeur de L ₁	257
2° Répartition mensuelle des Sardines du Groupe 0 suivant la valeur de L ₁	258
<i>a.</i> Groupe 0 de l'hiver 1940-1941.....	258
<i>b.</i> Groupe 0 de l'année 1941-1942.....	260
<i>c.</i> Groupe 0 de l'année 1942-1943.....	260
<i>d.</i> Conclusions relatives aux variations mensuelles de L ₁ pour les sardines du groupe 0.....	261
4. GROUPE 1.....	261
1° Répartition annuelle des Sardines du Groupe 1 suivant la valeur de L ₁	261

	Pages.
2° Répartition bimensuelle ou mensuelle des Sardines du Groupe 1 suivant la valeur de L ₁	262
a. Groupe 1 de l'hiver 1940-1941.....	262
b. Groupe 1 de l'année 1941-1942.....	264
c. Groupe 1 de l'année 1942-1943.....	265

II. — L₂ (taille atteinte au cours du second cycle de croissance).

1. Répartition des Sardines du Groupe 1 suivant la valeur de L ₂	266
a. Groupe 1 de l'hiver 1940-1941.....	266
b. Groupe 1 de l'année 1941-1942.....	266
c. Groupe 1 de l'année 1942-1943.....	266
2. Conclusions du chapitre III.....	269

CHAPITRE IV.

LE NOMBRE DE VERTÈBRES. — SES VARIATIONS.

1. Variations du nombre de vertèbres suivant la latitude.....	271
2. Étude comparée des moyennes vertébrales des Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1.....	272
3. Répartition mensuelle des Sardines suivant le nombre de vertèbres.....	272
1° Groupe 0.....	272
a. Groupe 0 de l'hiver 1940-1941.....	272
b. Groupe 0 de l'année 1941-1942.....	273
c. Groupe 0 de l'année 1942-1943.....	273
2° Groupe 1.....	273
a. Groupe 1 de l'hiver 1940-1941.....	273
b. Groupe 1 de l'année 1941-1942.....	273
c. Groupe 1 de l'année 1942-1943.....	275
4. Corrélation entre les variations de L ₁ et de la moyenne vertébrale.....	276

CHAPITRE V.

L'ÉTAT SEXUEL.

1. Groupe 1. — Répartition mensuelle des individus suivant le stade de maturité sexuelle.....	277
a. Groupe 1 de l'hiver 1940-1941.....	277
b. Groupe 1 de l'année 1941-1942.....	278
c. Groupe 1 de l'année 1942-1943.....	278
2. Groupe 2. — Répartition mensuelle des individus suivant le stade de maturité sexuelle.....	278
a. Groupe 2 de l'hiver 1940-1941.....	278
b. Groupe 2 de l'année 1941-1942.....	280
3. Conclusions relatives à la répartition des Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1 suivant le stade de maturité sexuelle.....	281
4. Durée du premier cycle sexuel de la Sardine du Golfe de Gascogne. — Age de la première maturité sexuelle.....	281

CHAPITRE VI.

INFLUENCE DU SEXE SUR LA VALEUR DES CARACTÈRES ÉTUDIÉS.

	Pages.
1. Généralités.....	283
2. Répartition des sexes.....	284
3. Influence du sexe sur les caractères de croissance.....	285
1° Valeur de L ₁	285
2° Valeur de L ₂	286
4. Influence du sexe sur l'état de maturité sexuelle.....	286
5. Nombre de vertèbres en fonction du sexe.....	287
6. Conclusions du chapitre VI.....	288
7. Résumé et conclusions de la première partie.....	288

DEUXIÈME PARTIE.

Écologie de la sardine Atlantique (Reproduction, Races, Migrations).

CHAPITRE PREMIER.

AIRES ET ÉPOQUES DE PONTE DE LA SARDINE ATLANTIQUE.

1. Régions sud et ouest de la péninsule ibérique.....	289
2. Région cantabrique.....	289
3. Région sud du Golfe de Gascogne (entre Bidassoa et Gironde).....	290
a. Époque de ponte.....	290
b. Aire de ponte. Déplacements des reproducteurs pendant la saison de ponte.....	291
4. Région moyenne du Golfe de Gascogne (entre la Gironde et la Loire).....	292
5. Région nord du Golfe de Gascogne.....	293
6. Mer celtique.....	293
7. Manche occidentale.....	294
8. Manche orientale.....	295
9. Région méridionale de la Mer du Nord.....	295
10. Conclusions du chapitre premier.....	296

CHAPITRE II.

INFLUENCE DES CONDITIONS DU MILIEU OCÉANIQUE SUR LA PONTE.

1. Préliminaire.....	298
2. Aperçu sur l'hydrologie de l'Atlantique nord-est.....	299
3. Conditions de température et de salinité pendant la ponte de la Sardine.....	300
1° Température.....	300
2° Salinité.....	302
4. Influence de la transgression atlantique sur la ponte.....	303

CHAPITRE III.

ORIGINE DES SARDINES DE LA POPULATION SUD DU GOLFE DE GASCOGNE.

	Pages.
1. Origine des Sardines d'hiver et de printemps	304
2. Origine des Sardines d'été et d'automne	305

CHAPITRE IV.

LES CARACTÈRES RACIAUX DE LA SARDINE ATLANTIQUE.

1. Préliminaire.....	306
2. Caractéristiques raciales des différents groupes d'âge de la population sud du Golfe de Gascogne. Formes armoricaine et aquitaniennes.....	307
3. Unité raciale de la population sud du Golfe de Gascogne.....	312
4. Etude comparée des caractéristiques raciales des différentes populations atlantiques.....	313
5. Race atlantique septentrionale et race atlantique méridionale.	318
6. Déterminisme œcologique de la différenciation des deux races atlantiques.....	319

CHAPITRE V.

LES MIGRATIONS.

1. Préliminaire.....	321
2. Déplacements locaux.....	322
3. Déplacements saisonniers.....	323
1° Déplacements de la côte vers le large en hiver.....	323
2° Déplacements le long des côtes du printemps à l'automne.....	324
4. Migrations annuelles.	327
1° Migration des Sardines aquitaniennes.....	327
2° Migrations des Sardines armoricaines.....	330
a. Migration vers le sud.....	331
b. Migration vers le nord.....	333
5. Conclusions du paragraphe 4.....	333
6. Contrôle de nos résultats par l'examen des statistiques de pêche.....	335
7. Migrations périodiques mais non annuelles en rapport avec le phénomène des transgressions atlantiques.....	338

TROISIÈME PARTIE.

La croissance et l'engraissement de la sardine de la région sud du Golfe de Gascogne.

CHAPITRE PREMIER.

LA CROISSANCE.

1. Préliminaire.....	341
2. Apparition de l'anneau d'hiver sur les écailles. Reprise de la croissance.....	341
3. Durée de la période d'activité et de la période de repos constituant un cycle complet de croissance.....	343
4. Vitesse de la croissance mensuelle au cours du second cycle.....	345
5. Rapport entre l'âge et la taille.....	348
6. Résumé du chapitre premier.....	349

CHAPITRE II.

LA TENEUR EN GRAISSES.

	Pages.
1. Préliminaire.....	350
2. Variations mensuelles de la teneur en graisses.....	350
1° Groupe 1.....	350
2° Groupe 0.....	352
3. Variation de la teneur en eau	353
4. Influence de l'âge sur l'engraissement.....	353
5. Rapports entre la croissance et l'engraissement.....	353
6. Rapports entre l'évolution sexuelle et l'engraissement.....	355
7. Influence de l'alimentation sur l'engraissement.....	357
8. Influence de la température sur l'engraissement.....	357
9. Influence de l'état de la mer sur la teneur en graisse.....	358
10. Confrontation de nos résultats avec les résultats précédemment acquis en d'autres régions atlantiques.	359
11. Conclusions du chapitre II.....	360
CONCLUSIONS.....	361
Appendice (données numériques).....	364
Bibliographie.....	377
Table des figures et des cartes.....	385

INTRODUCTION.

1. — Généralités.

La biologie de la Sardine a, depuis fort longtemps, sollicité l'attention des naturalistes, mais elle reste encore mal connue malgré les nombreuses études dont elle a fait l'objet.

Au début du siècle, la Sardine était considérée comme un poisson migrateur de grande classe. Ses apparitions périodiques et successives du sud au nord du Golfe de Gascogne étaient attribuées à une formation unique envahissant, au printemps, les côtes occidentales de l'Europe et retournant dans les eaux subtropicales à l'entrée de la mauvaise saison.

L'opinion actuelle basée sur les recherches biométriques de ces vingt-cinq dernières années ne reconnaît plus ces voyages au long cours. On a, en effet, admis que l'espèce ne constitue pas un tout, mais qu'elle se divise en groupements (qu'on a appelés des races) morphologiquement et biologiquement individualisés, évoluant chacun dans une aire bien délimitée aux caractères hydrologiques particuliers, et ne se déplaçant que dans la mesure où son milieu se déplace.

Il ne saurait donc plus être question, pour la Sardine, de véritables migrations, mais plutôt de déplacements restreints du large et de la profondeur vers la côte au printemps, et de la côte vers le large à la fin de l'automne, ne dépassant pas la largeur du Plateau Continental. De tels déplacements seraient insignifiants dans les secteurs dont le Plateau Continental est étroit et où on rencontre d'ailleurs la Sardine à proximité des côtes pendant toute l'année.

Ainsi envisagée, la biologie de la Sardine semble obéir à des lois simples et aucune des nombreuses questions qu'elle pose ne devrait rester sans réponse satisfaisante. Cependant, à mesure que les recherches se multiplient, les observations faites à quelques années d'intervalle, sur les caractères essentiels (croissance, évolution sexuelle, morphologie) des sardines d'une même région, aboutissent souvent à des résultats divergents, remettant en question les divisions établies et montrant que les caractéristiques biologiques aussi bien que morphologiques des groupements (races) en lesquels on divise l'espèce, restent à préciser. La difficulté d'établir des divisions aussi tranchées de l'espèce apparaît d'ailleurs dans les termes mêmes qui servent à les définir. On les appelle tantôt des races, tantôt des populations ou même plus généralement des « races ou populations ». Or une population n'est qu'un ensemble rarement homogène d'individus n'ayant le plus souvent de commun entre eux que les caractères généraux de l'espèce. Ce vocable ne saurait donc convenir à des groupements étroitement définis, tant au point de vue de leur morphologie que de leur biologie.

D'autres objections subsistent, s'opposant à cette conception de groupements nombreux étroitement localisés et ne se livrant qu'à de faibles déplacements normaux à la côte. Nous ne retiendrons que la plus évidente : en une région aussi vaste que l'aire comprise entre la côte septentrionale d'Espagne et le sud de la Mer du Nord, englobant selon les auteurs, les domaines d'au moins deux races distinctes, la composition, suivant l'âge, des populations qui s'échelonnent du sud au nord, est très différente. Dans l'extrême sud du Golfe de Gascogne, en effet, les bancs de sardines ne comprennent, dans leur immense majorité, que des individus âgés de un à deux ans; ceux de plus de deux ans y sont rares. Dans la partie médiane et septentrionale du Golfe, les groupements, plus étoffés, comprennent avec des immatures, une majorité de jeunes de deux à trois ans, mais les adultes de plus de trois ans sont beaucoup plus nombreux que dans

le sud. Sur toute l'étendue de la Manche à la Mer du Nord enfin, les jeunes de un à trois ans font pratiquement défaut; seuls se rencontrent les individus adultes de plus de trois ans.

Que deviennent les adultes du sud du Golfe de Gascogne? Où les jeunes de la Manche vont-ils passer leur deuxième et leur troisième année? Cette répartition fractionnée suivant l'âge ne s'accorde pas avec l'existence dans cette région de plusieurs groupements distincts vivant chacun dans un milieu bien défini dans lequel les individus évoluent de leur éclosion à leur mort, sans se livrer à de notables déplacements en latitude. Le cycle évolutif des sardines de ces diverses régions semble au contraire se compléter et suggère plutôt l'idée de déplacements importants du sud vers le nord, comme si la Sardine devait changer de milieu au cours des différentes phases de son cycle vital.

2. — *Objet et plan de ces recherches. — Étude d'une population particulière : Celle des Côtes Françaises du Sud du Golfe de Gascogne.*

Des faits semblables à ceux que nous venons de rappeler restent incompréhensibles si on ne fait pas appel à la solution des migrations. Ils montrent également que les caractéristiques essentielles des sardines

des diverses régions atlantiques doivent être précisées. C'est pourquoi il nous a paru nécessaire d'établir aussi nettement que possible la valeur des caractères principaux de ces sardines et de centrer cette étude sur la recherche des migrations. Ainsi qu'on le verra, les faits se sont révélés favorables à cette conception.

Comme la Sardine est un être fragile, échappant aux méthodes d'investigation directe qui permettraient d'observer un individu du début à la fin de son existence, on doit recourir à des méthodes indirectes donnant le moyen de suivre, sinon l'individu, du moins des groupes d'individus parfaitement comparables et dont chacun pourra être identifié en tout lieu et à tout moment. La méthode biométrique nous offre la possibilité d'une telle étude. Sachant que les caractères mesurables des individus d'une même espèce sont susceptibles de certaines variations et que ces variations permettent de distinguer au sein de l'espèce, des races, variétés ou autres groupements secondaires, il importerait de choisir les caractères différen-

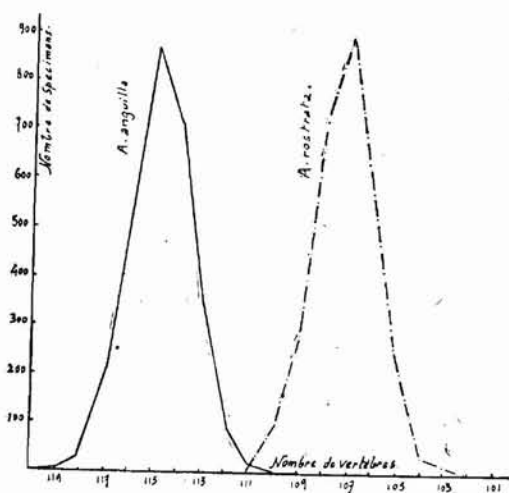


Fig. 1.

Polygone de variation du nombre de vertèbres chez *Anguilla anguilla* (espèce européenne) et chez *Anguilla rostrata* (espèce américaine). [D'après SCHMIDT].

tiels les meilleurs, d'en établir le type moyen pour chacun de ces groupements particuliers qui, ainsi caractérisé, pourra être facilement repéré et suivi.

Prenons un exemple qui illustre cette façon de procéder : lorsque SCHMIDT entreprit l'étude des migrations de l'Anguille, rien ne lui permettait, à première vue, de distinguer les leptocéphales de l'espèce américaine (*Anguilla rostrata*) de ceux de l'espèce européenne (*Anguilla anguilla*) capturés dans les mêmes parages de l'Atlantique occidentale où les aires de ponte des deux espèces empiètent l'une sur l'autre. Choissant entre autres caractères le nombre de vertèbres, le savant danois put établir que ces anguilles étaient facilement séparables; leur formule vertébrale étant différente (fig. 1).

Un choix semblable de caractères différentiels très nets doit nous donner la possibilité de conduire à bien l'étude que nous nous proposons. Deux méthodes s'offraient à nous pour aborder le problème de

la migration de la Sardine : *a.* Une étude simultanée de plusieurs groupements en différents points de l'aire de répartition de l'espèce permettant ainsi de voir si chacun d'eux, dûment identifié, se retrouve en des lieux différents; *b.* Une étude d'une seule population pendant une longue période de temps; celle-ci devant nous permettre de constater si cette population reste statique ou, au contraire, si sa composition se modifie périodiquement.

La première méthode nécessitant un personnel nombreux et des moyens de recherche puissants difficilement réalisables, nous avons adopté la seconde plus à la portée d'un travailleur isolé et qui, si elle est appliquée convenablement, peut donner d'excellents résultats.

Nous nous sommes, en conséquence, imposé la tâche d'étudier les variations d'une population donnée. Comme il s'agit d'une étude dynamique de cette population, il convient de la suivre d'une manière serrée, et, pour cela, certaines conditions doivent être remplies. Il faut, d'abord, choisir une localité où la Sardine étant présente toute l'année, il est possible de la suivre sans solution de continuité aussi longtemps qu'il est nécessaire.

La région sud-ouest du littoral français, entre la Gironde et la Bidassoa, avec pour centre de recherche, Saint-Jean-de-Luz, premier port sardinier de France, nous a paru réunir ces conditions mieux que toute autre région. En effet, tandis que, plus au nord, la Sardine se comporte en poisson saisonnier et échappe ainsi pendant une bonne partie de l'année à toute observation; dans la région choisie, elle se tient continuellement à proximité du rivage et les marins de Saint-Jean-de-Luz, montant des bateaux bien outillés et à grand rayon d'action, la suivent en toutes saisons dans ses déplacements le long de la côte.

Le seul moyen présentement offert pour de telles recherches consiste à suivre l'exploitation industrielle d'une population sardinière. Ceci constitue, d'ailleurs, un avantage, car les pêcheurs recherchent toujours les lieux de concentration maxima et explorent ainsi, d'un bout de l'année à l'autre, la région fréquentée par cette population. Il faut donc que dans la région choisie les techniques de pêche soient favorables à une étude scientifique. Les prélèvements opérés sur la population envisagée devront fournir une représentation aussi exacte que possible de cette population. Le secteur sud du Golfe de Gascogne offre, beaucoup mieux que les autres parties de la côte française, de tels avantages. En effet, au nord de la Gironde et en Bretagne, les engins utilisés pour la pêche sont des filets droits maillants, *sélectifs*, ne prenant que les poissons d'une certaine taille et ne donnant, par conséquent, qu'une image souvent fautive, toujours partielle de la population étudiée. Dans notre région, par contre, les filets des Basques, « le bolinche » et accessoirement « le sarda » sont de grandes nappes coulissantes à mailles étroites (10 mm. et 9 mm.) dans lesquelles le poisson ne maille pas et qui permettent, par une manœuvre appropriée, d'encercler et de prendre de grandes quantités de sardines. Ces filets ne laissent pratiquement rien passer au-dessous d'une taille de 6 à 8 centimètres et la pêche, ainsi faite, donne une représentation fidèle des bancs sur lesquels elle porte, les capturant même parfois dans leur presque totalité.

Ainsi, en suivant pendant deux années et demie consécutives la population sud du Golfe de Gascogne, nous espérons donner un tableau aussi complet que possible de sa biologie.

Nous avons tout d'abord été amené à établir les caractéristiques essentielles (âge, caractères de croissance : L_1 et L_2 , formule vertébrale, état sexuel) des sardines de cette population. Une analyse de plus de 15.000 individus nous en révéla rapidement l'hétérogénéité. Deux groupes principaux, différents par l'âge et par l'origine, la composent. Arrivant dans la région étudiée et en disparaissant chacun à une époque déterminée, ces deux groupes réalisent des migrations dont le résultat, aussi paradoxal qu'il paraisse, est de maintenir fixes les caractéristiques générales de la population locale. Chaque année, en effet, les individus ayant atteint un certain stade disparaissent régulièrement et sont non moins régulièrement remplacés par des individus plus jeunes.

Le fait des migrations étant acquis, il importait d'en connaître l'amplitude et le déterminisme. En conséquence, nous avons dû établir l'origine des sardines des deux Groupes principaux de la population. Ayant déterminé, au préalable, les périodes auxquelles elles étaient écloses, il fallait rechercher, parmi les différentes pontes égrenées le long du littoral atlantique, celles correspondant à ces périodes respectives. Les connaissances acquises sur les lieux et époques de reproduction comportaient encore bien des lacunes;

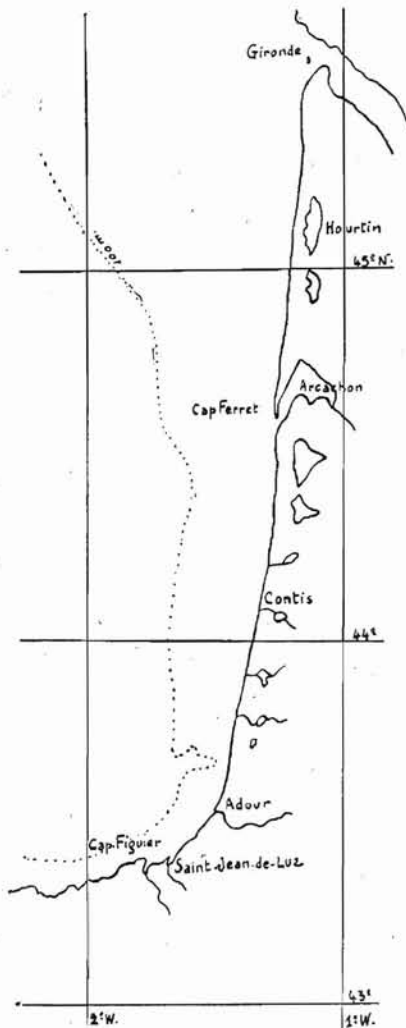


FIG. 2.

Littoral sud-ouest de la France.

nous avons pu les compléter en décrivant trois aires de ponte nouvelles (l'une dans le sud de la Mer du Nord, la seconde en Manche orientale et la dernière dans la Mer Celtique) et en précisant les limites dans le temps et les lieux de la ponte effectuée dans le sud du Golfe de Gascogne.

Nous avons dû, en outre, comparer les différentes données relatives aux caractères anatomiques et biologiques de ces sardines avec celles obtenues en d'autres régions atlantiques. L'étude de ces différents caractères, en eux-mêmes et dans leurs relations avec le milieu océanique, nous a permis d'établir ou de préciser les caractéristiques essentielles de la Sardine atlantique. Elle nous a donné, de plus, la possibilité de saisir les traits les plus importants des phénomènes particuliers à l'espèce : notamment la différenciation des groupements que les ichthyologistes définissent sous le nom de Races, ainsi que les migrations de divers ordres caractérisant le cycle œcologique de la Sardine.

Enfin, nous avons apporté quelques données nouvelles sur la Croissance et sur l'Engraissement, phénomènes biologiques importants en eux-mêmes et pour les conséquences pratiques qui en découlent, mais qui, dans l'état actuel de nos connaissances, ne semblent jouer qu'un rôle secondaire dans le comportement de cette espèce.

3. — *Le matériel et son échantillonnage.*

L'établissement par la méthode biométrique, de la valeur moyenne d'un caractère servant à définir un Groupe donné, nécessite l'analyse d'un grand nombre d'individus. Ainsi, les variations individuelles s'effacent pour ne laisser apparaître que les caractéristiques générales du Groupe.

Il est exceptionnel qu'une population biologique soit tout à fait homogène; il s'agit généralement, avons nous dit, d'un ensemble d'individus d'âge différent et souvent d'origine différente. En conséquence, un prélèvement unique aussi important soit-il, ne donnera jamais qu'une image partielle, incomplète, de la population, car celle-ci est constituée par de multiples bancs groupés suivant l'âge ou la condition physiologique des individus et qui se succèdent plus ou moins rapidement dans une même région. Pour avoir une bonne représentation de la population, il faut donc en suivre toutes les fluctuations et, pour cela, multiplier les prélèvements et les poursuivre aussi longtemps qu'il est nécessaire. Car si certains phénomènes biologiques comme les migrations par exemple, peuvent se déclencher brusquement, ils mûrissent

lentement, leurs causes sont souvent lointaines et le cycle d'un phénomène doit être suivi complètement et contrôlé par des observations répétées.

En conséquence, nous nous sommes fixé comme règle de faire des prélèvements très fréquents et de ne les cesser qu'après avoir enregistré, à plusieurs reprises, les faits biologiques particuliers à la population considérée et avoir noté leur périodicité.

C'est pourquoi nous avons fait porter nos observations sur deux années et demie consécutives : du mois de novembre 1940 au mois de mars 1943 inclus. Nos prélèvements ont été effectués sur le rythme d'au moins deux prélèvements par trois jours de pêche. Ainsi, dans la zone comprise entre le rivage et 5-6 milles au large et s'étendant entre le cap Figuié au sud et les parages d'Hourtin au nord (carte de la fig. 2), 291 échantillons ont été récoltés, soit en moyenne 10 par mois, comptant chacun de 30 à 70 individus et groupant en tout 14.550 spécimens.

Ces échantillons ont été prélevés, soit directement sur les lieux de pêche mêmes, soit au quai de débarquement de Saint-Jean-de-Luz. Dans ce dernier cas, il était procédé de la manière suivante : à l'arrivée des bateaux sardiniens, quelques poignées de poissons étaient prises *au hasard*, sur la pêche de différentes barques, l'opération étant répétée autant de fois qu'il était nécessaire pour remplir une caissette contenant de 40 à 80 individus. Chaque prélèvement échappait ainsi dans la mesure du possible, au choix inconscient difficilement évitable et portait sur la pêche de plusieurs bateaux ayant travaillé dans les mêmes parages.

En plus de cet échantillonnage systématique, nous avons procédé à des prélèvements aussi nombreux que possible sur les pêches que les chalutiers font accidentellement plus au large, en hiver. En effet, la Sardine, qui se tient généralement à proximité du rivage, peut être rencontrée pendant la mauvaise saison, principalement entre janvier et mars, à quelques dizaines de milles au large. Elle n'y fait jamais l'objet d'une pêche particulière, mais les chalutiers tirant leurs filets sur le Plateau continental en prennent parfois quelques exemplaires. De tels individus n'étant pas sans présenter un certain intérêt pour l'étude biologique de l'espèce, nous avons récolté plusieurs lots groupant en tout 750 individus. Comme le chalut est un engin sélectif, retenant surtout des spécimens de grande taille et comme, d'autre part, ces prélèvements n'ont pu être systématiques en raison de l'irrégularité de cette pêche, ces échantillons ont été étudiés à part et il en sera parlé en toutes occasions où les observations faites à leur sujet présenteront quelque intérêt.

Nous avons enfin complété nos recherches par l'étude d'échantillons groupant environ 2.000 individus prélevés au cours des années antérieures : entre 1928 et 1939.

PREMIÈRE PARTIE.

LES CARACTÈRES PRINCIPAUX DE LA SARDINE DE LA RÉGION SUD DU GOLFE DE GASCOGNE ET LEURS VARIATIONS.

CHAPITRE PREMIER.

LES CARACTÈRES RETENUS. — MÉTHODES ET TECHNIQUES APPLIQUÉES À LEUR ÉTUDE.

1. — *Les caractères retenus.*

Comme l'écrit FAGE (1913) on ne peut guère étudier la biologie des poissons et principalement leurs déplacements sans acquérir, au préalable, une connaissance exacte de leur âge. En effet, pour définir les groupements particuliers d'une même espèce ou d'une simple population, on doit tenir compte de ce caractère qui a une influence marquée sur la valeur de la plupart des autres caractères des individus que l'on compare. De même, pour étudier les déplacements des divers bancs réunis sur les mêmes lieux de pêche, on doit soigneusement cataloguer les différentes classes d'âge de la population de façon à les suivre dans toutes les captures. On ne peut enfin observer et interpréter le déroulement des phénomènes biologiques comme la croissance, l'évolution sexuelle ou l'engraissement des individus sans connaître leur âge.

C'est pourquoi nous avons entrepris l'étude de la population sud du Golfe de Gascogne en commençant par déterminer l'âge des Sardines qui la composent. Pour cela deux moyens s'offraient à nous :

1° La mesure de la *taille* qui est le caractère le plus apparent sinon le plus précis et qui est, en outre, indispensable pour l'étude de la croissance;

2° L'examen des écailles dont la structure enregistre fidèlement la croissance périodique et l'âge des individus.

Nous avons utilisé ces deux procédés qui se complètent et se contrôlent l'un l'autre et nous avons ainsi divisé la population en groupes d'âge différents que nous avons étudiés successivement.

Pour chacun de ces groupes, nous avons cherché à définir les caractères suivants :

1° LES CARACTÈRES DE CROISSANCE L_1 ET L_2 :

L_1 représentant la taille atteinte au cours du premier cycle de croissance, renseigne non seulement sur la croissance, mais encore sur la période d'éclosion des individus et, partant, sur leur origine;

L_2 représentant la taille atteinte au cours du second cycle de croissance, nous a permis d'étudier en détail la croissance de la Sardine sur laquelle on n'a eu jusqu'ici que des données assez imprécises;

2° UN CARACTÈRE ANATOMIQUE : le nombre de vertèbres, considéré par tous les auteurs comme le plus important des caractères différentiels des groupements particuliers (races) que peut comprendre l'espèce. Fixé très vraisemblablement dès l'organogénèse, il reste constant pendant toute la vie d'un même individu et il donne la possibilité de définir les groupements d'origine différente qui constituent la population étudiée⁽¹⁾.

3° LES CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES SUIVANTS :

A. *L'état sexuel* qui nous a permis de suivre l'évolution vers la maturité sexuelle des Sardines de chaque groupe d'âge et nous a donné, en outre, l'occasion de préciser la durée de l'époque de ponte de la population étudiée ainsi que l'étendue de l'aire géographique où cette ponte s'effectue;

B. *La teneur en graisses*, dont la connaissance précise est d'une grande importance pratique et qu'il sera intéressant de suivre principalement dans ses rapports avec la croissance et l'évolution sexuelle.

Ces différents caractères peuvent être mesurés avec une précision suffisante pour que leur valeur permette : 1° de définir anatomiquement et biologiquement les individus étudiés; 2° de repérer et de suivre ces individus dans leurs déplacements; 3° de connaître les liens qui les unissent aux populations voisines ainsi que les différences qui les en séparent.

Comme nous l'avons dit précédemment, c'est la méthode biométrique ou statistique qui a donné la possibilité d'établir et d'interpréter la valeur de chacun d'eux.

2. — *Éléments de Biométrie utilisés dans ces recherches.*

Nous n'entrerons pas dans les détails de la méthode biométrique dont l'emploi s'est généralisé dans l'étude de la biologie des poissons. On en trouvera les règles et les formules dans les manuels spécialisés; BERTIN (1925), en particulier, en a donné un très clair exposé dans son étude sur les Épinoches.

Nous nous bornerons à fournir ici, en les appliquant à des exemples concrets, les éléments de cette méthode qui nous ont permis d'interpréter la variabilité des caractères retenus et qui sont indispensables à la compréhension de cette étude.

Prenons, par exemple, la variabilité d'un caractère tel que L_1 , c'est-à-dire la taille à la fin du premier cycle de croissance. Soit 100 individus appartenant à un groupe d'âge homogène; ils se répartissent entre 5 et 11 centimètres. Entre ces deux extrêmes, on aura une série ininterrompue d'individus à 6, 7, 8, 9, 10 centimètres. Dressons deux colonnes dont la première représentera les *classes* : v , groupant chacune les individus qui présentent la même valeur de L_1 et la seconde la *fréquence* : p , de chacune de ces classes. La classe la plus fréquente est celle de 8 centimètres; on l'appelle le *mode*. De part et d'autre du mode, les autres

⁽¹⁾ Nous n'avons pas retenu les caractères morphologiques tels que les différentes proportions du corps (longueur de la tête, longueur des nageoires, distances prédorsale, préventrale, préanale) calculées en p. 100 de la longueur totale du corps. Pour un même individu, en effet, ces proportions ne restent pas identiques; elles varient avec l'âge et leurs variations, même si elles sont faibles, sont souvent de l'ordre des différences constatées entre les diverses races. De plus, les erreurs systématiques ou accidentelles tenant à la difficulté des mensurations rendent aléatoire l'utilisation de ces proportions comme caractères différentiels de races.

Nous avons de même écarté les caractères numériques tels que le nombre de rayons des nageoires en raison de leur variabilité trop faible ou trop irrégulière.

fréquences diminuent. Les écarts entre les deux classes extrêmes 5 et 11 centimètres expriment l'amplitude de la variation de L₁.

CLASSES. v.	FRÉQUENCES. p.
5 centimètres.....	1
6 —	12
7 —	24
8 —	33
9 —	20
10 —	9
11 —	1

Si on veut représenter graphiquement ces résultats, on portera en abscisse les valeurs des classes, en ordon-

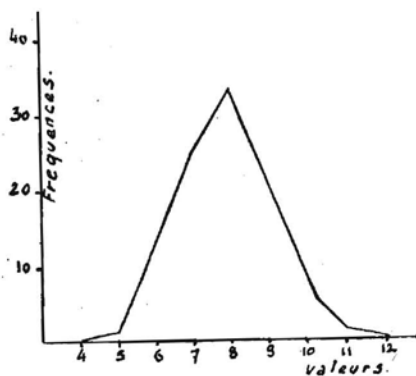


Fig. 3. — Courbe de fréquence.

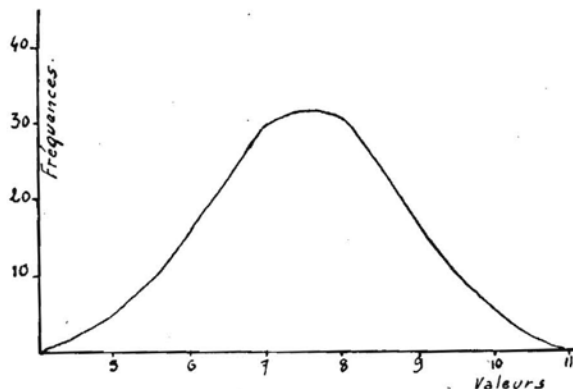


Fig. 4. — Courbe en cloche.

nées celles des fréquences. On obtiendra ainsi un polygone de variation qui tend à s'inscrire en courbe : courbe de fréquence ou courbe de variabilité (fig. 3).

La courbe de fréquence matérialise la variabilité du caractère. Plus sa base est étroite et sa hauteur élevée, plus la variabilité est faible.

Si nos 100 individus se répartissaient d'une autre façon, par exemple de la suivante :

Classes.....	5	6	7	8	9	10 centimètres.
Fréquences.....	5	15	30	30	15	5 individus.

la courbe qui représenterait cette répartition serait une courbe en cloche parfaitement symétrique par rapport à son axe (fig. 4).

Du point de vue du caractère considéré, cela signifierait que le groupe de ces 100 individus est parfaitement homogène. En réalité, une courbe de fréquence n'est jamais rigoureusement symétrique, car il entre toujours quelques individus aberrants dans la composition du groupe. Mais lorsque la courbe tend vers la courbe en cloche, le groupe peut être considéré comme homogène.

Tout en restant unimodales, les courbes de fréquence peuvent revêtir des formes diverses. Prenons toujours pour exemple la répartition des valeurs de L₁ pour un lot de 100 individus du Golfe de Gascogne : celui-ci, prélevé en janvier 1943.

Classes.....	4	5	6	7	8	9	10	11 centimètres.
Fréquences.....	1	50	25	12	5	3	2	2 individus.

Cette courbe (fig. 5) asymétrique, signifie que ce lot n'est pas homogène ; une partie des individus s'écarte nettement du type moyen du groupe.

On peut avoir des courbes à plusieurs sommets, à plusieurs modes. Voici celle d'un échantillon prélevé sur la population du sud du Golfe en décembre 1940 :

Classes	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 centimètres.
Fréquences.....	1	12	24	33	20	18	22	35	29	6 individus.

Cette courbe est bimodale (fig. 6). Dans le cas présent, elle traduit l'existence des deux groupes d'origine différente dont est composée la population : l'un, mode 8 centimètres né en hiver, l'autre, mode 12 centimètres éclos en été.

Les courbes de fréquence peuvent de même présenter trois ou plusieurs sommets. Lorsque le nombre

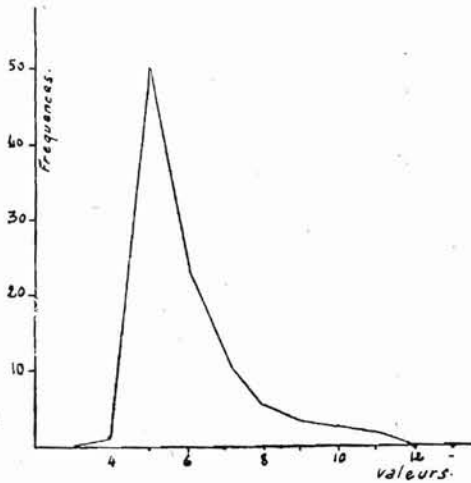


Fig. 5. — Courbe de fréquence dissymétrique à un seul sommet.

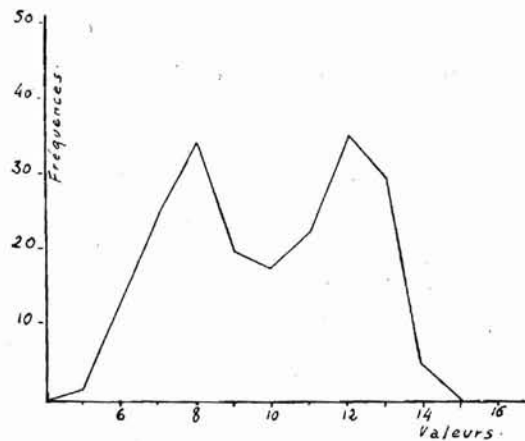


Fig. 6. — Courbe de fréquence à 2 sommets.

d'individus sera suffisant, dans tous les cas de courbes plurimodales on aura la preuve que la population étudiée est hétérogène.

La diversité de formes des courbes de fréquence est grande ; elle tient souvent au nombre d'individus examinés. Afin de les rendre comparables et de faciliter leur interprétation certains indices ont été calculés :

1° La *moyenne* arithmétique des valeurs, m , que l'on obtient rapidement en multipliant la valeur v de chaque classe par sa fréquence p et en divisant la somme des produits par n : le nombre total des individus :

$$m = \frac{\sum pv}{n}$$

2° La différence : b , entre la moyenne et le mode :

$$b = m - \mu \text{ ou encore } \frac{\sum pa}{n}$$

3° L'*écart* par rapport au mode, a , qui est toujours un nombre entier, de préférence à l'écart par rapport à la moyenne, x , qui est généralement un nombre décimal.

$$\text{écart par rapport au mode : } a = v - \mu;$$

4° L'indice de variabilité, σ , qui renseigne sur la variabilité du caractère et peut être calculé au moyen de la formule suivante :

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\varepsilon pa^2}{n-1} - b^2}.$$

5° La fluctuation probable de la moyenne, Fl, qui donne les limites pratiquement certaines de la moyenne :

$$Fl = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \times 3,37245.$$

C'est-à-dire que si 600 individus par exemple, ont une moyenne vertébrale de 52,34, présentant une

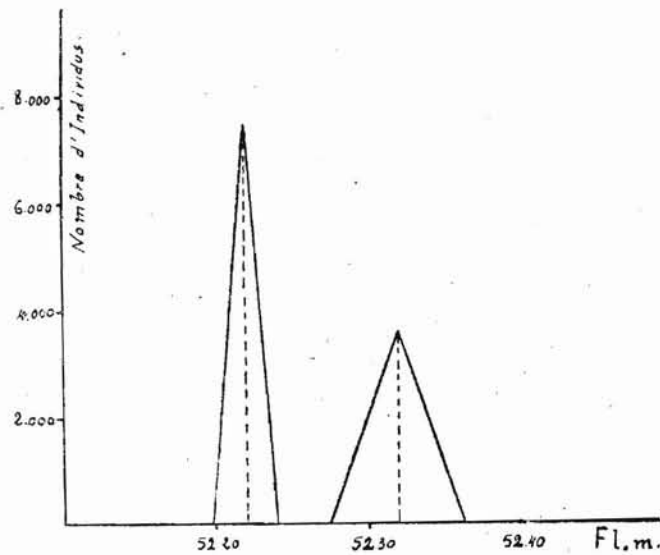


Fig. 7. — Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne.

fluctuation de $\pm 0,08$, on est pratiquement certain que 600 autres individus de même provenance, prélevés dans les mêmes conditions, auront une moyenne vertébrale comprise entre :

$$52,34 + 0,08 = 52,42,$$

$$\text{et } 52,34 - 0,08 = 52,26.$$

Graphiquement, la fluctuation de la moyenne peut être représentée par un triangle (fig. 7) dont la base sera proportionnelle à la valeur de la fluctuation et la hauteur proportionnelle au nombre d'individus. Elle facilitera ainsi la comparaison des groupements. Si pour deux de ceux-ci, par exemple, les triangles de fluctuation de la moyenne sont séparés, on considère que ces deux groupements sont différents. Cependant, comme l'amplitude de la fluctuation dépend surtout du nombre d'individus examinés, elle est d'autant plus faible que ce nombre est plus élevé. Deux populations présenteront souvent des triangles séparés même si la variabilité du caractère envisagé est relativement faible.

3. — Techniques appliquées à l'étude des différents caractères retenus.

1° ÉTUDE DE LA TAILLE. — TECHNIQUE DES MENSURATIONS. — Pour connaître la taille, c'est-à-dire la longueur totale du poisson nous avons employé la méthode des mensurations directes. Ces mensurations ont été faites au moyen d'une règle millimétrée recouverte d'une plaque de verre et munie d'un butoir correspondant au

zéro de la règle. Le poisson étant placé sur le flanc, en extension normale sur la plaque de verre, l'extrémité du museau (bouche close) ramenée contre le butoir, la longueur totale du corps a été prise suivant l'axe principal, de l'extrémité du museau à l'extrémité du lobe le plus long de la nageoire caudale.

Cette longueur totale a été observée au millimètre près. Mais pour le calcul des moyennes et l'établissement des courbes de fréquences, elle a été ramenée au centimètre le plus voisin; par exemple, ont été incorporés à la classe de 15 centimètres tous les individus mesurant de 145 à 154 millimètres.

2° ÉTUDE DE L'ÂGE. — LECTURE DES ÉCAILLES. — On sait que la croissance des poissons est soumise à un rythme saisonnier. Rapide pendant la belle saison, elle est très ralentie sinon nulle en hiver. Cette allure périodique de la croissance se traduit sur les écailles aussi bien que sur d'autres pièces calcifiées comme les otolithes, les vertèbres, etc. Des zones concentriques larges et étroites alternent en réalisant des structures comparables aux cercles inscrits sur la section d'un tronc d'arbre. De telles zones qui, sous le microscope, apparaissent alternativement sombres et claires, permettent de déterminer l'âge des poissons. Il suffit, en effet, de les compter pour connaître le nombre d'hivers et d'étés qu'un individu a vécu.

Cette méthode de la lecture des écailles, employée pour la première fois en 1899 par HOFFBAUER, pour l'étude de la Carpe s'est, depuis, largement développée et est devenue d'application courante pour la détermination de l'âge de la plupart des espèces des régions tempérées.

Forme et structure des écailles de la Sardine. — Les écailles de la Sardine atlantique enregistrent parfaitement cette périodicité de la croissance et on leur doit le plus clair de nos connaissances sur l'âge et la croissance de l'espèce. Elles présentent une certaine diversité de formes : MURAT (1935) en distingue quatre types différents, mais on peut les ramener à deux types principaux : 1° écailles grandes, à bord subrectiligne, de forme quadrangulaire (fig. 8);

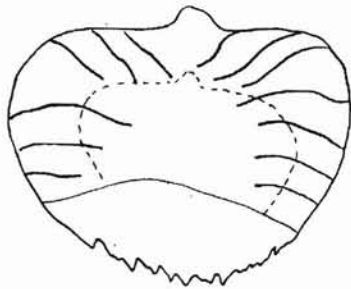


Fig. 9.

Petite écaille à bord arrondi.

2° écailles petites, à bord arrondi, cordiformes (fig. 9). Ces écailles sont des lamelles cornées, minces, flexibles, translucides. Elles s'imbriquent les unes par dessus les autres comme les tuiles d'un toit, leur bord libre étant dirigé vers la partie postérieure du corps. Dans une même rangée, les grandes écailles alternent avec les petites et les recouvrent presque entièrement. Les unes et les autres peuvent être utilement employées pour la détermination de l'âge, mais les petites écailles à bord arrondi nous ont toujours paru de lecture plus facile que les grandes et ce sont elles que nous avons prélevées dans la plupart des cas.

Dans une écaille on distingue : 1° une partie externe, la partie libre de l'écaille, à contour irrégulier, frangé, plus ou moins usé, à structure voilée; 2° une partie interne, la racine de l'écaille, insérée sous la peau, à contour régulier, présentant une structure finement striée. La partie interne est séparée de la partie externe par une ligne nette : la ligne basale et sa surface est marquée par de profonds sillons partant de la partie centrale et rejoignant le bord de l'écaille.

Du point de vue de la détermination de l'âge, seule cette partie interne présente de l'intérêt. Examinée

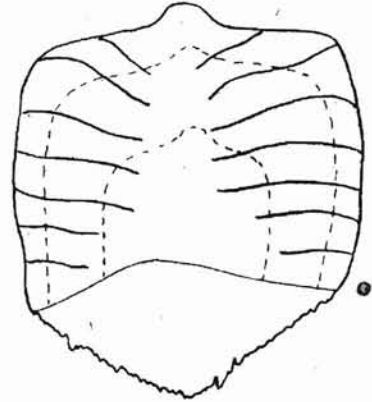


Fig. 8.

Grande écaille à bord subrectiligne.

sous le microscope à un faible grossissement, elle laisse apparaître une ou plusieurs lignes étroites, sombres ou claires, suivant l'éclairage. Disposées concentriquement, ces lignes sont parallèles au bord de l'écaille. Elles la divisent en bandes concentriques d'autant plus étroites qu'elles s'éloignent davantage du centre. Ces bandes sont des *zones de croissance*, formées pendant la belle saison. La zone centrale représente la surface primitive de l'écaille à la fin du premier cycle de croissance; la ligne étroite qui la délimite et qui correspond au bord primitif de l'écaille est appelée *premier anneau d'hiver*. La deuxième zone de croissance représente la surface dont s'est accrue l'écaille pendant la seconde période active de croissance et c'est un deuxième anneau d'hiver qui correspond au bord de cette écaille à la fin du second cycle. Chaque année, la Sardine agrandit ses écailles et les zones de croissance et les anneaux d'hiver marquent ainsi les étapes successives de sa croissance.

Cet aspect de la partie superficielle de l'écaille ne fait que refléter le relief principal de sa partie profonde. MURAT (1935), qui a étudié la structure de la partie intime de l'écaille a montré qu'elle résulte de l'empilement de feuillets de plus en plus larges débordant les uns sous les autres. Au microscope polarisant ils apparaissent alternativement sombres et clairs, car ils sont de nature différente; les uns sont constitués par des fibres concentriques, les autres par des fibres radiales. La croissance de l'écaille se fait par l'adjonction sous le feuillet inférieur d'un nouveau feuillet. Les nouveaux feuillets débordent largement les uns sous les autres, puis de moins en moins, à mesure que la croissance se ralentit en sorte que les bandes alternativement sombres et claires visibles au microscope polarisant, sont de plus en plus resserrées jusqu'à devenir nulles. Puis lorsque la nouvelle période de croissance commence, elles s'élargissent de nouveau pour se rétrécir par la suite. Ce phénomène se reproduit à chaque période nouvelle de croissance. Le passage des bandes étroites aux bandes larges qui leur succèdent lors de la reprise de croissance, correspond à une inflexion des petites crêtes qui strient finement la partie superficielle de l'écaille et c'est cette inflexion qui constitue l'anneau d'hiver.

Selon MURAT, la superposition de cette structure profonde et de la structure superficielle de l'écaille de la Sardine n'est pas absolument rigoureuse. Mais comme pour l'écaille du Hareng avec laquelle elle présente de grandes analogies, le décalage pouvant exister est léger et ne dépasse pas les erreurs possibles de mesure.

D'autre part, on peut trouver sur l'écaille des anneaux qui ne correspondent pas au rythme saisonnier de croissance; ce sont de « faux anneaux ». Irréguliers dans leur structure et leur localisation, ils traduisent des anomalies de la structure interne de l'écaille. Ils peuvent, dans la plupart des cas, être mis hors de cause dans la détermination de l'âge. Cependant, dans les mers comme la Méditerranée, à saisons peu marquées, ces « faux anneaux » peuvent être confondus avec les anneaux vrais, notamment avec le premier, parfois assez peu net. De ce fait, on éprouve souvent quelques difficultés à interpréter les écailles de la Sardine méditerranéenne (BOUNHIOU 1912; MURAT 1935). Mais, dans le Golfe de Gascogne, où les saisons sont plus tranchées, les anneaux d'hiver sont nettement marqués et leur lecture donne des résultats sûrs. Les « faux anneaux » semblent plus rares qu'en Méditerranée; nous n'en avons guère trouvé que 2 p. 100 sur plus de 14.500 écailles examinées et les individus douteux ont pu être ainsi facilement éliminés sans préjudice pour les observations globales. Par contre, les petits accidents de structure, les « fautes » altérant la surface de l'écaille et y marquant la trace plus ou moins régulière d'anneaux incomplets, sont fréquents, mais ils ne sauraient être confondus avec les anneaux vrais.

Choix et montage des écailles. — Ainsi que nous l'avons constaté toutes les écailles des différentes parties du corps de la Sardine portent la marque du même nombre d'anneaux d'hiver. Cependant, lorsqu'on veut se livrer à des recherches scalimétriques précises, il n'est pas indifférent de choisir non seulement les écailles, mais encore l'emplacement sur lequel elles doivent être prélevées.

F. de BUEN (1925) conseille de les prendre sur la partie dorsale du corps, au-dessous de la nageoire dorsale. LE GALL (1930) recommande celles du tiers antérieur du corps, au-dessus de la ligne médiane, chacun de ces auteurs ayant obtenu les meilleurs de leurs résultats avec les écailles provenant des emplacements qu'ils indiquent. Il n'est pas toujours facile cependant, de choisir, car les écailles se détachent aisément surtout chez les jeunes individus, que les manipulations préalables dépouillent souvent en grande

partie. Les prélèvements que nous avons effectués ont toujours porté sur le tiers antérieur ou à défaut sur la moitié antérieure du corps, au-dessus de la ligne latérale.

Le montage des écailles est très simple. L'écaille choisie est soigneusement lavée et essuyée, puis collée directement par sa face inférieure au moyen d'une goutte d'albumine glycinée, sur une lame portant les indications relatives à la taille, au sexe, à la date et au mode de capture, ainsi qu'au lieu de pêche. Bien séchée et tenue à l'abri de l'humidité elle se conserve ainsi indéfiniment.

3° DÉTERMINATION DES VALEURS L_1 ET L_2 . — MÉTHODE SCALIMÉTRIQUE. — Ces deux caractères de croissance ont été déterminés de deux façons, suivant le cas.

A. Par la méthode des mensurations directes, déjà exposée, lorsque les individus se trouvent à la fin de leur première ou de leur seconde période de croissance active, avant que l'anneau d'hiver qui s'inscrit sur les écailles au début du printemps, ne devienne apparent;

B. Par la méthode scalimétrique qui consiste à calculer les tailles successives d'un individu en fonction des relations numériques entre la croissance somatique et celle des écailles.

L'emploi de cette méthode est rendu très simple par l'application de la formule de LÉA (1911). Ce savant norvégien, se basant sur de nombreuses séries de mensurations, a montré que la croissance du Hareng est proportionnelle à celle de ses écailles.

Soit, par exemple, une écaille (fig. 10) pour laquelle on appellera :

V. La distance du centre, sur la ligne basale, au sommet de l'écaille.

v_1 La distance du centre au sommet du premier anneau d'hiver.

v_2 La distance du centre au sommet du second anneau d'hiver.

Soit, en outre :

L. La taille actuelle du poisson;

L_1 . Sa taille à l'apparition du premier anneau d'hiver;

L_2 . Sa taille à l'apparition du second anneau d'hiver.

$$\text{On peut écrire : } L_1 = L \frac{v_1}{V}, \quad L_2 = L \frac{v_2}{V}.$$

Le rapport $\frac{L}{V}$ n'est pas rigoureusement exact, ainsi que le reconnaît LÉA lui-même. Cependant, les tailles calculées sont très proches des tailles réelles et les résultats acquis par de nombreux chercheurs se montrent suffisamment précis et concordants pour que cette méthode reste employée par la majorité des auteurs, en dépit des critiques dont elle a été l'objet.

En ce qui concerne la Sardine du Golfe de Gascogne, les résultats exposés dans le tableau ci-dessous montrent que l'écart entre la valeur *observée* et la valeur *calculée* d'après la formule de LÉA est pratiquement négligeable.

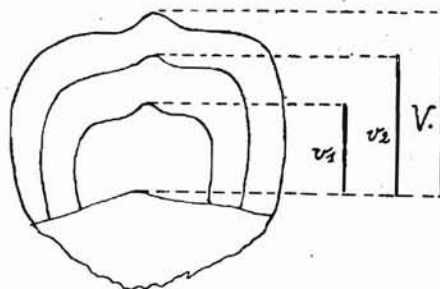


Fig. 10. — Mesures faites sur les écailles.

TAILLES MOYENNES, directement mesurées, avant l'apparition de l'anneau d'hiver sur les écailles (période hivernale de croissance nulle).		TAILLES MOYENNES calculées d'après l'anneau d'hiver inscrit sur les écailles (période de croissance active).	
PÉRIODE DU PRÉLÈVEMENT.	TAILLE. (En cm.)	PÉRIODE DU PRÉLÈVEMENT.	TAILLE. (En cm.)
Adultes (hiver 1940-1941)	15,01	Avril 1941	14,98
Immatures (mars 1941)	12,06	Avril 1941 (1 ^{re} quinzaine)	12,02
Adultes (mars 1943)	14,10	Avril 1943	14,06
Immatures (mars 1943)	11,56	Avril 1943	11,56

La formule de LÉA peut donc être légitimement choisie, aussi l'avons-nous employée dans nos recherches.

Pour les mensurations des écailles, nous avons utilisé une échelle micrométrique permettant d'apprécier les longueurs au dixième de millimètre.

4° DÉNOMBREMENT DES VERTÈBRES. — Pour compter les vertèbres, nous avons utilisé la technique suivante : le poisson étant placé sur le flanc, la pointe d'un scalpel est insérée à la base du crâne, juste au-dessus de la première vertèbre; on la fait glisser le long de la colonne vertébrale qui la guide jusqu'à l'extrémité du pédoncule caudal. La Sardine ainsi fendue dorsalement, est ouverte et laisse apparaître non seulement la colonne vertébrale qu'un léger grattage débarrasse des fibres musculaires y adhérent, mais encore les organes de la cavité viscérale : tube digestif, glandes sexuelles, etc., qu'on peut ainsi directement observer.

Nous avons toujours compté les vertèbres à partir de la première cervicale située immédiatement en arrière de l'articulation occipitale jusque et y compris la dernière caudale portant l'urostyle et les os hypuraux.

5° ÉTUDE DE L'ÉTAT SEXUEL. — Si l'on veut apprécier l'état sexuel de milliers d'individus et l'exprimer d'une manière numérique, on doit utiliser une méthode statistique permettant de donner une valeur aux états successifs de développement des glandes sexuelles.

Pour l'étude du Hareng, HJORT (1910) a proposé une échelle selon laquelle l'état sexuel de ce clupéidé est divisé en sept stades, d'après l'aspect macroscopique et la grosseur relative des glandes. Cette échelle qui permet de déterminer rapidement et d'une manière suffisamment précise le degré d'évolution des individus, est adoptée dans toutes les recherches sur le Hareng et a été adaptée à d'autres espèces et notamment à la Sardine par LE GALL (1930) et par BELLOC (1930). Nous l'avons également employée, en la modifiant quelque peu en tenant compte de l'aspect différent et des dimensions plus réduites des glandes de la Sardine.

ASPECT ET FORME DES GLANDES SEXUELLES DE LA SARDINE. — Chez la Sardine, les sexes se distinguent facilement lorsque les glandes sont bien développées, mais chez les jeunes individus immatures, au premier examen on les reconnaît parfois plus difficilement car les gonades sont encore très petites. Elles occupent une position dorsale dans la cavité générale de part et d'autre de la colonne vertébrale. Comme le font remarquer BELLOC et DESBROSSES (1930) l'ovaire est allongé, légèrement rosé, et se termine par une pointe mousse; sa section est subcirculaire ou ovale. Le testicule, blanchâtre, plus aplati, en forme de lame de canif, est parcouru par une arête longitudinale; de section triangulaire, son extrémité est en angle obtus.

Nous avons constaté en outre qu'il existe une dissymétrie marquée et constante entre les glandes d'un même individu : la glande droite est toujours plus courte, moins large et de volume plus réduit que la gauche. Elle est aussi beaucoup moins vascularisée.

Voici quelques exemples de ces différences chez les individus se trouvant aux différents stades de maturité sexuelle :

MÂLES.				FEMELLES.			
TAILLE ET STADE DE MATURITÉ SEXUELLE DE L'INDIVIDU.	DIMENSIONS DES GLANDES (en mm.).		TAILLE ET STADE DE MATURITÉ SEXUELLE DE L'INDIVIDU.	DIMENSIONS DES GLANDES (en mm.).			
	Longueur.	Largeur.		Longueur.	Largeur.		
120 mm. (stade I)...	Droite	5,5	1,5	116 mm. (stade I) . .	Droite	13,0	2,0
	Gauche	6,0	2,0		Gauche	14,0	2,2
128 mm. (stade II)..	Droite	10,0	2,5	124 mm. (stade II)..	Droite	13,0	2,2
	Gauche	11,0	3,0		Gauche	17,0	2,5
134 mm. (stade III).	Droite	12,0	4,0	136 mm. (stade III).	Droite	19,0	4,0
	Gauche	14,8	5,5		Gauche	22,0	6,0
135 mm. (stade V)..	Droite	25,5	5,7	138 mm. (stade V)..	Droite	32,0	6,0
	Gauche	34,5	7,2		Gauche	34,0	7,0
139 mm. (stade VI).	Droite	43,0	7,0	140 mm. (stade VI).	Droite	33,0	5,0
	Gauche	48,0	8,0		Gauche	37,0	7,0

ÉCHELLE ADOPTÉE. — Les huit stades de maturité sexuelle que nous avons adoptés se définissent ainsi :

Stade I. — Il caractérise les jeunes individus dont l'évolution sexuelle n'est pas encore commencée. Les glandes sont alors situées dans la partie postérieure de la cavité viscérale. L'ovaire est cylindrique, allongé, translucide, teinté de rose; sa longueur est inférieure à 15 millimètres; sa largeur est de 2 millimètres environ. Le testicule est aplati, court, blanc ou blanc rosé, sa longueur est de 5-6 millimètres environ; sa largeur de 2 millimètres au plus.

Stade II. — Il marque le début de l'évolution sexuelle. L'ovaire est très vascularisé; sa longueur varie entre 12 et 18 millimètres, sa largeur entre 2 et 3 millimètres. Le testicule est long de 8 à 15 millimètres, large de 2,5 à 3 millimètres.

Stade III. — Les glandes sont considérablement plus développées; elles occupent environ la moitié de la cavité viscérale. L'ovaire est renflé, les œufs deviennent visibles à travers l'enveloppe ovarienne, sous forme de petites granulations blanchâtres opaques; la glande reste translucide; sa couleur est généralement jaune orangé tirant parfois sur le rouge. Le testicule, renflé, est blanc nacré.

Stade IV. — Les glandes occupent les deux tiers de la cavité viscérale. L'ovaire contient des œufs de taille irrégulière; les plus nombreux sont petits granuleux, les autres atteignent déjà les dimensions voisines du maximum, mais tous sont encore opaques. Le testicule est fortement renflé, blanc, d'un éclat plus nacré.

Stade V. — Les glandes sont fermes, elles remplissent la presque totalité de la cavité viscérale. Dans l'ovaire, les œufs de grande taille sont déjà nombreux; certains commencent à devenir translucides. Le testicule, plus renflé, est très ferme.

Stade VI. — Les gonades, fermes jusque-là, perdent leur consistance. Ce stade correspond à la ponte. Les œufs et le sperme s'écoulent d'eux-mêmes ou sous une simple pression. L'ovaire contient une forte proportion d'œufs très gros, transparents.

Stade VII. — C'est celui de glandes ayant achevé leur fonction. L'ovaire devient flasque; ses parois distendues sont injectées de sang. Le plus souvent, la partie postérieure est étirée, tandis que la partie antérieure, en forme de massue, contient encore une certaine quantité d'œufs résiduels. Le testicule, généralement injecté de sang, a perdu son éclat nacré; il garde encore ses dimensions du stade précédent, mais il est aplati, foliacé et complètement vidé.

Comme la ponte de la Sardine est fractionnée, il est parfois difficile de distinguer le stade VI du stade VII et on doit faire intervenir un stade VI-VII qui traduit cet état intermédiaire de la glande partiellement évacuée.

Stade VII-II. — Les œufs résiduels sont entièrement résorbés. L'ovaire et le testicule redeviennent fermes, réduisent leur taille. Cet état correspond au stade II initial, mais les glandes restent sensiblement plus volumineuses qu'au début du premier cycle sexuel.

6° DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN GRAISSES. — Nous avons utilisé deux procédés :

1° L'analyse biométrique consistant à évaluer selon une échelle appropriée, la quantité de matières grasses déposées sous forme d'amas, dans la cavité viscérale et enrobant plus ou moins les organes. Cette méthode qui permet d'apprécier rapidement l'état d'adiposité de la Sardine est la seule pratique pour des recherches portant sur de grands nombres d'individus.

2° L'analyse chimique qui nous a permis de doser exactement les lipides contenus dans les tissus musculaires.

Nous avons pu ainsi établir l'équivalence des données obtenues par ces deux procédés différents.

Méthode biométrique. — Comparable à l'échelle qui nous a servi à déterminer l'état de maturité sexuelle, celle que nous utilisons ici est du même type que les échelles employées par HJORT (1910) pour le Hareng et par LE GALL (1930), BELLOC (1932), DESBROSSES (1933) pour la Sardine.

Suivant la quantité de graisses recouvrant les viscères nous avons divisé les individus examinés en quatre catégories que nous définissons comme suit :

- I. MAIGRES. — Aucune trace de graisse sur le tube digestif;
- II. PEU GRAS. — Un cordon de graisse est visible le long de l'intestin; sa largeur ne dépasse pas un millimètre;
- III. GRAS. — Le cordon de graisse est plus large, mais n'entoure pas complètement l'intestin.
- IV. TRÈS GRAS. — Le tube digestif tout entier est enrobé dans la graisse.

Analyse chimique. — Chaque analyse a porté sur un certain nombre d'individus (de 5 à 30) provenant d'un même prélèvement et ayant tous sensiblement la même taille, le même âge et se trouvant au même stade de maturité sexuelle. Ces individus étant éviscérés, écaillés et étêtés, leur chair était convenablement pilée et malaxée. Plusieurs échantillons de 10 à 20 grammes de cette chair ainsi préparée, étaient prélevés, et mis à l'étuve à 80° jusqu'à déshydratation complète. Puis les lipides étaient extraits à l'éther suivant la méthode Soxhlet⁽¹⁾. De telles analyses ont été faites à raison de une à trois par mois pendant la période comprise entre les mois de novembre 1941 et de mai 1943 et ont porté sur des individus représentant le type moyen du Groupe étudié.

Confrontation des résultats obtenus par ces deux procédés. — Dans le tableau n° 14, on trouvera, outre la valeur moyenne des principaux caractères de la Sardine (taille, âge, maturité sexuelle), le stade moyen d'adiposité

⁽¹⁾ Nous remercions ici, M. BAPIN, pharmacien-chimiste de 1^{re} classe de la Marine, inspecteur principal du Contrôle des conserves de l'Office des Pêches maritimes, qui a fait, avec nous, les premières analyses et nous a laissé la libre disposition de son laboratoire.

(graisse intestinale) calculé suivant la méthode biométrique ainsi que la teneur en graisse et la teneur en eau, ces deux caractères étant calculés en pourcentage du poids total.

Si nous dressons les courbes respectives de la teneur en graisse intestinale évaluée selon notre échelle empirique et de la teneur en graisses des tissus obtenue par la méthode Soxhlet (fig. 11), nous voyons :

1° Que ces deux courbes ont sensiblement la même forme et sont presque superposables. Ceci montre que l'échelle empirique utilisée pour l'évaluation de la teneur en graisses permet d'obtenir rapidement des résultats satisfaisants donnant une idée suffisamment exacte du phénomène étudié.

2° Que la quantité des graisses déposées sous forme d'amas dans la cavité viscérale est sensiblement

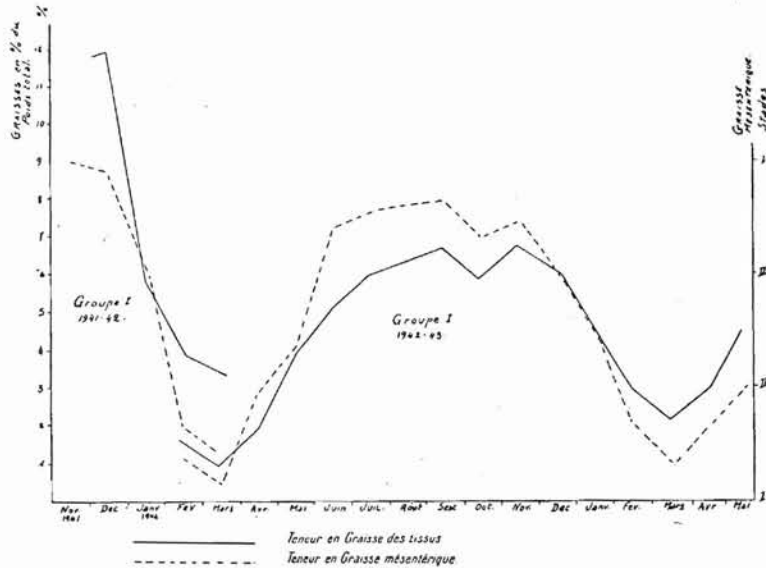


Fig. 11. — Courbes représentatives de la teneur en graisses des tissus (en p. 100 de la substance humide) et de la teneur en graisse mésentérique (estimation empirique).

proportionnelle à celle des graisses diffuses dans les chairs; elles augmentent et diminuent d'une manière parallèle.

Nous avons cherché à établir l'équivalence des résultats obtenus par ces deux méthodes différentes. Pour les individus mesurant de 10 à 16 centimètres et se trouvant dans leur deuxième année d'existence, nous avons les correspondances suivantes :

- I. Maigres..... de 0 à 2,5 p. 100 de matière grasse.
- II. Peu gras..... de 2,5 à 5 p. 100 de matière grasse.
- III. Gras..... de 5 à 7,5 p 100 de matière grasse.
- IV. Très gras..... au-dessus de 7,5 p. 100 de matière grasse.

Pour l'interprétation de nos résultats, nous emploierons autant que possible les valeurs déterminées par l'analyse chimique, mais chaque fois qu'il y aura lieu nous aurons également recours aux résultats acquis par la méthode biométrique qui, nous venons de le voir, leur sont parfaitement comparables.

CHAPITRE II.

COMPOSITION, SUIVANT L'ÂGE, DE LA POPULATION SUD DU GOLFE
DE GASCOGNE

Nous avons donné plus haut les raisons qui nous ont amené à étudier l'âge des individus de la population sur laquelle ont porté nos recherches. Ce qui suit va nous montrer de plus, qu'on peut tirer de ce caractère des conclusions immédiates sur les tendances biologiques d'une population.

I. — TAILLE.

Nous commencerons donc par l'étude de la taille qui dépend normalement de l'âge et nous verrons par la suite que les notions ainsi acquises seront confirmées et approfondies par celles de l'âge lui-même déterminé par la lecture des écailles.

1. — Répartition des sardines d'une population annuelle, suivant la taille.

Examinons la taille de 7.489 individus étudiés pendant la seule année de 1941 et représentant un bon échantillon moyen de la population.

Tailles (en centimètres).....	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Fréquences (p. 100).....	0,1	0,5	1,7	4,9	7,1	13,2	18,2	20,2	19,9	11,9	1,5	0,6	0,2

Ces différentes valeurs se distribuent entre 7 et 20 centimètres, mais en réalité plus de 90 p. 100 sont comprises entre 10 et 16 centimètres seulement.

D'après ce que l'on sait de la croissance de la Sardine, ces tailles de 10 à 16 centimètres correspondent sensiblement aux âges de un et deux ans.

Un simple coup d'œil sur le tableau ci-dessus apprendra ainsi que cette population de l'année 1941 est composée, en grande majorité, d'individus âgés de un à deux ans. Il en est de même pour les populations de l'année précédente et de l'année suivante (tableau n° 1). Cette constatation a son importance. Sachant, en effet, que la longévité de la Sardine dépasse dix années, on peut dire que cette population d'où les sardines âgées sont pratiquement absentes est donc une population dont les individus n'accomplissent pas tout leur cycle vital dans la même région.

C'est en suivant pas à pas les variations de ce caractère: la taille, que nous saisissons la phase de disparition de ces individus.

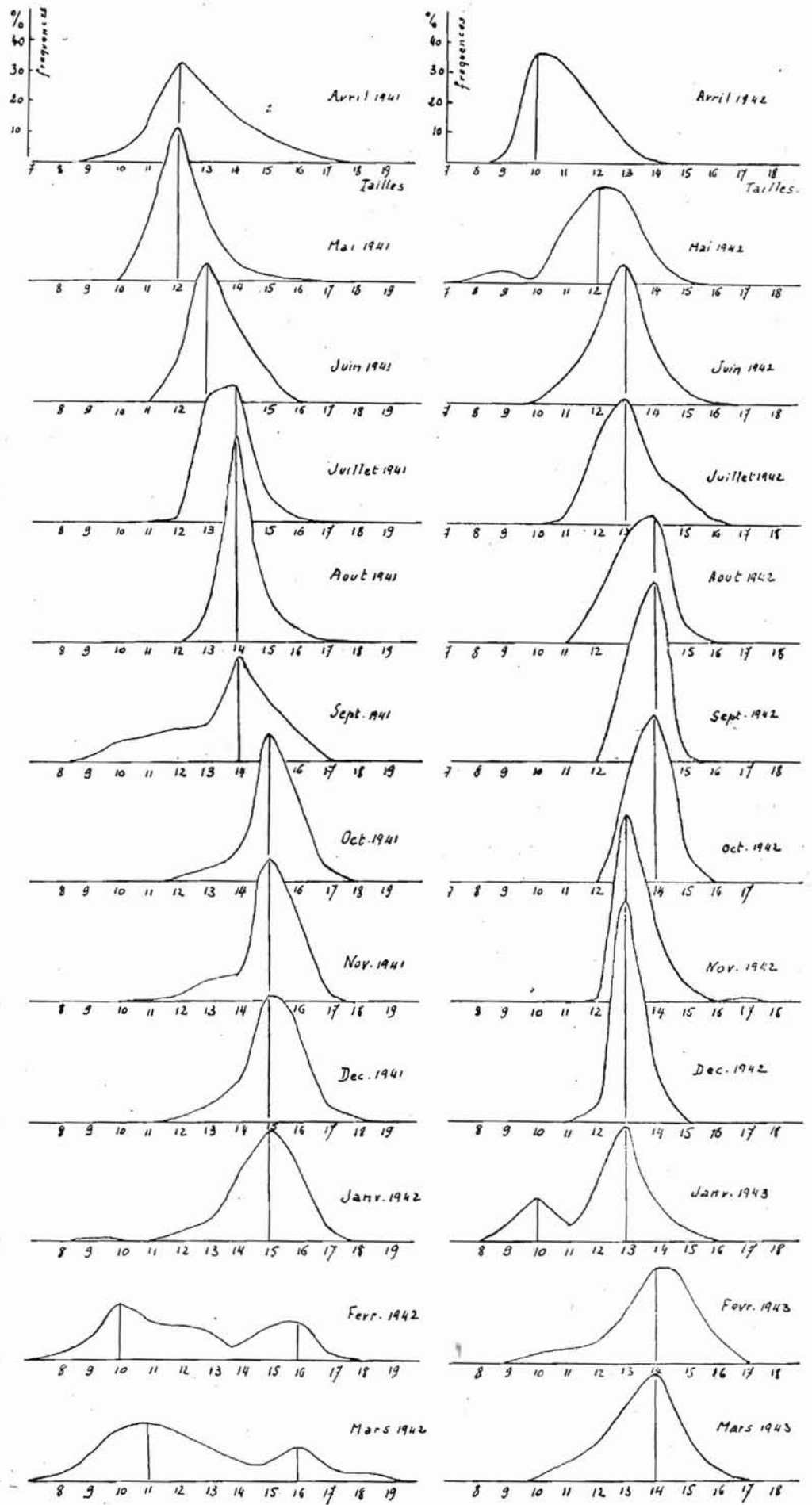
Nous allons donc étudier ces variations mois par mois.

2. — Répartition mensuelle des individus, suivant la taille.

On trouvera en appendice, dans le tableau n° 1, les fréquences des différentes tailles pour les vingt-neuf mois pendant lesquels nos observations ont été poursuivies. L'interprétation des chiffres de ce tableau sera rendue plus facile par les courbes de fréquence correspondantes de la fig. 12.

Fig. 12.

Courbes représentant la répartition mensuelle des sardines du sud du Golfe de Gascogne, suivant la taille.



On remarquera tout d'abord que d'une manière générale les courbes mensuelles de deux années consécutives ont sensiblement la même forme. Il semble que chaque année la composition de la population soit à peu de chose près la même.

Par contre, au cours d'une même année, la forme de ces mêmes courbes mensuelles varie considérablement. En hiver, elles ont une base relativement large; elles sont bimodales ou fortement asymétriques et révèlent l'existence d'au moins deux Groupes d'âge différents.

En été, elles sont étroites de base, élevées de sommet, à un seul mode; elles montrent que la population est devenue plus homogène quant au caractère considéré, et qu'elle n'est plus constituée que par un seul Groupe de quelque importance.

Examinons l'une après l'autre ces différentes courbes mensuelles : des mois de novembre 1940 à mars 1941, elles sont asymétriques et présentent généralement deux modes : l'un à 12 centimètres, l'autre à 15 centimètres. On peut en conclure à la coexistence de deux Groupes d'âge bien séparés, l'un d'un an environ (12 cm.), l'autre de deux ans environ (15 cm.) prédominant tour à tour.

A partir d'avril 1941, les tailles groupées autour de 15 centimètres tendant à disparaître, les courbes se régularisent et n'ont plus qu'un seul sommet à 12 centimètres. Le Groupe le plus âgé a cessé de faire partie de la population; le plus jeune subsiste seul. A partir de mai, les courbes sont régulièrement décalées vers la droite, leur mode passe successivement de 12 centimètres à 13 centimètres, puis à 14 centimètres et enfin à 15 centimètres. Cette progression vers la droite peut, dès à présent, être considérée comme l'indice d'une croissance régulière de tous les individus de la population, pendant la belle saison.

Mais en septembre, des tailles plus petites apparaissent qui étirent la courbe vers la gauche et la rendent asymétrique : la population a perdu son homogénéité. Un nouveau Groupe, le plus jeune, est venu se joindre au Groupe existant. Ce nouveau Groupe assez mal représenté jusqu'au mois de janvier 1942 prend toute son importance en fin d'hiver et les courbes de février et de mars dont la base s'est considérablement élargie, présentent deux sommets et montrent ainsi qu'on a affaire à deux Groupes (10-11 cm. et 16 cm.) nettement séparés, homologues des deux Groupes caractéristiques de la population hivernale de l'année précédente.

Dès avril 1942, les mêmes phénomènes se reproduisent : disparition des tailles les plus élevées, donc du Groupe le plus âgé. La population se réduit de nouveau à un seul Groupe dont la taille croît pendant l'été. Puis plus tardivement qu'en 1941 et qu'en 1940, apparition d'un nouveau Groupe de jeunes (10 cm.) renforçant en janvier le Groupe déjà établi.

Cette périodicité des variations de la taille est le trait essentiel de cette population du sud du Golfe de Gascogne qui se renouvelle donc à dates fixes et garde ainsi sa même composition générale annuelle bien caractéristique : deux groupes d'âge différent en hiver; un seul groupe en été.

3. — Répartition saisonnière des individus suivant la taille.

Ce qui précède apparaît avec beaucoup plus de netteté encore si les tailles sont considérées non plus mois par mois, mais saison par saison.

Pour deux années consécutives : de novembre 1940 à octobre 1942 (l'hiver étant compris au sens large, de novembre à mars, et l'été d'avril à octobre) on obtient les quatre courbes de fréquences suivantes. (Fig. 13.)

TAILLES. (EN CM.)	FRÉQUENCES. (EN O/O.)			
	HIVER 1940-41. (N : 2.337.)	ÉTÉ 1941. (N : 4.394.)	HIVER 1941-42. (N : 3.095.)	ÉTÉ 1942. (N : 3.495.)
7.....	—	—	0,2	—
8.....	—	—	1,1	0,5
9.....	2,1	0,2	3,8	1,7
10.....	5,9	1,3	9,9	8,9
11.....	10,4	5,7	9,1	15,3
12.....	18,7	16,5	8,5	21,5
13.....	14,0	24,6	8,9	30,8
14.....	11,6	28,1	9,0	18,0
15.....	25,3	16,0	25,2	2,9
16.....	8,3	6,7	19,7	0,2
17.....	2,5	0,8	3,0	0,1
18.....	0,9	0,1	1,3	—
19.....	0,2	—	0,3	—
20.....	0,1	—	—	—

A chaque courbe de fréquence hivernale, bimodale, représentative de deux groupes séparés, succède une courbe de fréquence estivale presque symétrique, à un seul sommet, typique d'un groupe unique.

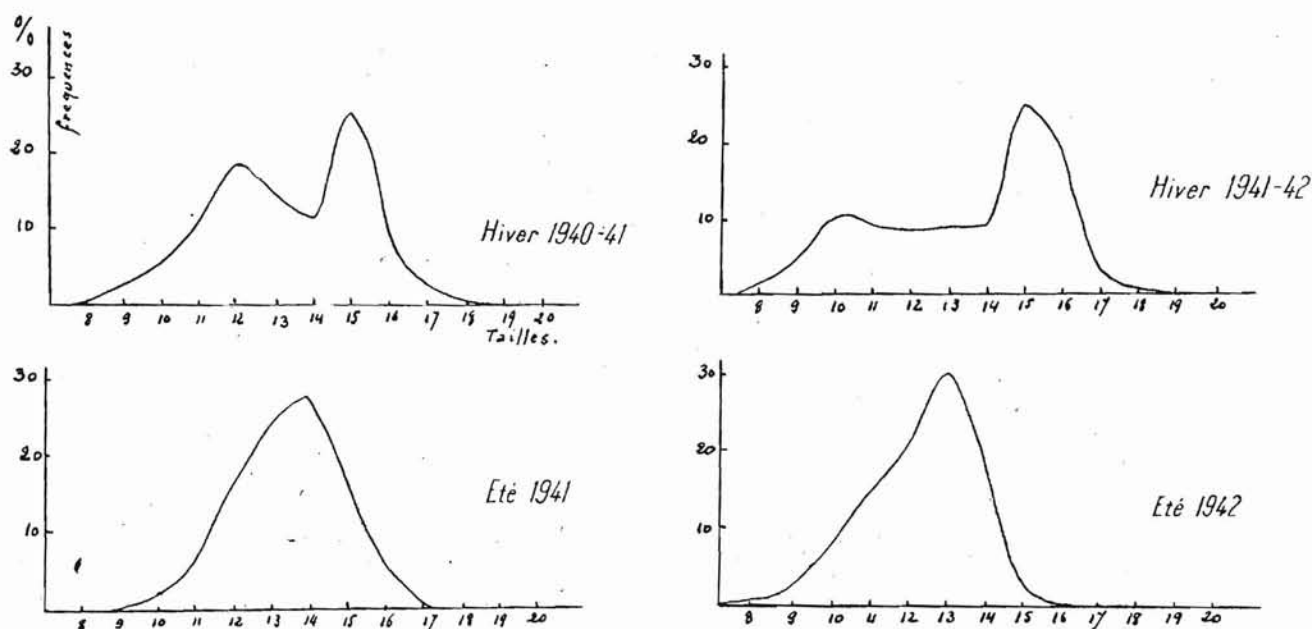


Fig. 13. — Courbes représentant la répartition saisonnière des sardines au sud du Golfe de Gascogne, suivant la taille.

Leur alternance montre avec quelle régularité la population se renouvelle chaque année aux mêmes époques.

Ces données fournies par les variations de la taille méritent d'être contrôlées et précisées par la détermination de l'âge d'après la structure des écailles.

2. — LECTURE DES ÉCAILLES.

1. — *Interprétation des anneaux d'hiver inscrits sur les écailles.*

Rappelons que sur une écaille, l'espace compris entre deux anneaux d'hiver correspond à un cycle annuel complet de croissance et qu'il suffit de compter les anneaux d'hiver pour connaître le nombre d'années complètes qu'a vécu un individu.

En conséquence, il est commode de diviser le matériel dont on veut connaître l'âge en un certain nombre de groupes comprenant chacun tous les individus dont les écailles présentent le même nombre d'anneaux d'hiver. On a ainsi le Groupe 0, le Groupe 1, le Groupe 2, le Groupe 3, etc., réunissant respectivement les sardines dont les écailles portent la marque de 0, 1, 2, 3, etc., anneaux d'hiver. Cette méthode est couramment utilisée et nous l'avons appliquée à ces recherches. On ne pourra toutefois pas attribuer d'emblée aux poissons de ces différents groupes l'âge de un an, de deux ans, de trois ans, car si les cycles successifs de croissance sont annuels qui suivent le cycle initial, celui-ci peut échapper à la règle et ne correspond que dans certains cas bien déterminés à une année exacte. En effet, ainsi que nous le montrerons, chez la Sardine du Golfe, l'anneau d'hiver qui marque la fin d'un cycle de croissance apparaît toujours dans les derniers jours de mars ou les premiers jours d'avril. Le cycle initial de croissance ne correspondra donc à une année entière que pour les individus nés à la fin de mars ou au début d'avril de l'année précédente. Mais comme la ponte de la Sardine s'échelonne sur toute l'année, les individus auront un premier cycle de croissance supérieur, égal ou inférieur à douze mois suivant qu'ils seront nés avant, pendant ou après cette période de mars à avril. Le dénombrement des anneaux d'hiver ne donnera donc l'âge des individus qu'à quelques mois près; leur âge exact sera d'ailleurs précisé dans un chapitre particulier.

2. — *Répartition mensuelle des différents groupes d'âge.*

Le tableau n° II (voir page 250) et les diagrammes de la figure 14 donnent pour chaque mois l'importance relative de chacun des Groupes qui composent la population. De l'examen de ce tableau et de ces diagrammes se dégagent un certain nombre de faits importants.

1° La population ne comporte pas seulement deux Groupes, mais quatre : le Groupe 0, le Groupe 1, le Groupe 2, le Groupe 3 et le Groupe 4.

Les Groupes 2, 3 et 4 ne sont jamais représentés que par quelques unités et ne constituent, à eux trois, que 1,6 p. 100 à peine des 14.543 sardines dont les écailles étaient bien lisibles. Ils peuvent être négligés. Il nous reste donc deux Groupes importants : le Groupe 0 et le Groupe 1 qui se partagent l'immense majorité de la population.

Du point de vue de leur répartition, l'année se divise en deux périodes bien différentes :

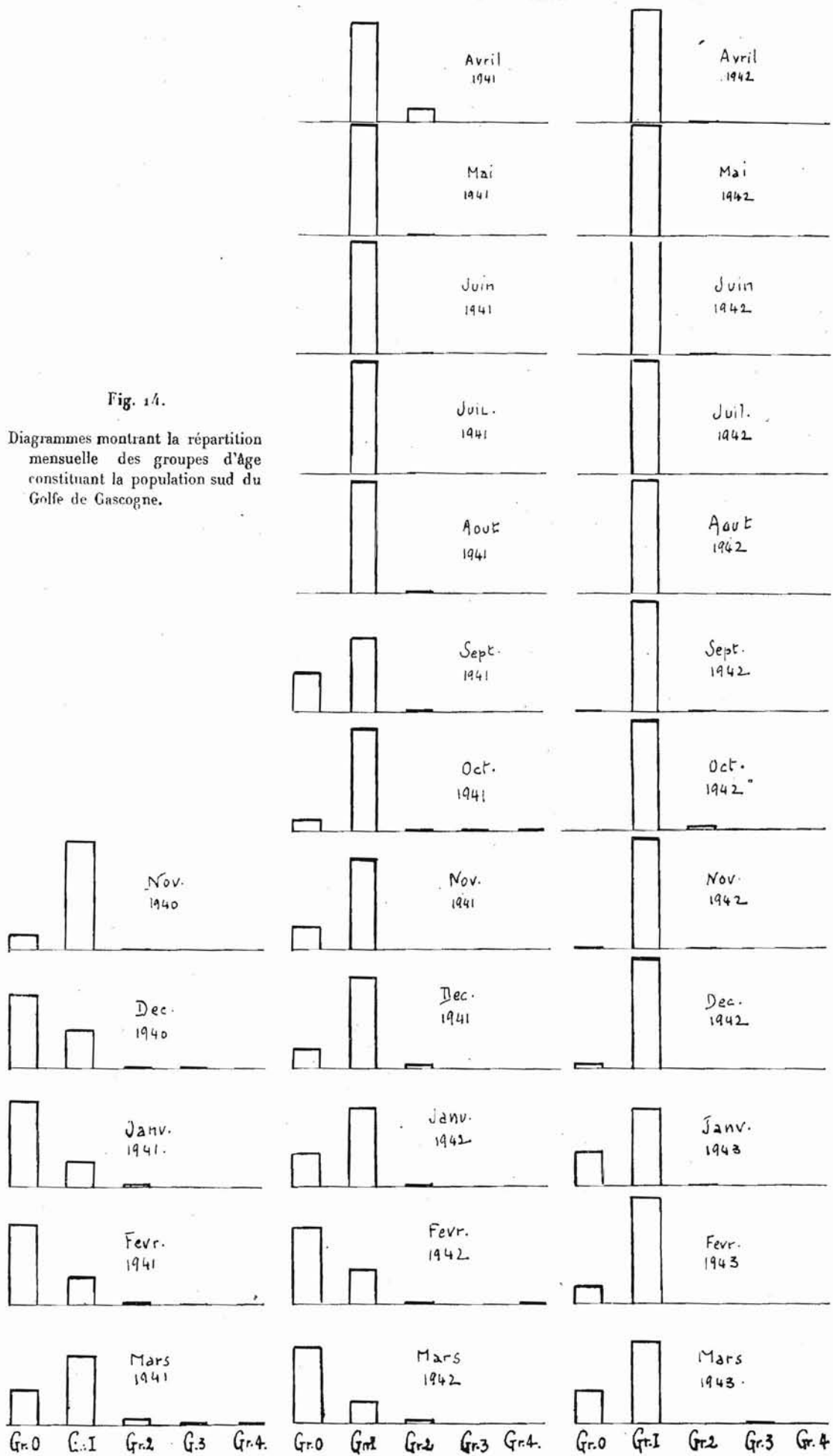
1. L'hiver (de septembre à mars) marqué par la présence simultanée des deux groupes correspondant respectivement aux tailles modales de 10-12 centimètres et de 15-16 centimètres.

2. L'été (d'avril à août) caractérisé par la présence d'un seul Groupe.

Chaque année il en est de même.

2° Avant de considérer la façon dont ces deux Groupes arrivent et disparaissent chaque année, nous devons signaler brièvement ainsi que nous le permet de le faire le résultat de nos observations, que chez tous les individus, quel que soit leur âge, l'anneau d'hiver se marque sur les écailles à la même époque

Fig. 14.
Diagrammes montrant la répartition mensuelle des groupes d'âge constituant la population sud du Golfe de Gascogne.



(fin mars-début avril). Un premier anneau s'inscrit alors sur les écailles des sardines du Groupe 0, un deuxième sur celles des sardines du Groupe 1 et ainsi de suite. Dans notre division, les individus du Groupe 0 dont les écailles porteront désormais la marque d'un anneau d'hiver constitueront automatiquement, à cette date, le nouveau Groupe 1 de l'année à venir; ceux du Groupe 1 constitueront le nouveau Groupe 2. Mais en avril, ce dernier Groupe dont les individus mesurent de 14 à 16 centimètres et atteignent la fin de leur deuxième cycle de croissance, disparaît rapidement de la région et la population ne se trouve plus constituée que par les individus de 10-12 centimètres du nouveau Groupe 1.

TABLEAU n° II. — RÉPARTITION (EN O/O) DES SARDINES DE LA POPULATION SUD DU GOLFE DE GASCOGNE SUIVANT LE NOMBRE D'ANNEAUX D'HIVER INSCRITS SUR LEURS ÉCAILLES.

MOIS.	GROUPE 0 (0 ANNEAU.)	GROUPE 1 (1 ANNEAU.)	GROUPE 2 (2 ANNEAUX.)	GROUPE 3 (3 ANNEAUX.)	GROUPE 4 (4 ANNEAUX.)	NOMBRE D'INDIVIDUS.
1940.						
Novembre.....	13,3	85,9	0,8	-	-	135
Décembre.....	65,3	33,4	1,1	0,2	-	651
1941.						
Janvier.....	76,1	22,8	1,1	-	-	276
Février.....	71,3	25,4	2,4	0,4	0,4	507
Mars.....	31,5	62,7	5,0	0,5	0,3	762
Avril.....	-	86,9	12,8	0,3	-	634
Mai.....	-	99,1	0,9	-	-	565
Juin.....	-	99,7	0,3	-	-	690
Juillet.....	-	99,4	0,6	-	-	822
Août.....	-	98,7	1,3	-	-	386
Septembre.....	34,8	64,8	0,4	-	-	670
Octobre.....	10,0	89,3	0,3	0,2	0,2	627
Novembre.....	20,4	79,6	-	-	-	636
Décembre.....	16,4	80,9	2,7	-	-	566
1942.						
Janvier.....	29,9	69,5	0,6	-	-	164
Février.....	68,3	31,2	0,4	-	0,1	726
Mars.....	78,2	19,7	2,1	-	-	1.002
Avril.....	-	99,9	0,1	-	-	815
Mai.....	-	100,0	-	-	-	841
Juin.....	-	99,9	0,1	-	-	970
Juillet.....	-	100,0	-	-	-	190
Août.....	-	100,0	-	-	-	244
Septembre.....	0,8	98,4	0,4	-	0,4	254
Octobre.....	-	97,2	2,8	-	-	181
Novembre.....	1,3	98,3	0,4	-	-	234
Décembre.....	3,3	96,7	-	-	-	168
1943.						
Janvier.....	31,4	68,2	0,4	-	-	223
Février.....	15,7	84,3	-	-	-	248
Mars.....	27,8	71,9	-	0,3	-	356
TOTAL.....						14.543

Ceci étant dit nous pouvons constater que chaque année, le Groupe 0 apparaît régulièrement en septembre et que le Groupe 1 disparaît non moins régulièrement en avril.

Ainsi se trouve confirmée la périodicité des phénomènes qui règlent la composition annuelle de la population.

Ces phénomènes périodiques principaux n'excluent pas des variations secondaires, moins régulières, qui peuvent modifier accidentellement et passagèrement cette composition. On remarquera par exemple, que le Groupe 0 bien qu'apparaissant chaque année à la même époque est numériquement plus ou moins bien représenté d'un hiver à l'autre. Ainsi il est beaucoup moins important pendant l'hiver de l'année 1942-1943 que pendant ceux des années 1940-1941 et 1941-1942.

On notera également qu'au cours d'un même hiver, l'importance relative de chacun des deux groupes varie suivant le mois. C'est tantôt l'un et tantôt l'autre qui prédomine. Ces variations ne tiennent pas à un échantillonnage défectueux, mais, comme on le verra, elles sont l'indice de déplacements plus ou moins massifs de chacun des deux groupes qui, en hiver, s'éloignent partiellement de la zone côtière.

Des prélèvements effectués sur les quantités toujours très petites et irrégulièrement capturées par les chalutiers entre la côte et 40 milles au large nous ont permis de préciser ce fait et en même temps de compléter nos observations sur la population du secteur sud du Golfe de Gascogne. Cette partie de la population qui se tient en haute mer en hiver comprend des éléments des différents groupes d'âge; principalement des sardines du Groupe 0 et du Groupe 1, mais aussi en proportions moindres des individus plus âgés que les mailles du chalut retiennent plus facilement. De tels individus de 3 à 6 ans (l'un d'eux mesurant 24 cm. avait même des écailles portant la marque de 7 anneaux d'hiver) sont en nombre insignifiant comparativement à l'immense population de jeunes de un à deux ans qui arrivent dans la région puis l'abandonnent chaque année.

3. — Répartition saisonnière des différents groupes d'âge.

Il nous a paru utile de donner ci-dessous l'importance saisonnière des différents groupes d'âge pour nos deux années et demie d'observations; ces chiffres nous serviront ultérieurement :

	HIVER 1940-41.	ÉTÉ 1941.	HIVER 1941-42.	ÉTÉ 1942.	HIVER 1942-1943.
Groupe 0	53,8	6,7	50,1	0,1	17,5
Groupe 1	43,1	90,8	48,6	99,7	82,2
Groupe 2	2,6	2,4	1,3	0,2	0,2
Groupe 3	0,3	0,1	"	"	0,1
Groupe 4	0,2	"	"	"	"

Dans les années qu'on peut considérer comme normales (1940-1941 et 1941-1942) la population comprend en hiver une proportion sensiblement égale d'individus du Groupe 0 et du Groupe 1; en été elle n'est pratiquement composée que d'individus du Groupe 1.

4. — Contrôle de nos résultats par l'examen des statistiques de pêche.

Afin de vérifier la valeur de notre échantillonnage nous avons consulté les feuilles de pêche établies par les services du port de Saint-Jean-de-Luz et sur lesquelles sont inscrits les « moules », c'est-à-dire le nombre de poissons par kilogramme, des pêches de chaque jour.

Ces documents ne donnent malheureusement pas les quantités de sardines de chaque « moule » mais seulement les « moules » les plus courants pour une même pêche. Leur examen permet néanmoins de tirer certaines conclusions intéressantes. Pour ces trois dernières années nous avons établi le diagramme de la

figure 15 en tenant compte, pour chaque mois, des « moules » extrêmes (le plus fort et le plus faible) et nous avons ainsi figuré l'amplitude de la variation de « moule » mensuel de la Sardine par un trait horizontal. La correspondance en taille et en âge est portée au bas du tableau. Celui-ci nous montre : que l'amplitude de la variation du « moule » augmente et se réduit alternativement. Elle est grande en hiver, beaucoup plus petite en été. En accord avec nos résultats, l'augmentation du moule en décembre 1940 indique l'adjonction, à la population locale constituée par des individus de près de deux ans mesurant de 15 à 17 centimètres (Groupe 1), d'un nouveau Groupe d'individus beaucoup plus petits et plus jeunes (Groupe 0).

Au printemps, le « moule » se régularise, son amplitude diminue du fait de la disparition du Groupe 1 plus âgé d'une part, de la croissance des jeunes restant, d'autre part.

A partir de septembre 1941 qui marque l'arrivée des premiers éléments d'un nouveau Groupe 0 l'amplitude de la variation du « moule » augmente de nouveau. Elle atteint son maximum avec l'arrivée massive des jeunes sardines dont nous avons signalé la présence en février et mars 1942.

Par la suite, le « moule » devient plus homogène car les individus les plus gros disparaissent en avril et les jeunes croissent activement. Comme nous l'avons déjà remarqué, l'arrivée, en troupes de quelque importance, du Groupe 0 pour l'hiver 1942-1943, est tardive; elle se manifeste en janvier et coïncide sur le tableau ci-joint avec une extension marquée de l'amplitude du « moule ».

Le cycle annuel mis en évidence dans les pages précédentes apparaît donc avec la même netteté dans les statistiques de pêche de Saint-Jean-de-Luz. La valeur de l'échantillonnage tel qu'il a été effectué se trouve du même coup confirmée.

5. — Conclusions du chapitre II.

La population de la zone côtière sud du Golfe de Gascogne est constituée par des individus de 1 à 2 ans, mesurant de 10 à 16 centimètres en moyenne. Une partie de cette population se retrouve également au large en hiver. Les sardines de plus grande taille, plus âgées, sont toujours en nombre restreint. Des variations annuelles, saisonnières ou mensuelles peuvent affecter la composition de la population, mais celle-ci est pratiquement représentée chaque année aux mêmes époques, par des sardines de même âge et de même taille car des changements périodiques qui interviennent avec la régularité d'une horloge la renouvellent à époques fixes :

1° A l'automne (septembre) des individus mesurant 10-12 centimètres en moyenne (Groupe 0) apparaissent qui se joignent à la population locale constituée par des individus de 14-16 centimètres (Groupe 1.)

2° Au printemps, les individus les plus âgés atteignant la fin de leur deuxième cycle de croissance disparaissent rapidement et il ne reste plus d'avril à l'automne suivant qu'un seul Groupe dont la taille s'accroît régulièrement, passant de 12 à 15 centimètres pendant toute la belle saison. Puis le même cycle annuel recommence.

Au point de vue œcologique ce qui caractérise cette population c'est son *instabilité*. Quel que soit le Groupe auquel elles appartiennent les sardines ne passent qu'une faible partie de leur existence dans le sud du Golfe de Gascogne. Cette population diffère donc fondamentalement d'autres populations comme celles de la Méditerranée par exemple, où on trouve des sardines de tous âges.

La périodicité des apparitions et disparitions des Groupes successifs pose un problème important : celui de l'origine de ces différents Groupes ainsi que de leurs migrations. D'où viennent les individus arrivant dans les eaux côtières en automne? Où vont ceux qui les quittent brusquement au printemps? Quelles sont les causes de ces déplacements qui règlent systématiquement la composition de la population locale? C'est à ces diverses questions que nous nous efforcerons de répondre au cours des chapitres suivants,

MOULE de la SARDINE. (Nombre de Poissons au Kilogramme)

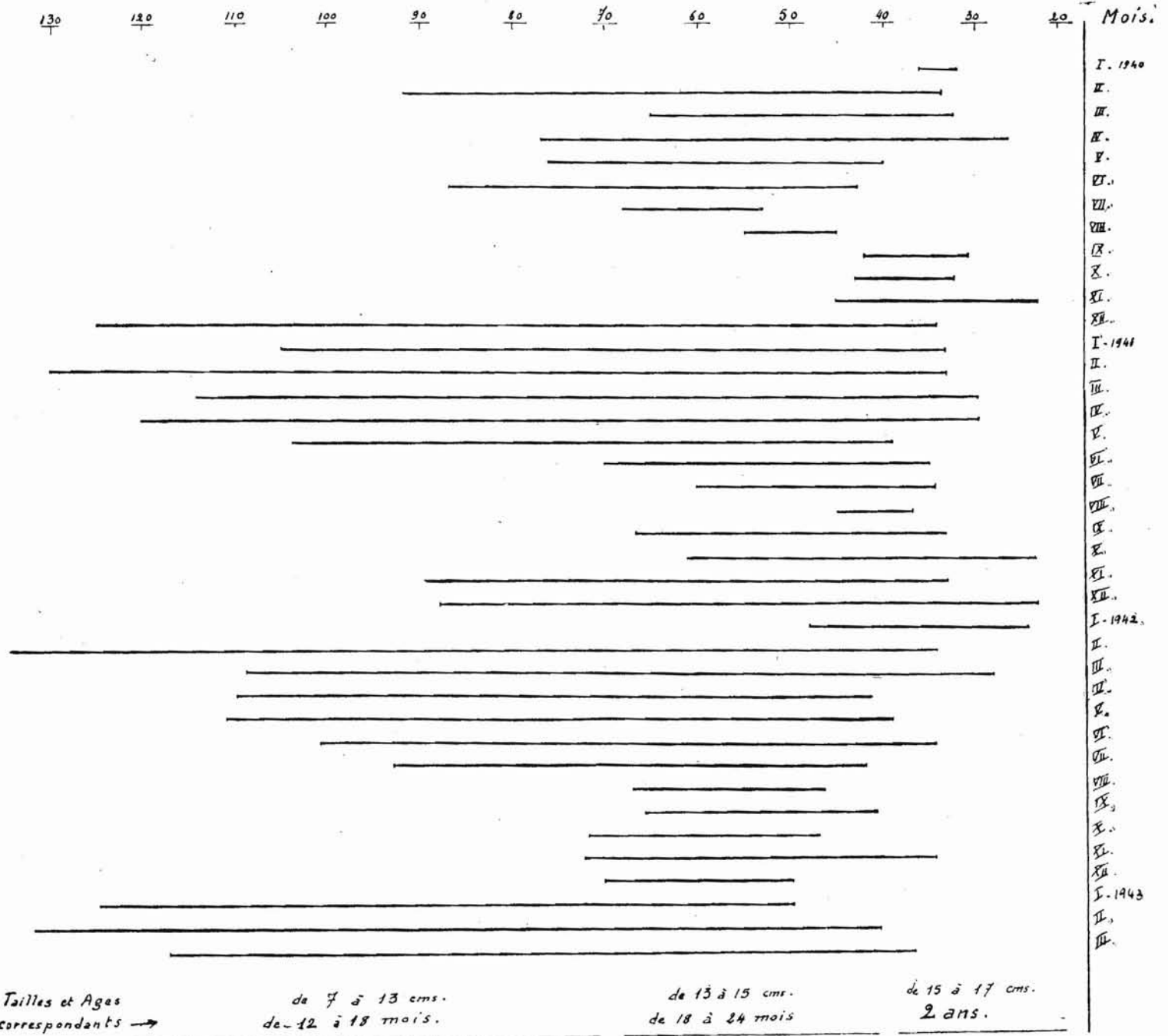


Fig. 15. — Diagramme représentant les variations périodiques de l'amplitude du « moule » (nombre de poissons au kilogr.) de la Sardine.

Mais auparavant, il importe de bien connaître les caractéristiques de chacun des Groupes principaux, d'établir les différences qui les séparent et qui pourront nous renseigner sur leur origine.

Nous étudierons donc dans les chapitres qui suivent :

- 1° Les caractères de croissance L₁ et L₂ ;
- 2° Le nombre de vertèbres.

Dans le cycle biologique annuel de la Sardine de la région étudiée c'est le printemps qui marque la phase critique. C'est en effet au mois d'avril que se termine la ponte en même temps que reprennent la croissance et l'engraissement. C'est également au mois d'avril que l'on constate la disparition de la classe d'âge la plus ancienne et que par conséquent se déclanche la migration qui renouvellera totalement la population. C'est donc le mois d'avril qui constituera le point de départ de l'étude annuelle des différents caractères que nous nous proposons.

CHAPITRE III.

LES CARACTÈRES DE CROISSANCE : L 1 ET L 2. — LEURS VARIATIONS.

I. — L 1 (TAILLE ATTEINTE AU COURS DU PREMIER CYCLE DE CROISSANCE).

1. — Remarques sur la durée du premier cycle de croissance.

¶ Nous avons déjà fait remarquer que le premier cycle de croissance ne correspond pas toujours exactement à une année et nous devons rappeler également que la croissance est discontinue. En effet, un cycle annuel comprend toujours deux périodes : l'une de forte activité, s'étendant du printemps à l'automne ; l'autre de repos, pendant laquelle la croissance est pratiquement nulle et qui se termine au début du printemps avec l'apparition d'un anneau d'hiver sur les écailles.

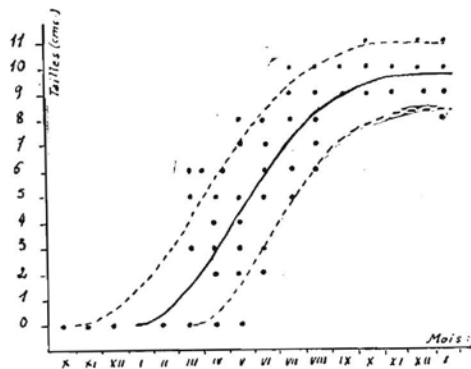


Fig. 16 — Courbe de croissance de la Sardine méditerranéenne pendant la première année. (D'après FAGE.)

La durée du premier cycle dépend donc uniquement de l'époque de la ponte dont proviennent les individus. Or, la ponte d'une même population de reproducteurs, toujours longue, peut s'étendre sur plusieurs saisons. Cependant, il résulte des travaux de FAGE (1913), qui a dressé la courbe de croissance des sardines de la Méditerranée pendant leur première année, que tous les jeunes grandissent à une vitesse sensiblement égale (fig. 16), quelle que soit l'époque de leur éclosion. On a ainsi, à la fin du premier cycle, des individus de tailles fort différentes selon qu'ils sont nés au début, au milieu, ou à la fin de l'année.

Cette inégalité de taille se retrouve dans les dimensions des écailles. En effet, pendant ses 4 ou 5 premiers mois, la Sardine, qui passe par plusieurs stades larvaires, est complètement dépourvue d'écailles ; elle n'en sera revêtue qu'à la fin de sa métamorphose, sa taille atteignant alors de 35 à 45 millimètres. Comme l'arrêt de croissance de la période hivernale ne semble pas affecter les larves, mais seulement les jeunes poissons ayant acquis leur forme définitive, il en résultera les faits suivants :

Pour les individus provenant des pontes du deuxième semestre et dont les premiers mois de vie larvaire coïncident avec la fin de la période d'activité ou avec le début de celle de repos, les écailles apparaîtront trop tard pour enregistrer le premier hiver. Elles ne seront sensibles qu'à l'hiver suivant; l'anneau qui se formera alors sera de grandes dimensions et représentera un cycle annuel complet, plus quelques mois de l'année précédente (fig. 18).

Pour les individus nés au début de l'année, les phases larvaires seront terminées plusieurs mois avant la période de repos hivernale; les écailles auront le temps de se développer et l'anneau de dimensions moyennes apparaîtra normalement

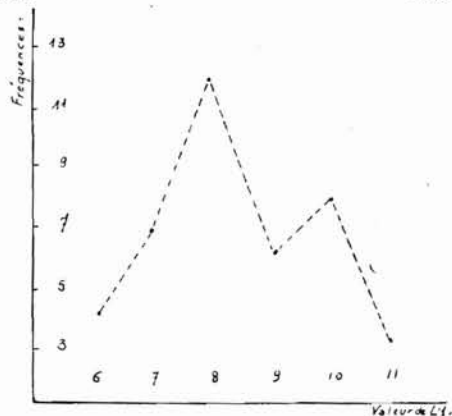


Fig. 17. — Courbe de fréquence des différentes valeurs de L_1 des Sardines provenant des pontes de 1910. (D'après FAGE.)

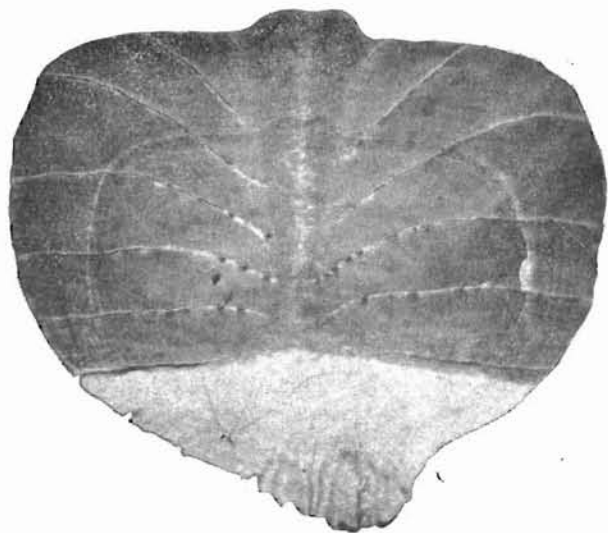


Fig. 18. — Écaille d'une Sardine dont la durée du premier cycle de croissance est supérieure à une année ($L_1 = 12$ cm.).



Fig. 19. — Écaille d'une Sardine dont la durée du premier cycle de croissance est égale à une année ($L_1 = 8$ cm.).



Fig. 20. — Écaille d'une Sardine dont la durée du premier cycle de croissance est inférieure à une année ($L_1 = 5$ cm.).

à la fin de l'hiver; il représentera un cycle annuel complet (fig. 19).

Pour les individus nés plus tard, enfin, vers la fin du printemps, la vie larvaire ne se terminera que peu de temps avant l'arrêt de croissance; les écailles nouvellement formées seront encore très petites, mais de taille suffisante pour enregistrer le premier hiver; l'anneau sera de dimensions réduites et ne représentera qu'une partie de l'année (fig. 20).

Ces particularités permettent de distinguer des sardines n'ayant entre elles que quelques mois de différence. On en obtiendra en outre de précieuses indications sur l'époque de la ponte dont elles sont issues. Voici un exemple tiré d'un travail de FAGE (1913) sur la Sardine de Méditerranée

qui met ceci en évidence. La courbe de fréquences à deux sommets (fig. 17) représente les variations de L_1 pour 47 individus provenant des pontes de 1910. Connaissant la croissance de la première année (fig. 16) et la durée de la ponte révélée par la présence d'œufs dans le plancton de l'automne au printemps, on peut admettre que les valeurs de L_1 , inscrites sur la première partie de la courbe, appartiennent à des individus provenant de pontes de printemps. De même, celles qui sont portées sur la deuxième partie de la courbe appartiennent aux individus éclos en automne.

Nous nous appuyerons sur des principes semblables pour rechercher l'origine des divers Groupes de la population sud du Golfe de Gascogne.

2. — Étude comparée des valeurs de L_1 pour les sardines du groupe 0 et du groupe 1.

Puisque ces deux Groupes qui se partagent les effectifs de la population sont d'âge différent, recherchons d'abord à quelle époque de l'année se situe la ponte dont chacun d'eux provient. Pour cela, comparons les différentes valeurs de L_1 .

Pour les individus du Groupe 1, nous avons calculé cette valeur L_1 d'après l'anneau d'hiver inscrit sur les écailles. Pour ceux du Groupe 0, dont les écailles ne portent aucune marque d'anneau d'hiver, la valeur de L_1 est égale à la taille totale directement mesurée. Aussi, de ce dernier groupe, nous ne retiendrons que les individus prélevés entre novembre et mars, car pendant cette période d'activité extrêmement ralentie du point de vue de la croissance, leur taille n'augmente pas et reste, on l'a vu, identique à la taille calculée d'après l'anneau d'hiver qui se formera au printemps suivant. Les résultats obtenus par ces deux méthodes sont donc parfaitement comparables.

Voici les fréquences des différentes valeurs de L_1 pour chacun des deux Groupes pour l'ensemble des trois hivers consécutifs (de novembre à mars) des années 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.

VALEUR DE L_1 EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCE EN 0/0.	
	GRUPE 1 (N : 3.670).	GRUPE 0 (N : 9.987).
4	0,8	"
5	14,4	"
6	16,7	"
7	21,6	0,3
8	26,5	1,4
9	13,8	6,2
10	4,1	16,2
11	1,4	19,1
12	0,5	24,3
13	0,2	20,0
14	"	10,8
15	"	1,7

Les courbes (fig. 21) qui expriment graphiquement les fréquences inscrites au tableau ci-dessus, lui-même suffisamment explicite, ne chevauchent qu'à peine l'une sur l'autre.

Un tel écart ne peut être dû à des différences de croissance, il marque des périodes d'éclosion différentes.

Les individus du Groupe 1 et du Groupe 0 sont nés à des époques différentes de l'année. Si on admet comme cela sera démontré plus loin que les sardines du Groupe 1 sont nées en hiver et au printemps, on doit admettre que celles du Groupe 0 sont écloses en été et en automne.

Il est même possible de préciser davantage : ces deux courbes ont une forme identique ; de même amplitude, de même élévation, elles sont pareillement déviées vers la gauche par un mode secondaire.

Le Groupe 1 avec son mode principal à 8 centimètres provient en grande partie d'une ponte d'hiver et, pour une part plus petite, d'une ponte de printemps (mode secondaire à 5-6 cm.).

Le Groupe 0 avec son mode principal à 12 centimètres provient pour la plus grande part de pontes d'été et, pour une part moindre, de pontes d'automne (mode secondaire à 10 cm.).

L'ensemble de la population provient donc de pontes égrenées tout au long de l'année, mais se divisant en :

Deux pontes principales, l'une d'hiver caractérisée par une valeur L_1 de 8 centimètres, l'autre d'été caractérisée par une valeur L_1 de 12 centimètres.

Et deux pontes secondaires, l'une de printemps : L_1 5-6 centimètres, l'autre d'automne : L_1 10 centimètres.

Cette diversité de pontes fait pressentir une diversité d'origine et il nous restera à situer géographique-

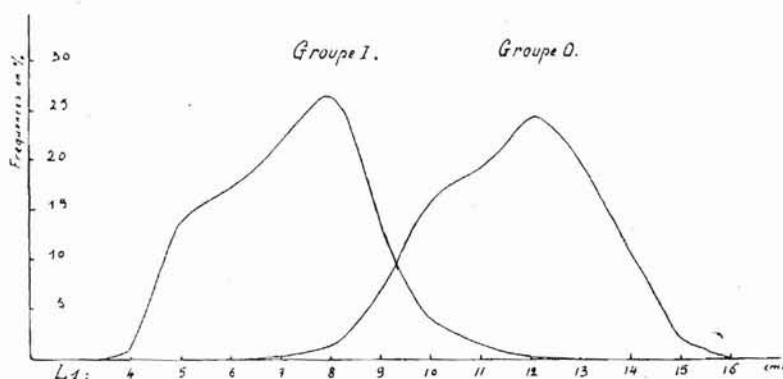


Fig. 21. — Courbes de fréquence des valeurs de L_1 des Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1 pour l'ensemble des hivers 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.

ment ces pontes pour connaître la provenance de nos différents Groupes. Cependant comme des sardines nées en des régions éloignées l'une de l'autre peuvent présenter la même valeur de L_1 si elles sont issues de pontes de la même saison, il nous faudra, pour conclure avec quelque certitude, déterminer des caractères différentiels précis pour les individus de chacun de ces Groupes. L'étude de leur moyenne vertébrale nous en donnera la possibilité.

Ce qui précède montre que le Groupe 0 et le Groupe 1 sont hétérogènes. Nous allons rechercher quelles sont les variations de L_1 pour chacun d'eux, d'une année à l'autre, et au cours de la même année. On verra si elles sont désordonnées et résultent d'un mélange de sardines, d'âge et d'origine différents, rassemblées sans raisons apparentes ou, si, au contraire, elles sont systématiques et dues à des causes précises provoquant des remaniements périodiques de ces Groupes.

3. — Groupe 0.

1° RÉPARTITION ANNUELLE DES SARDINES DU GROUPE 0, SUIVANT LA VALEUR DE L_1 . — Le tableau ci-dessous donne les fréquences des valeurs de L_1 des individus du Groupe 0 capturés entre novembre et mars, pour trois années consécutives :

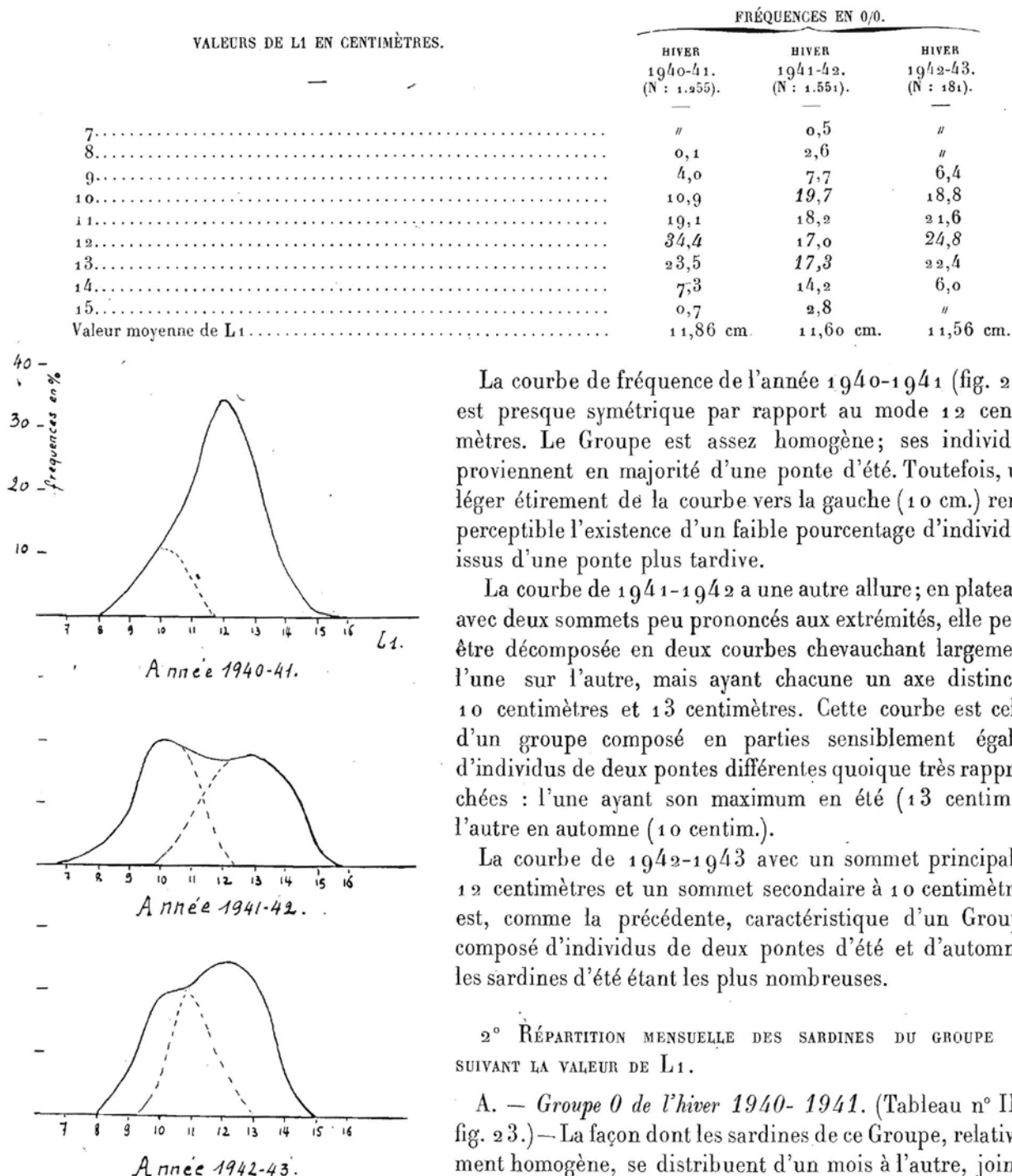


Fig. 22. — Courbes de fréquence des valeurs de L₁ pour les Sardines du Groupe 0 de trois années consécutives.

La courbe de fréquence de l'année 1940-1941 (fig. 22) est presque symétrique par rapport au mode 12 centimètres. Le Groupe est assez homogène; ses individus proviennent en majorité d'une ponte d'été. Toutefois, un léger étirement de la courbe vers la gauche (10 cm.) rend perceptible l'existence d'un faible pourcentage d'individus issus d'une ponte plus tardive.

La courbe de 1941-1942 a une autre allure; en plateau, avec deux sommets peu prononcés aux extrémités, elle peut être décomposée en deux courbes chevauchant largement l'une sur l'autre, mais ayant chacune un axe distinct: 10 centimètres et 13 centimètres. Cette courbe est celle d'un groupe composé en parties sensiblement égales d'individus de deux pontes différentes quoique très rapprochées: l'une ayant son maximum en été (13 centim.); l'autre en automne (10 centim.).

La courbe de 1942-1943 avec un sommet principal à 12 centimètres et un sommet secondaire à 10 centimètres est, comme la précédente, caractéristique d'un Groupe composé d'individus de deux pontes d'été et d'automne, les sardines d'été étant les plus nombreuses.

2° RÉPARTITION MENSUELLE DES SARDINES DU GROUPE 0, SUIVANT LA VALEUR DE L₁.

A. — Groupe 0 de l'hiver 1940-1941. (Tableau n° III, fig. 23.) — La façon dont les sardines de ce Groupe, relativement homogène, se distribuent d'un mois à l'autre, jointe à nos observations sur les lieux de pêche mêmes, nous montre comment se comportent ces jeunes individus au cours de leur séjour dans le sud du Golfe de Gascogne.

A la fin du mois de novembre et au début de celui de décembre 1940, ce sont les individus de petite taille (10 cm.) qui apparaissent d'abord dans la zone côtière du sud du Golfe. Puis, à partir de la deuxième

quinzaine de décembre, bien que la pêche soit restée stationnaire, nous ne les avons plus rencontrés qu'en très petite quantité, tandis que les individus de plus grande taille (12 cm.) étaient alors capturés. La courbe à deux sommets du mois de décembre traduit bien ce phénomène.

Par la suite, le Groupe 0 a continué à être représenté par les individus d'une taille modale de 12 centimètres. Aussi les courbes de janvier, février et mars sont-elles symétriques; emboîtées les unes dans les autres, elles

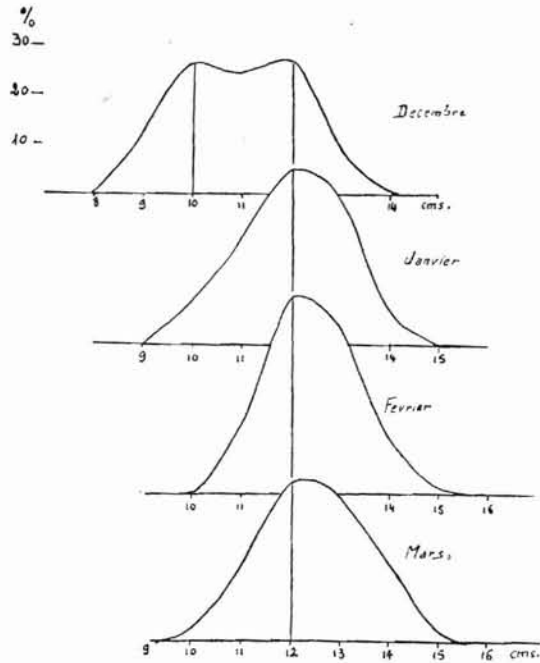


Fig. 23.

Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L_1 pour les Sardines du Groupe 0 (année 1940-1941).

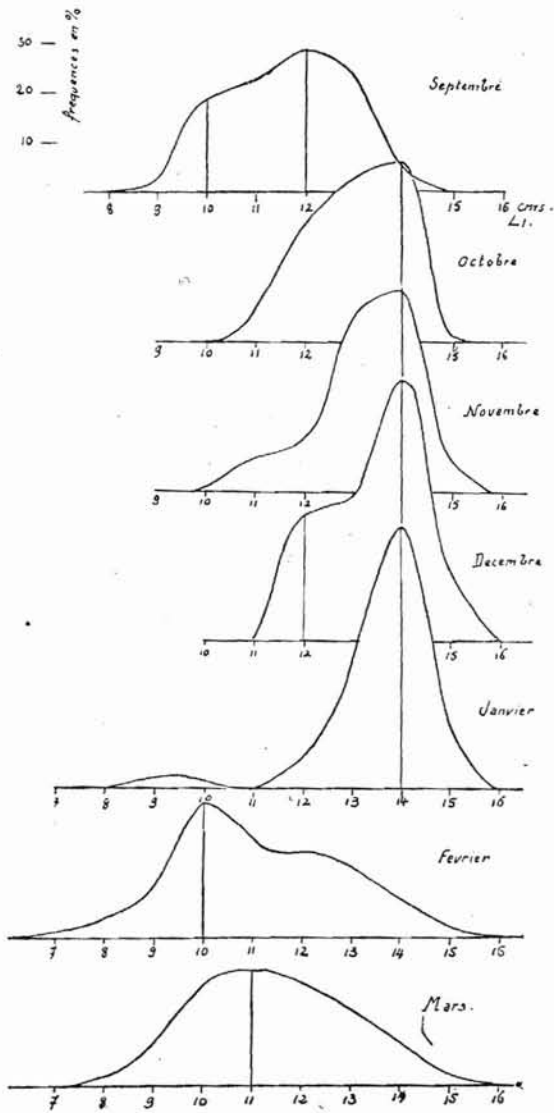


Fig. 24.

Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L_1 pour les Sardines du Groupe 0 (année 1941-1942).

montrent l'homogénéité du Groupe dont tous les individus, sensiblement de même âge et issus d'une même ponte d'été, restent jusqu'à la fin de l'hiver dans la zone côtière de la région.

Si nous cherchons, dès à présent, à expliquer la disparition hors de la zone côtière des sardines de 10 centimètres, quelques semaines à peine après leur arrivée ainsi que leur remplacement par des individus de 12 centimètres, nous devons remarquer que ces phénomènes ont coïncidé avec les premiers coups de vent d'hiver et un refroidissement appréciable des eaux côtières. Ceci n'a rien de fortuit, mais se reproduit, comme nous allons le voir, chaque année.

On peut en conclure, semble-t-il, que ces jeunes sardines ont abandonné la zone côtière pour retrouver à quelque distance au large des conditions de milieu plus stables et, en particulier, une température plus élevée, tandis que les sardines un peu plus âgées, plus résistantes, arrivées à leur suite, sont restées à proximité du rivage. Mais l'éloignement des individus de 10 centimètres n'est certainement pas considérable car nous les retrouverons, dans cette même zone côtière, avec une taille à peine plus

élevée et avec leurs mêmes caractéristiques, en avril et mai suivants, lorsque nous étudierons le Groupe 1 dans lequel elles seront alors classées.

B. — *Groupe 0 de l'année 1941-1942.* (Tableau n° III et fig. 24.) — Comme l'année précédente, mais avec trois mois environ d'avance, de jeunes sardines de 10 et 12 centimètres arrivent dans la zone côtière. Leur apport à la population locale n'est pas négligeable puisqu'elles représentent près de 35 p. 100 de notre matériel de septembre. La courbe de fréquences de ce mois montre bien la dualité d'origine de ces individus.

Puis, au début d'octobre, compte tenu du léger accroissement de taille qui se produit encore jusqu'à la mi-novembre, les individus de 10 centimètres cessent rapidement d'apparaître dans les captures. Les

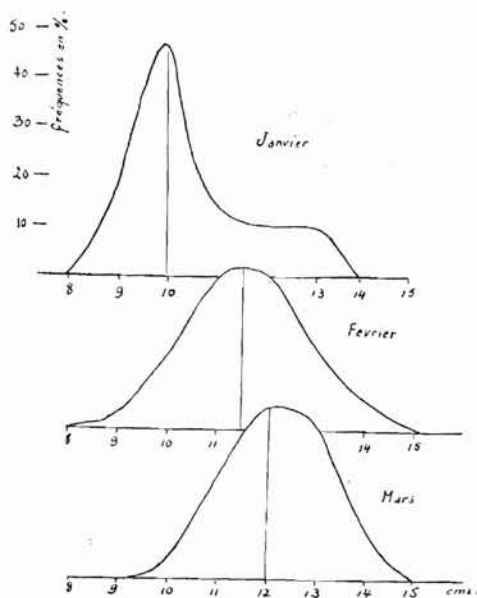


Fig. 25. — Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L_1 pour les Sardines du Groupe 0 (année 1942-1943).

effectifs du Groupe 0 baissent d'ailleurs considérablement et ne comprennent plus, avec quelques individus de 12 centimètres, que des sardines de grande taille (14 cm.) très voisines par leur âge et leur physiologie des individus du Groupe 1. Leur nombre est insignifiant (voir tableau n° III) et on peut considérer qu'après sa précoce apparition de septembre, le Groupe 0 a, dans sa presque totalité, abandonné la zone côtière.

Dès la fin de janvier et principalement en février et mars, les individus de 10 centimètres écartés du littoral quelques mois plus tôt y reviennent en masse, au point de constituer non seulement la majorité du Groupe mais encore celle de la population totale. Les courbes des mois de février et de mars marquent ce retour en même temps que celui, moins prononcé, des individus d'été de 12 centimètres et les sardines de 14 centimètres sont ainsi ramenées à la place, peu importante, qu'elles occupent normalement dans un Groupe 0 plus étoffé.

Avec ces sardines de 10 centimètres se trouvaient des individus plus petits encore et dont nos résultats ne rendent pas compte car bien que le «holinche» soit un engin très peu sélectif, une partie d'entre eux échappaient aux captures. Nous trouvant à plusieurs reprises à bord de sardiniers, nous avons pu constater que des bancs extrêmement denses de ces jeunes

poissons, encerclés par la nappe des filets, passaient en grande partie à travers les mailles. De tels individus mesurant de 5 à 8 centimètres seulement ont moins d'une année. Ce sont eux, nous le verrons, qui constitueront, au cours de l'année 1942, le fond de la population locale qui sera caractérisée par une valeur de L_1 très basse et qui paraîtra anormale en comparaison des deux années précédentes.

C. *Groupe 0 de l'année 1942-1943.* (Tableau n° III, fig. 25.) — L'arrivée du Groupe 0 en bandes de quelque importance est tardive. Elle ne se produit qu'à partir du mois de janvier, mais comme pour les années précédentes, ce sont les jeunes de 10 centimètres qui apparaissent d'abord. Ils sont bientôt suivis par des individus mesurant 12 centimètres en moyenne. Puis, au bout de quelques semaines, en février, les sardines de 10 centimètres s'éliminent et celles de 12 centimètres restent seules dans la zone côtière jusqu'à la fin du mois de mars. Mais dès la deuxième quinzaine d'avril, les individus de 10 centimètres appartenant désormais au Groupe 1 puisqu'un anneau d'hiver est apparu sur leurs écailles avec la reprise de la croissance, se rencontreront de nouveau près du rivage.

D. *Conclusions relatives aux variations mensuelles de L₁ pour les sardines du Groupe 0.* — La distribution mensuelle des sardines de ce Groupe, suivant la valeur de L₁ :

1° Confirme que ces sardines proviennent de deux pontes différentes, quoique très rapprochées dans le temps : une ponte principale d'été (L₁ : 12 cm.) et une ponte secondaire d'automne (L₁ : 10 cm.).

2° Elle montre que chaque année, les individus du Groupe 0 n'arrivent pas dans la région sud du Golfe dans un ordre confus mais qu'ils sont étroitement groupés par bancs de même taille (donc de même âge), par promotions, pourrait-on dire. Ce sont toujours les éléments les plus jeunes (10 cm., ponte d'automne) qui apparaissent les premiers. Ils sont suivis par des individus un peu plus âgés (12 cm.) provenant des pontes d'été.

Quelques semaines après leur arrivée, dès que les conditions hivernales s'établissent dans la région sud du Golfe, ces mêmes individus de 10 centimètres s'éloignent du rivage et se tiennent à quelque distance au large, jusqu'à la fin de l'hiver tandis que les individus plus âgés restent en plus grand nombre au voisinage de la côte. Puis à la fin de l'hiver, plus ou moins tôt suivant l'année, ces jeunes sardines reviennent en bancs nombreux dans la zone côtière.

Les variations de la répartition des sardines du Groupe 0 suivant la valeur de L₁ au cours de leur séjour dans le sud du Golfe nous renseigne donc sur leur écologie. Dès leur arrivée dans la région, ces sardines se livrent à des déplacements de faible amplitude, de la côte vers le large au début de la mauvaise saison et du large vers la côte à la fin de l'hiver. De tels déplacements mettent en évidence l'extrême sensibilité de la jeune sardine aux variations des conditions océaniques. L'éloignement vers le large coïncide, en effet, avec le refroidissement des eaux côtières et touche surtout, et en premier lieu, les individus les plus jeunes.

Il est probable que l'apparition brusque des sardines du Groupe 0 dans le sud du Golfe de Gascogne est due aux mêmes causes. Nous supposons, et les faits ultérieurs confirmeront cette hypothèse, qu'elles viennent de régions situées plus au nord d'où le refroidissement hivernal plus précoce que dans le sud les a chassées; les plus jeunes en étant les premières affectées.

4. — Groupe 1.

1° RÉPARTITION ANNUELLE DES SARDINES DU GROUPE 1, SUIVANT LA VALEUR DE L₁. — Dans le tableau ci-contre, nous donnons les fréquences (en p. 100) des différentes valeurs de L₁ pour trois années consécutives. Dans la première colonne ne figurent que les résultats de l'ensemble des cinq derniers mois de l'année 1940-1941 (de novembre à mars). Dans les colonnes 2 et 3 on trouvera ceux des deux années suivantes complètes (d'avril à mars).

VALEURS DE L ₁ EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCES EN 0,0.		
	ANNÉE 1940-41. (N : 990).	ANNÉE 1941-42. (N : 5.457).	ANNÉE 1942-43. (N : 4.359).
4.....	0,1	"	0,6
5.....	1,0	1,4	19,0
6.....	7,0	8,6	16,3
7.....	24,7	20,9	18,7
8.....	35,7	30,8	19,6
9.....	23,2	16,8	14,7
10.....	6,3	9,2	6,9
11.....	1,1	5,8	3,0
12.....	0,7	4,3	1,0
13.....	0,2	1,8	0,2
14.....	"	0,4	"

Les trois courbes de fréquences qui leur correspondent présentent d'assez fortes différences (fig. 26); celle de l'hiver 1940-1941 est une courbe en cloche caractéristique d'un Groupe tout à fait homogène, issu d'une même ponte d'hiver très régulière dont la période d'intensité maxima est relativement courte. En effet, si les valeurs de L_1 varient entre des limites étendues (de 4 à 13 cm.), plus de 83 p. 100 sont cependant comprises entre 7 et 9 centimètres seulement.

La courbe de l'année 1941-1942 dont la première partie est symétrique par rapport à un mode principal de 8 centimètres s'aplatit et s'étire

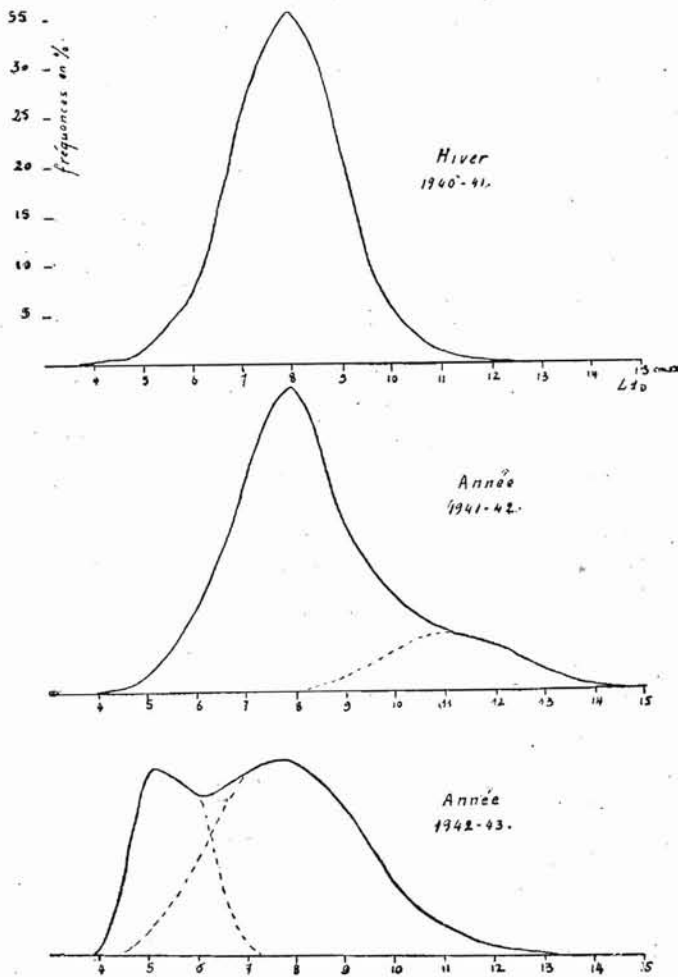


Fig. 26. — Courbes de fréquence annuelles des valeurs de L_1 pour les Sardines du Groupe 1.

dans la dernière partie de sa branche descendante. Elle nous montre qu'au cours de l'année, le Groupe 1 comprend principalement des sardines d'âge identique, nées en hiver et en proportions moindres, des sardines plus âgées provenant de pontes de l'automne et de l'été précédents.

Quant à la courbe bimodale de l'année 1942-1943, elle représente, à côté d'individus d'hiver (mode 8 cm.) qui paraissent constituer chaque année le fond du Groupe 1, un fort pourcentage de sardines de printemps (mode 5-6 cm.).

La composition du Groupe 1 varie donc assez fortement d'une année à l'autre. Le Groupe peut comprendre des individus issus de pontes effectuées à toutes les saisons. Cependant son hétérogénéité est plus apparente que réelle, car nous voyons que chaque année, il comporte une forte majorité de sardines présentant les mêmes caractères originels : provenant toutes d'une ponte d'hiver (L_1 : 8 cm.).

Nous avons vu qu'au début de l'année (avril) ce sont les individus du Groupe 0 de l'hiver précédent qui constituent le nouveau Groupe 1. Cependant de tels individus caractérisés par une valeur de L_1 élevée (10 à 14 cm.) n'entrent qu'en très faible proportion dans la composition annuelle du

Groupe 1. C'est donc que d'autres éléments à valeur de L_1 moindre (8 et 6 cm.) viennent se joindre aux précédents ou plus exactement les remplacer au bout de peu de temps. La composition du Groupe 1 doit subir de profondes modifications au cours de l'année. L'examen de la répartition mensuelle ou bimensuelle des individus suivant la valeur de L_1 va nous montrer qu'il en est bien ainsi.

2° RÉPARTITION BIMENSUELLE OU MENSUELLE DES SARDINES DU GROUPE 1, SUIVANT LA VALEUR DE L_1 . — Les résultats de cette répartition sont portés, avec les valeurs moyennes de L_1 , dans les tableaux n°s IV, V et VI.

A. Groupe 1 de l'hiver 1940-1941. — Pendant toute la durée de cette période hivernale, la composition

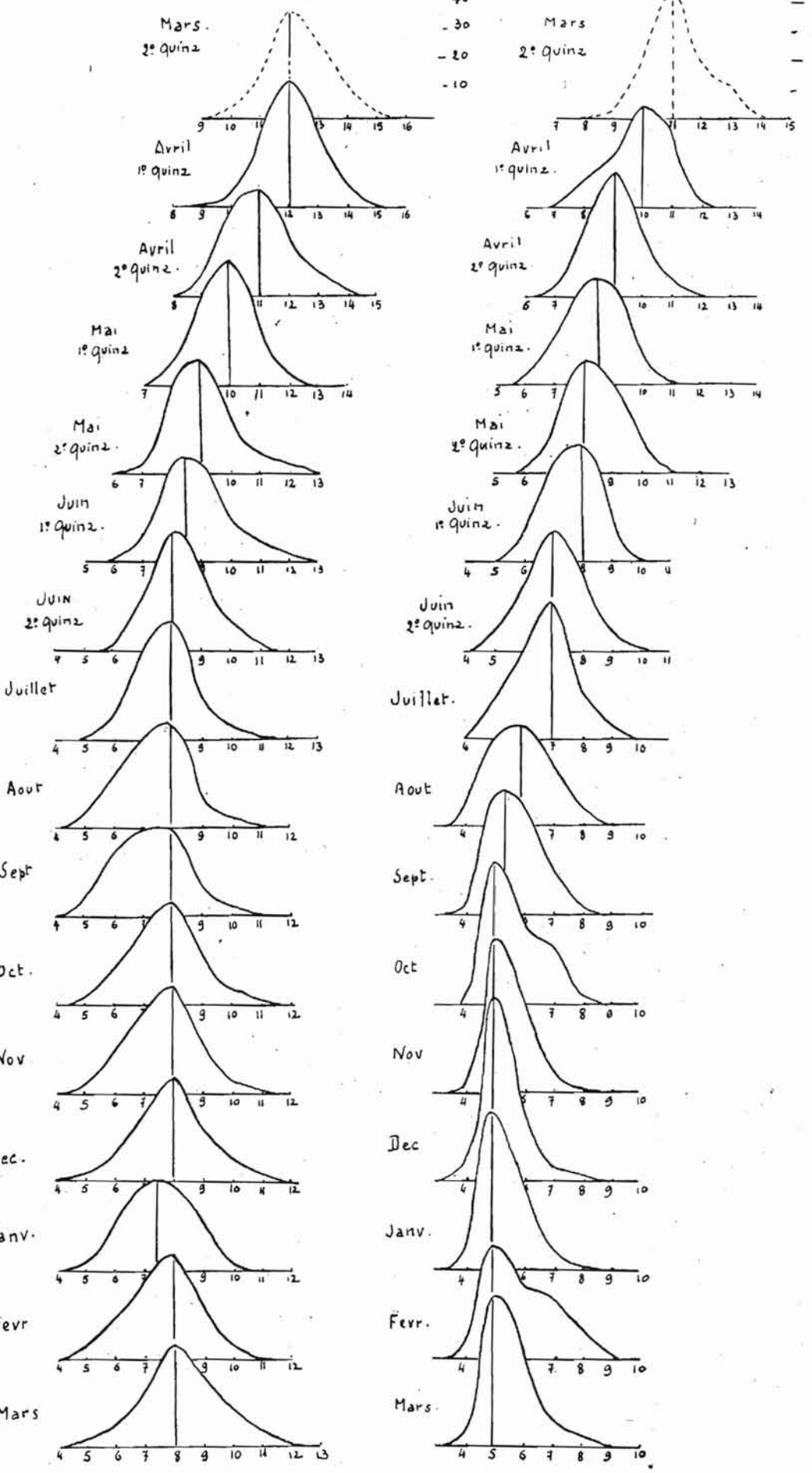
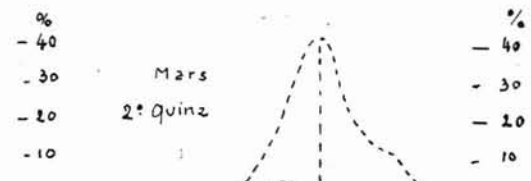
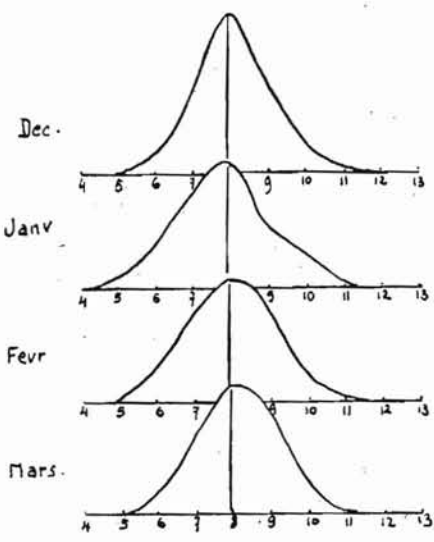


Fig. 27.

Courbes de fréquence bi-mensuelles et mensuelles des valeurs de L₁ pour les Sardines du Groupe 1.



HIVER 1940-41

ANNÉE 1941-42.

ANNÉES 1942-43.

du Groupe 1 varie peu. Il ne comprend que des sardines d'hiver (valeur moyenne de L_1 pour l'ensemble du Groupe : 8 cm.) qui arrivent à la fin de leur deuxième année d'existence. Les courbes de fréquences mensuelles (fig. 27) presque parfaitement superposables et d'une grande symétrie par rapport au même mode : 8 centimètres, en témoignent.

Jusqu'à sa disparition complète de la région qu'il quittera brusquement entre la fin du mois de mars et la première moitié de celui d'avril, le Groupe 1 restera très homogène.

B. *Groupe 1 de l'année 1941-1942.* — La façon dont se disposent les différentes valeurs de L_1 dans le tableau n° V et mieux encore, l'allure des courbes de fréquences correspondantes de la figure 27, mettent en évidence un phénomène particulièrement important.

Pendant les trois premiers mois, le mode décroît régulièrement d'une quinzaine à l'autre et passe ainsi successivement de 12 cm. à 11 cm., 10 cm., 9 cm., 8 cm. 5, puis 8 cm.; les courbes bimensuelles se trouvent ainsi décalées de la droite vers la gauche jusqu'en juillet. Puis à partir de ce dernier mois, le mode se fixe à 8 centimètres; les courbes mensuelles se superposent l'une à l'autre jusqu'à la fin de l'année.

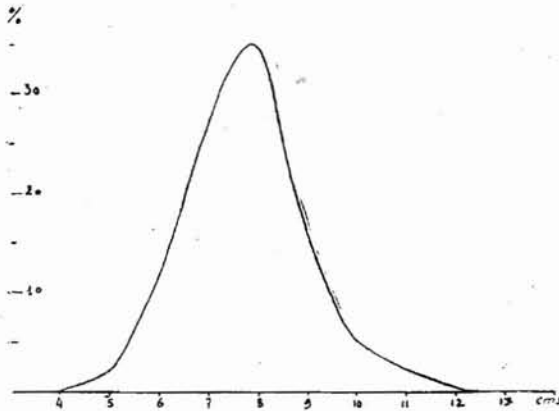


Fig. 28. — Courbe de fréquence des valeurs de L_1 pour les Sardines du Groupe 1 (hiver 1941-1942).

Ces résultats parlent d'eux-mêmes. Il se produit un *remplacement systématique d'une population par une autre.*

Ce remplacement se fait à une cadence extrêmement rapide, rendue visible par le décalage successif des courbes de fréquences, pendant les trois premiers mois de l'année, puis il se continue sur un rythme plus ralenti, mais que la valeur moyenne de L_1 régulièrement décroissante, rend perceptible jusqu'en septembre. Ensuite, la composition du Groupe 1 devient

stable et jusqu'à la fin de l'année, les légères variations en plus ou en moins de la moyenne n'expriment plus que de petits déplacements locaux d'importance secondaire.

Ce que nous ont appris les paragraphes précédents et l'allure de la courbe en pointillé représentative du Groupe 0 de mars 1941 qui figure en tête de notre série, nous montrent que c'est à l'ancien Groupe 0 de l'hiver qui se termine, qu'appartiennent les sardines des quatre premières quinzaines de l'année. Ayant passé tout l'hiver dans le sud du Golfe en compagnie des sardines plus âgées de l'ancien Groupe 1, elles abandonnent la région peu de temps après elles. Leur migration s'amorce dès le début d'avril. Les classes les plus anciennes (12 cm.) issues d'une ponte d'été, partent les premières; elles sont suivies des classes provenant de l'automne suivant (10 cm.) auxquelles succèdent à leur tour, des classes plus jeunes (8 cm.) constituées par des sardines d'hiver. Parmi ces dernières, enfin, les premières nées sont entraînées à leur tour, mais à une cadence plus ralentie par cet exode qui renouvelle complètement la population. Au début de l'automne, ce courant migratoire devient étale, le Groupe entre dans la phase de stabilité relative que nous avons déjà rencontrée de novembre à mars 1940 et qui semble être la règle pour toute la durée de la période hivernale. ■■■■

En effet, pour l'hiver (de novembre 1941 à mars 1942) les fréquences des différentes valeurs de L_1 transcrites ci-dessous sont très voisines de celles du Groupe correspondant de l'année précédente et sont représentées comme elles par une courbe (fig. 28) à peine moins symétrique, typique d'un Groupe dont tous les éléments proviennent d'une même ponte régulière d'hiver. Enfin, après cette période de stabula-

tion hivernale, un mois plus tôt qu'en 1940-1941, le Groupe 1 disparaît en bloc de la région sud du Golfe de Gascogne.

VALEURS DE L ₁ EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCES EN 0/0.
4.....	0,1
5.....	1,8
6.....	11,6
7.....	26,7
8.....	35,3
9.....	15,8
10.....	5,4
11.....	3,4
12.....	0,5
13.....	0,3
14.....	0,1
Valeur moyenne	7,82 cm.

C. *Groupe 1 de l'année 1942-1943.* (Tableau n° III, fig. 27). — Ce remplacement systématique d'une population par une autre population plus jeune qui vient d'être décrit, se reproduit cette année, pour ainsi dire point par point et même d'une manière encore plus accentuée.

La migration des classes les plus anciennes (12 cm.) a commencé un mois plus tôt, au début de mars. Leur remplacement par des bancs successifs de sardines de plus en plus jeunes, ne se ralentit pas à la fin du printemps comme en 1941. Le déplacement des courbes de fréquence de droite à gauche montre qu'il s'est maintenu sur le même rythme jusqu'à l'automne. L'abaissement régulier de la valeur mensuelle de L₁ nous indique de plus que ce phénomène s'est poursuivi, mais très atténué, jusqu'en décembre. De ce fait, l'équilibre caractéristique des mois d'hiver n'est atteint qu'en janvier. Le courant migratoire plus fort qu'en 1941, a entraîné hors de la région, non seulement les sardines d'été (12 cm.) et celles d'automne (10 cm.) mais encore une bonne partie des sardines d'hiver (8 cm.) et n'a laissé qu'un faible pourcentage de ces dernières avec les sardines issues d'une ponte printanière (5-6 cm.).

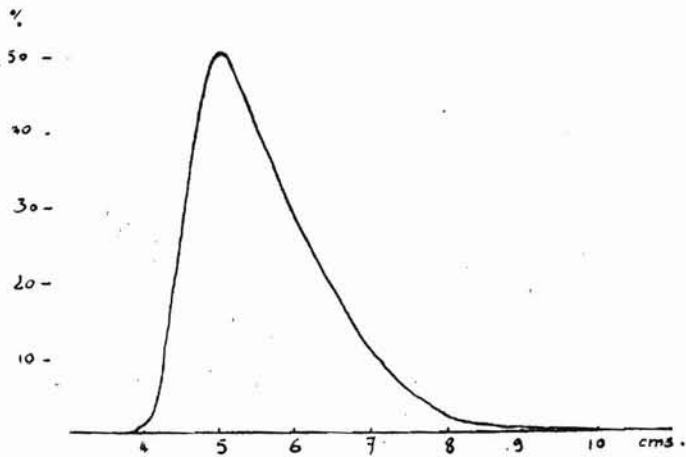


Fig. 29. — Courbe de fréquence des valeurs de L₁ pour les Sardines du Groupe 1 (hiver 1942-1943).

VALEURS DE L ₁ EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCES EN 0/0.
4.....	2,7
5.....	51,5
6.....	30,0
7.....	10,4
8.....	3,9
9.....	1,3
10.....	0,1
11.....	#
12.....	0,1
Valeur moyenne	5,66 cm.

C'est ce qu'indique la courbe de la fig. 29 représentative des fréquences des valeurs ci-dessus de L₁ pour la période hivernale de 1942-1943.

2. — L₂ (TAILLE ATTEINTE AU COURS DU SECOND CYCLE DE CROISSANCE).

La valeur de L₂ représentant la taille acquise au cours du second cycle de croissance complètera et contrôlera les indications fournies par la valeur de L₁ sur le comportement des sardines du Groupe 1. D'autre part, elle nous servira dans un chapitre ultérieur, à préciser une importante notion : celle de la croissance que nous suivrons mois par mois, pendant un cycle complet.

1. — Répartition des sardines du groupe 1, suivant la valeur de L₂.

A. *Groupe 1 de l'hiver 1940-1941.* (Tableau n° VII). — Les courbes de fréquence mensuelles de la figure 30 sont toutes des courbes en cloche superposables les unes aux autres, sauf celle de janvier dont la légère dissymétrie tient au nombre trop restreint d'individus mesurés. Ces diverses courbes, comme celle de la

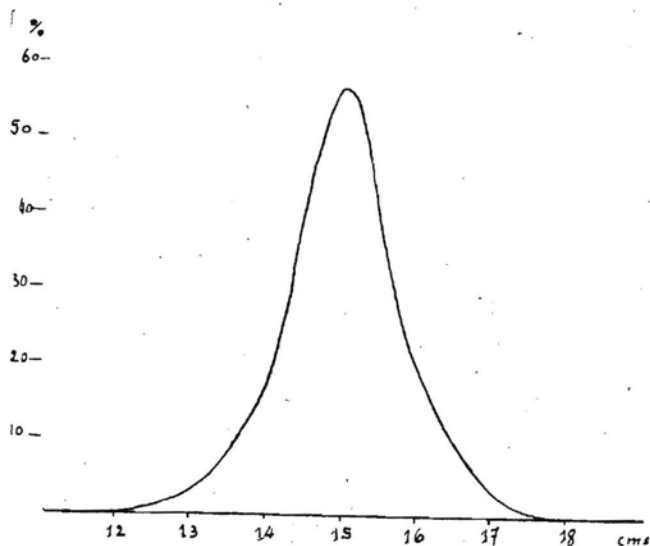


Fig. 31. — Courbe de fréquence des valeurs de L₂ pour les Sardines du Groupe 1 de l'hiver 1940-1941.

figure 31, représentative des fréquences ci-dessous pour l'ensemble des sardines mesurées pendant toute cette période d'hiver, confirment que le Groupe 1 est resté très homogène jusqu'en avril qui marque la fin de son séjour dans le sud du Golfe de Gascogne.

VALEURS DE L ₂ EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCES EN O/O. (N : 1.004).
12.....	0,4
13.....	3,0
14.....	17,3
15.....	57,3
16.....	18,7
17.....	3,0
18.....	0,3
Valeur moyenne de L ₂	15,01 cm.

Cependant, les légères variations de la valeur mensuelle de L₂, décroissantes de novembre à janvier, puis croissantes de janvier à mars sont à retenir. Elles décèlent l'existence de déplacements locaux de faible amplitude dont nous rechercherons plus loin les causes ainsi que les conséquences.

B. *Groupe 1 de l'année 1941-1942.* (Tableau n° VII, fig. 30). — Pendant la première partie de l'année, le mode mensuel augmente plus ou moins régulièrement, passant de 12 à 13, puis à 14 et 15 centimètres. En conséquence, les courbes mensuelles se déplacent successivement vers la droite. Ainsi que nous le verrons dans la partie réservée à l'étude de la croissance, les sardines du Groupe 1 sont entrées dans une phase de croissance active. De ce fait, la valeur de L₂ augmentant rapidement, ses variations ne laissent pas apparaître le remplacement de la population par une autre population plus jeune que les variations de L₁ rendaient avec une très grande netteté. Cependant ce phénomène peut être partiellement saisi au début de l'année. En effet, malgré l'accroissement de taille de près d'un centimètre qui se produit en avril, les

%
- 40
- 30
- 20
- 10
Avril.

%
- 40
- 30
- 20
- 10
- Avril

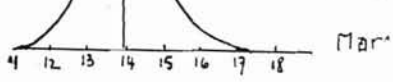
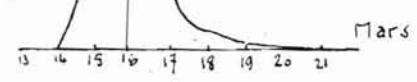
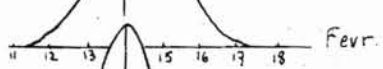
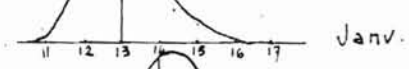
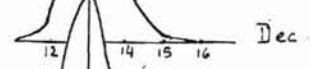
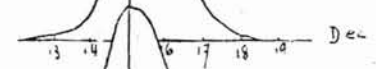
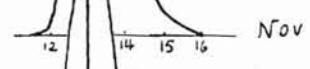
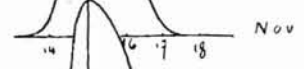
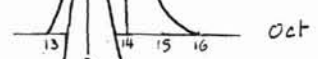
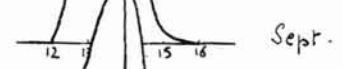
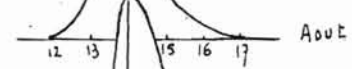
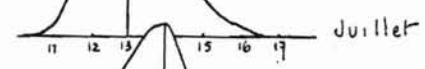
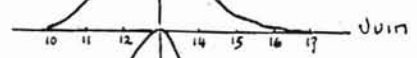
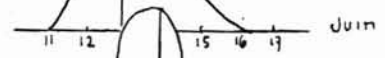
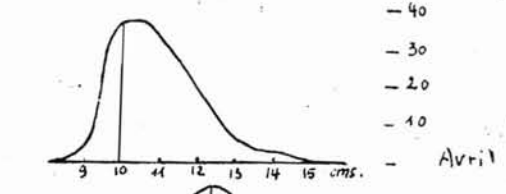
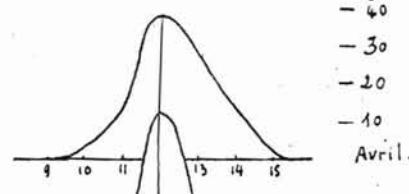
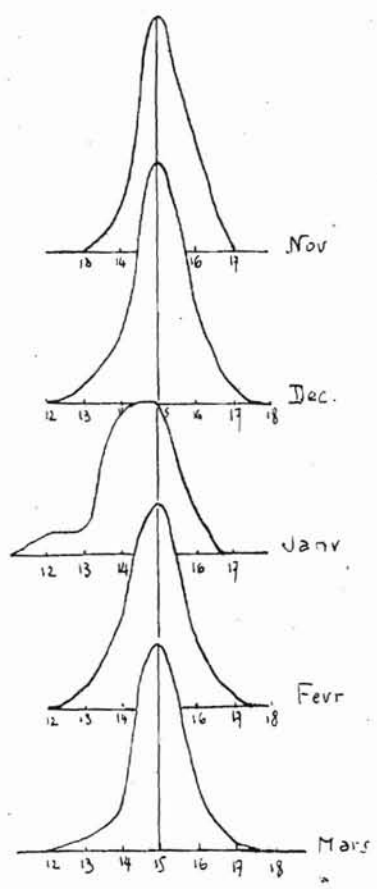
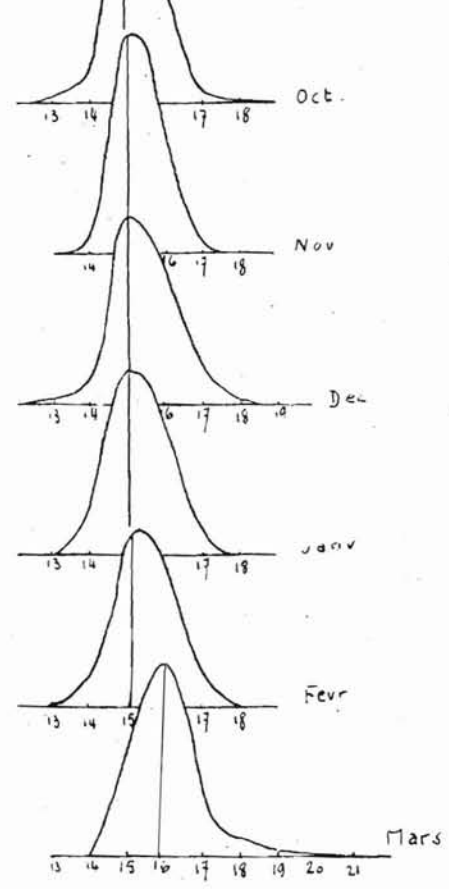


Fig. 30.

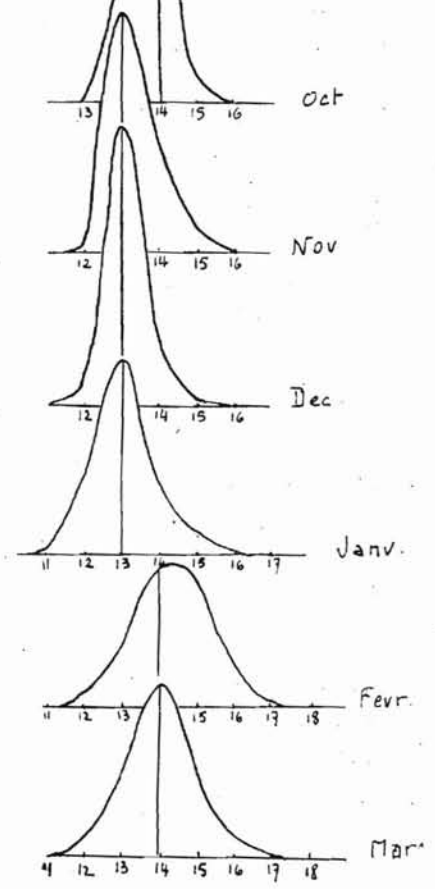
Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L_2 pour les Sardines du Groupe 1 (années 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943).



Groupe I. 1940-41



Groupe I. 1941-42.



Groupe I 1942-43

fréquences des différentes valeurs de L_2 ne varient pas sensiblement au cours des deux premiers mois de l'année et la valeur moyenne de ce caractère pour le mois de mai se trouve inférieure à celle du mois d'avril. Ceci ne s'explique que par le remplacement des sardines d'avril par d'autres plus jeunes, en mai.

Pendant la deuxième partie de l'année, d'octobre à mars, les courbes de fréquence présentent une forme semblable et se superposent exactement, reflétant ainsi l'homogénéité du Groupe dont la croissance est alors terminée.

Comme l'hiver précédent, en fin d'année, les valeurs mensuelles moyennes de L_2 décroissent légèrement de novembre à janvier puis augmentent de janvier à mars, traduisant pareillement l'existence de déplacements locaux de faible amplitude.

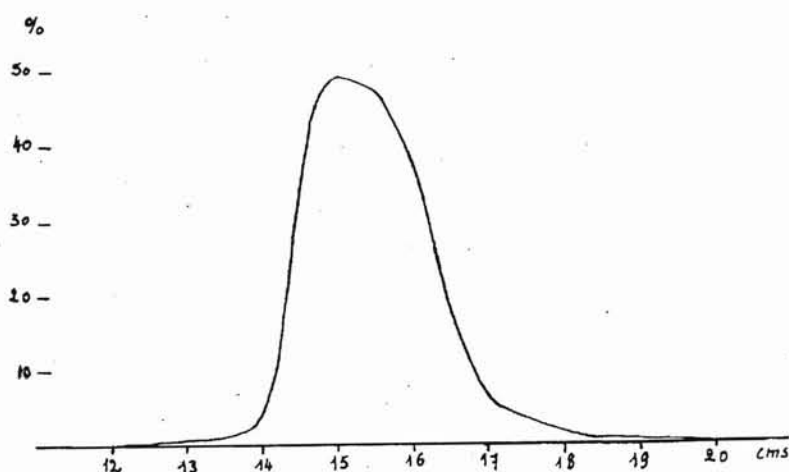


Fig. 32. — Courbe de fréquence des valeurs de L_2 pour les Sardines du Groupe 1 de l'hiver 1941-1942.

VALEURS DE L_1 EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCES EN 0/0. (N : 1.052).
12.....	0,1
13.....	0,3
14.....	3,5
15.....	48,9
16.....	39,5
17.....	6,0
18.....	1,3
19.....	0,3
20.....	0,1
Valeur moyenne de L_2	15,52 cm.

Mais ces variations laissent au groupe toute sa cohésion et pour l'ensemble des individus examinés

pendant toute cette période d'hiver, les fréquences portées dans le tableau ci-contre, donnent une courbe très régulière. (Fig. 32.)

C. *Groupe 1 de l'année 1942-1943.* (Tableau n° VII, fig. 30). — Les résultats de cette année confirment plus nettement encore les données fournies par les variations des valeurs mensuelles de L_1 , sur les modifications importantes dont la composition de la population locale a été l'objet au cours de l'année. Dans la série de courbes de la figure 30, l'augmentation de taille apparaît seule d'abord jusqu'en août. Mais, par la suite, le mode porté jusqu'à 14 centimètres en octobre, repasse à 13 centimètres en novembre, décembre et janvier, et les courbes de ces derniers mois sont de nouveau décalées vers la gauche. De même la valeur mensuelle moyenne de L_2 décroît entre octobre et janvier. Les sardines, leur croissance achevée, continuent donc bien à quitter la région et jusqu'au cœur de l'hiver la composition du Groupe subit de profondes modifications.

D'ailleurs la courbe des fréquences suivantes (fig. 33) pour la totalité des individus mesurés entre novembre et mars, montre bien, comme la courbe correspondante (fig. 29) des fréquences de L_1 dont elle épouse la forme asymétrique que le Groupe n'a pas l'homogénéité ni la stabilité des hivers précédents.

VALEURS DE L ₂ EN CENTIMÈTRES.	FRÉQUENCES
	EN 0/0. (N : 1.010).
12.....	4,0
13.....	44,8
14.....	32,1
15.....	14,4
16.....	3,5
17.....	1,0
18.....	0,2
Valeur moyenne de L ₂	13,72 cm.

Enfin l'augmentation de la valeur moyenne mensuelle de L₂ en février et en mars, nous montre que les mouvements locaux constatés au cours des deux hivers précédents se sont également produits à la fin de l'hiver 1942-1943.

Ainsi, les variations de L₂, dans la mesure où elles peuvent nous renseigner, apportent une preuve supplémentaire à l'existence des migrations principales qui se produisent au cours de l'année.

En outre, la diminution, puis l'augmentation légères mais régulières de la valeur moyenne de L₂, à la fin de l'année, alors que le Groupe est relativement stabilisé, indiquent qu'il existe également des mouvements locaux d'amplitude moindre et d'un autre ordre.

Ces mouvements qui, nous le verrons, se produisent pendant la période de ponte, écartent de la zone côtière, au début de l'hiver, les sardines dont la taille est la plus élevée; ils les ramènent entre janvier et mars, avant leur exode définitif.

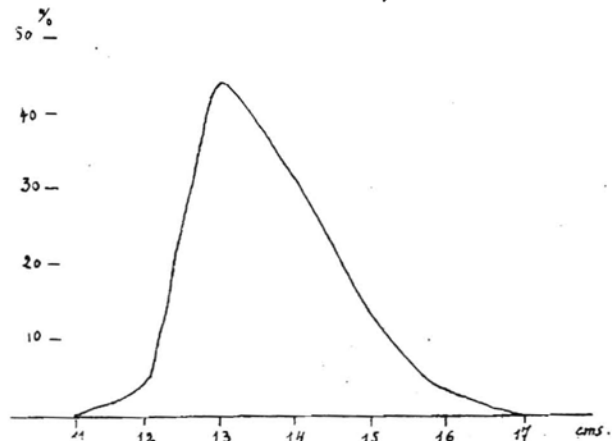


Fig. 33. — Courbe de fréquence des valeurs de L₂ pour les Sardines du Groupe 1 de l'hiver 1942-1943.

2. — Conclusions du chapitre III.

Nous connaissons désormais, dans ses détails principaux la composition de la population du sud du Golfe de Gascogne. Son renouvellement annuel ne se limite pas à une arrivée massive de jeunes sardines du Groupe 0 en automne et à un départ quasi total des sardines plus âgées du Groupe 1 à la fin de l'hiver.

Du printemps à la fin de l'automne, elle est en constante évolution. La région sud du Golfe avec ses groupes de sardines disparaissant successivement, à mesure remplacés par des groupes de sardines plus jeunes, peut être comparée à un bassin plein d'eau traversé par un courant continu le maintenant à un niveau sensiblement constant. A une époque variable avec l'année, si on suit la comparaison, l'écoulement cessant, le niveau du bassin subitement élevé par un afflux nouveau (Groupe 0) se maintiendrait alors dans un équilibre relatif pendant tout l'hiver à la fin duquel le courant rétabli renouvellerait progressivement tout le contenu.

Ces différentes sardines proviennent des pontes de toute l'année, mais ce sont surtout celles des pontes d'hiver (L₁ : 8 cm.), les plus nombreuses qui constituent le fond de la population.

Il semble que la zone côtière sud du Golfe de Gascogne soit une aire de stabulation où des jeunes sardines de toutes provenances viennent passer l'hiver. Elles n'y restent qu'un temps déterminé, assez court après lequel elles abandonnent la région pour n'y plus revenir.

Leurs déplacements sont donc bien de véritables migrations sur le sens desquelles nous pouvons déjà formuler une hypothèse.

Les départs les plus importants ont lieu entre mars et juillet; or, au printemps, toutes les espèces ont tendance à se rapprocher de la côte et la Sardine, quel que soit son âge, n'échappe pas à cette loi. Dans les autres secteurs atlantiques ou méditerranéens, les adultes âgés de plusieurs années qui se tiennent généralement au large et en profondeur, « atterrissent » au printemps, et même dans le sud du Golfe, de rares bancs, clairsemés, de sardines de grande taille, longent le rivage et pénètrent dans le bassin d'Arcachon en mai et en juin.

Nos sardines migrantes ne se dirigent donc pas vers le large où les chalutiers n'en rencontrent de petites quantités qu'en hiver. Elles ne cheminent pas, non plus, vers l'ouest, le long du littoral cantabrique, car dans cette région, les jeunes qui y passent l'hiver, disparaissent également au printemps et les adultes qui s'y rencontrent plus tard sont morphologiquement différents. Nous pouvons donc penser que ces individus émigrent vers le nord du Golfe de Gascogne où la pêche, saisonnière, débute à cette même époque et porte en partie sur des sardines de même âge et de même « moule ».

Quant aux sardines provenant des pontes d'été et d'automne (Groupe o), leur arrivée dans le sud du Golfe coïncide avec le refroidissement général des eaux et la fin de la campagne de pêche au nord du Golfe. Et comme nous verrons que là seulement, existent des pontes d'été et d'automne, nous pouvons admettre que ces jeunes individus, originaires des régions situées au-dessus du 46° nord viennent passer l'hiver dans les eaux relativement chaudes du secteur sud.

Il existe d'ailleurs, une relation très nette entre ces deux migrations; elles semblent être inversement proportionnelles. Il suffit, en effet, de consulter les chiffres de nos différents tableaux pour voir que les sardines du Groupe o arrivent dans le sud d'autant plus tard et en nombre d'autant moins grand que la migration des individus du Groupe 1 vers le nord s'est prolongée davantage et a affecté un plus grand nombre d'individus.

De tels phénomènes sont certainement liés à l'hydrologie générale du Golfe de Gascogne dont le rôle dans le déterminisme de ces migrations, doit être prépondérant.

A la fin de ce chapitre, les grandes lignes de l'écologie de la Sardine du Golfe de Gascogne, apparaissent donc déjà. On peut les résumer ainsi :

- 1° Hivernage de jeunes sardines septentrionales dans le secteur sud;
- 2° Migration définitive vers le nord, à partir du printemps, de tous les individus qui, en hiver, ont constitué la population locale.

Enfin, outre ces migrations, de grande amplitude, nous devons retenir l'existence de déplacements locaux qui, en hiver, affectent les individus les plus jeunes et les plus âgés de la population côtière.

Les caractères de croissance L_1 et L_2 qui nous ont permis de tirer de telles conclusions, sont des caractères essentiellement biologiques; ils sont, pour une part importante, fonction des conditions d'existence de l'individu. Un autre caractère, de nature différente, entièrement indépendant, de ces mêmes conditions puisqu'il s'agit d'un caractère anatomique : le nombre de vertèbres, qui est, en effet, fort probablement fixé dès l'organogénèse, doit nous permettre de vérifier et de saisir mieux encore la réalité de ces déplacements et leur mécanisme.

CHAPITRE IV.

LE NOMBRE DE VERTÈBRES. — SES VARIATIONS.

Ce caractère est le plus important de ceux que les Ichthyologistes retiennent dans leurs recherches sur les migrations des poissons ainsi que sur les races. Dans le cas de la Sardine, il peut être considéré comme le caractère différentiel le plus sûr. Il est indépendant du sexe et de l'état physiologique et, chez un même individu, il reste inchangé pendant toute son existence. De plus, c'est un caractère facilement déterminable car les vertèbres alignées les unes à la suite des autres comme les grains d'un collier peuvent être dénombrées rapidement et sans risque d'erreur.

1. — Variations du nombre de vertèbres suivant la latitude.

La plupart des espèces qui présentent une certaine variabilité de caractère obéissent à une loi suivant laquelle le nombre de vertèbres augmente du sud vers le nord. La Sardine n'échappe pas à cette règle. FAGE (1920) l'a constaté pour les diverses populations méditerranéennes et atlantiques de l'Europe et il s'est basé sur de telles différences pour établir l'existence de races autonomes :

	MOYENNE VERTÉBRALE.
Méditerranée septentrionale.....	51,63
Méditerranée méridionale.....	51,23
Atlantique méridional.....	51,31
Golfe de Gascogne.....	51,76
Manche.....	52,25

RAMALHO et BOTO (1932) obtenant les moyennes vertébrales suivantes :

	MOYENNE VERTÉBRALE.
Nord du Portugal.....	51,35
Centre du Portugal.....	51,23
Sud (Algarve).....	51,16

ont également vérifié ce phénomène le long du littoral ouest ibérique.

Ceci montre l'étroite relation existant entre ce caractère et le milieu où la ponte de la Sardine s'effectue. Il semble, en effet, que le nombre de vertèbres varie en raison inverse de la température et de la salinité, qui, elles, diminuent du sud vers le nord.

Nous nous baserons sur ces variations, deux fois vérifiées, de la moyenne vertébrale avec la latitude, pour rechercher l'origine des sardines du sud du Golfe de Gascogne et contrôler les renseignements déjà fournis sur leurs migrations, par les variations des caractères L₁ et L₂.

Le nombre de vertèbres étant normalement plus élevé chez les individus du nord que ceux du sud, les sardines des pontes d'été et d'automne supposées originaires du nord du Golfe de Gascogne, devront présenter une moyenne plus forte que celles des pontes d'hiver et de printemps nées vraisemblablement sous une latitude plus basse. De ce fait, les variations de la moyenne vertébrale, comme celles de L₁ et de L₂ nous indiqueront comment est composée la population au cours de l'année et dans quel ordre se produisent ses déplacements.

Nous analyserons ce caractère de la même façon que les caractères précédents.

2. — Étude comparée des moyennes vertébrales des sardines du groupe 0 et du groupe 1.

Comparons d'abord la moyenne vertébrale des sardines de ces deux groupes pendant la période hivernale de stabilité relative qui les réunit dans le secteur sud du Golfe.

Cette moyenne, pour l'ensemble des trois hivers de 1940 à 1943 est la suivante :

	GRUPE 0. (N : 2.699).	GRUPE 1. (N : 3.344).
Moyenne vertébrale	52,27 ± 0,04	52,17 ± 0,03

Elle est plus élevée chez les individus du Groupe 0 que chez ceux du Groupe 1. Les triangles de fluctuation de la moyenne (fig. 34) montrent que les sardines de ces deux Groupes sont distinctes. Ainsi, notre hypothèse leur supposant une origine différente se trouve renforcée : les sardines d'été et d'automne proviennent bien, selon toute probabilité, de régions plus septentrionales que les sardines d'hiver et de printemps.

Ceci étant posé, examinons les variations du nombre de vertèbres et de la moyenne vertébrale pour chacun de ces deux Groupes au cours d'une même année.

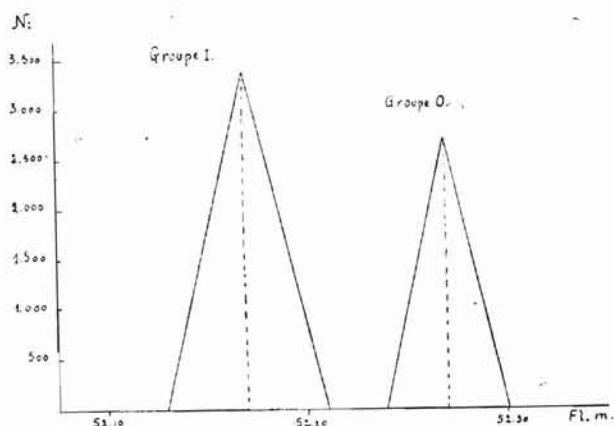


Fig. 34. — Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale des Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1, pour l'ensemble des trois hivers 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.

3. — Répartition mensuelle des sardines, suivant le nombre de vertèbres.

Cette répartition est donnée pour chacun des deux Groupes et pour trois années consécutives dans les tableaux n^{os} VIII et IX.

Le nombre de vertèbres oscille dans des limites étroites : entre 50 et 55, et, dans tous les cas, autour du même mode : 52. Aussi les différences ressortent-elles peu ; elles apparaissent davantage avec la moyenne vertébrale. C'est pourquoi nous allons étudier chaque groupe en suivant les variations mensuelles de cette moyenne elle-même.

1° GROUPE 0.

Hiver 1940-1941. — La moyenne vertébrale, très élevée, diffère peu d'un mois à l'autre. Elle montre que ces sardines sont, dans l'ensemble, de même origine et que le Groupe, par conséquent, présente bien une certaine homogénéité déjà vérifiée par la constance des valeurs de L_1 .

	MOYENNE VERTÉBRALE.	Fl m + OU -.
Décembre.....	52,351	0,10
Janvier.....	52,423	0,16
Février.....	52,453	0,12
Mars.....	52,351	0,14

Année 1941-1942. — La moyenne vertébrale, beaucoup plus basse qu'en 1940-1941, est également beaucoup plus variable. Voisine de 52,00 entre septembre et janvier, elle saute à plus de 52,20 en février et en mars. Une variation aussi forte d'un mois à l'autre, est l'expression certaine d'une modification profonde de la composition du Groupe. Elle révèle ainsi l'origine différente des individus qui se succèdent.

	MOYENNE VERTÉBRALE.	Fl m + ou —
Septembre.....	52,09	0,13
Octobre.....	51,77	0,24
Novembre.....	52,01	0,19
Décembre.....	52,01	0,22
Janvier.....	51,98	0,37
Février.....	52,23	0,11
Mars.....	52,295	0,08

Ceci est à rapprocher des faits que les variations de L₁ nous ont permis d'établir. Rappelons que les sardines du Groupe 0 sont apparues dans la zone côtière au début de septembre et en ont disparu brusquement, dans leur presque totalité, en octobre. Pendant quatre mois, jusqu'à la fin de janvier, le Groupe 0 n'a été représenté que par quelques rares individus de grande taille (13,5 à 15,5 cm.). Puis la fin de janvier a été marquée par l'arrivée subite de quantités considérables d'individus de 10-11 centimètres.

Les variations de la moyenne vertébrale confirment donc entièrement l'existence des déplacements auxquels se livrent les jeunes sardines pendant l'hiver. Elles soulignent, en même temps, l'hétérogénéité du Groupe 0 et fournissent des indications supplémentaires sur sa composition. Il comprend, en effet, en plus des sardines d'été (12 cm.) et des sardines d'automne (10 cm.) également caractérisées par une moyenne vertébrale supérieure à 52,20, des individus plus âgés, mesurant de 13,5 à 15,5 centimètres nés à la fin du printemps et au début de l'été et caractérisés par une moyenne vertébrale voisine de 52,00. Ils sont d'origine différente. Au point de vue de l'âge, ces individus sont intermédiaires entre ceux du Groupe 1 et ceux du Groupe 0. Répétons qu'ils n'ont, numériquement, qu'une importance très secondaire. En 1940-1941, ils ont passé inaperçus dans un groupe 0 plus abondant et plus stable; en 1941-1942, leur existence n'est décelée que parce qu'au nombre de quelques dizaines, ils représentaient seuls, dans notre matériel, le Groupe 0 dont les éléments habituels se trouvaient hors de la zone côtière.

Année 1942-1943. — Le nombre d'individus étudiés cette année est trop restreint pour qu'on puisse en tirer quelques conclusions.

2° Groupe 1.

Hiver 1940-1941. — La moyenne vertébrale varie peu au cours de ces cinq mois d'hiver. Elle reste voisine de 52,30. Le Groupe 1 resté très homogène; ses individus ont non seulement le même âge comme nous le montrait la valeur de L₁, mais encore la même origine.

	MOYENNE VERTÉBRALE.	Fl m + ou —
Novembre.....	52,35	0,21
Décembre.....	52,30	0,14
Janvier.....	52,22	0,31
Février.....	52,28	0,21
Mars.....	52,30	0,09

Année 1941-1942. — Forte en avril, la moyenne vertébrale décroît d'un mois à l'autre jusqu'en août; puis se stabilise autour de 52,20 jusqu'en mars suivant.

Les triangles de fluctuation de la moyenne de la figure 35, matérialisent ces variations qui traduisent presque aussi nettement que les variations de L_1 l'existence d'amples migrations renouvelant entièrement la population au cours du printemps. En effet, en avril, la moyenne semblable à celle des individus du Groupe 0 du mois précédent (52,39) montre que ce sont bien les mêmes individus qui restent encore dans la région au début du printemps. Ils constituent donc les premiers représentants du nouveau Groupe 1 de l'année 1941-1942. Puis progressivement, ils abandonnent la région et seront successivement remplacés par d'autres à moyenne vertébrale de plus en plus basse. Dès le mois d'août, ce courant qui entraîne

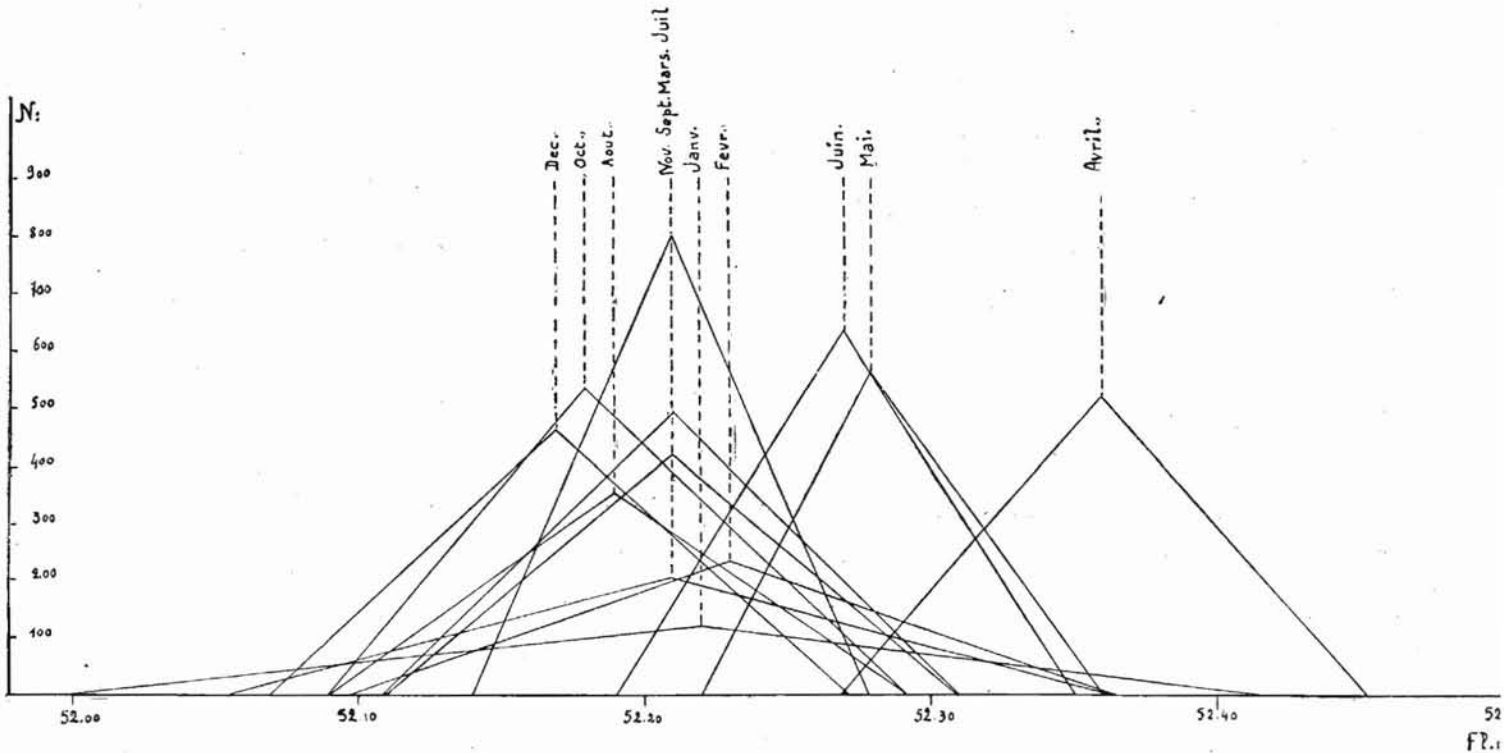


Fig. 35. — Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale mensuelle des Sardines du Groupe 1 de l'année 1941-1942.

régulièrement les sardines hors de la région sud du Golfe perd de sa force. C'est ce qu'indique la moyenne vertébrale peu variable entre août et mars. Le Groupe 1 s'est stabilisé et restera homogène pendant cette longue période d'automne et d'hiver.

	MOYENNE VERTÉBRALE.	$Fl\ m$ + ou -
Avril.....	52,36	0,09
Mai.....	52,28	0,08
Juin.....	52,27	0,08
Juillet.....	52,21	0,07
Août.....	52,19	0,10
Septembre.....	52,21	0,10
Octobre.....	52,18	0,09
Novembre.....	52,21	0,09
Décembre.....	52,16	0,10
Janvier.....	52,22	0,20
Février.....	52,23	0,12
Mars.....	52,21	0,15

Année 1942-1943. — La migration qui provoque le remplacement de la population se produit de la même façon que l'année précédente et avec une intensité plus forte encore.

Elle commence sensiblement à la même époque. Les sardines d'avril avec leur moyenne vertébrale de 52,299 sont les mêmes que celles du Groupe 0 de mars (52,295).

La moyenne est fortement décroissante d'avril à octobre, puis plus faiblement d'octobre à décembre. Elle montre que les premiers migrants disparaissent à partir d'avril, que leur départ fractionné et leur remplacement par d'autres individus à moyenne de plus en plus basse, se font à un rythme accéléré jusqu'en octobre puis se poursuivent, de plus en plus ralentis, jusqu'en décembre. Les triangles de fluctua-

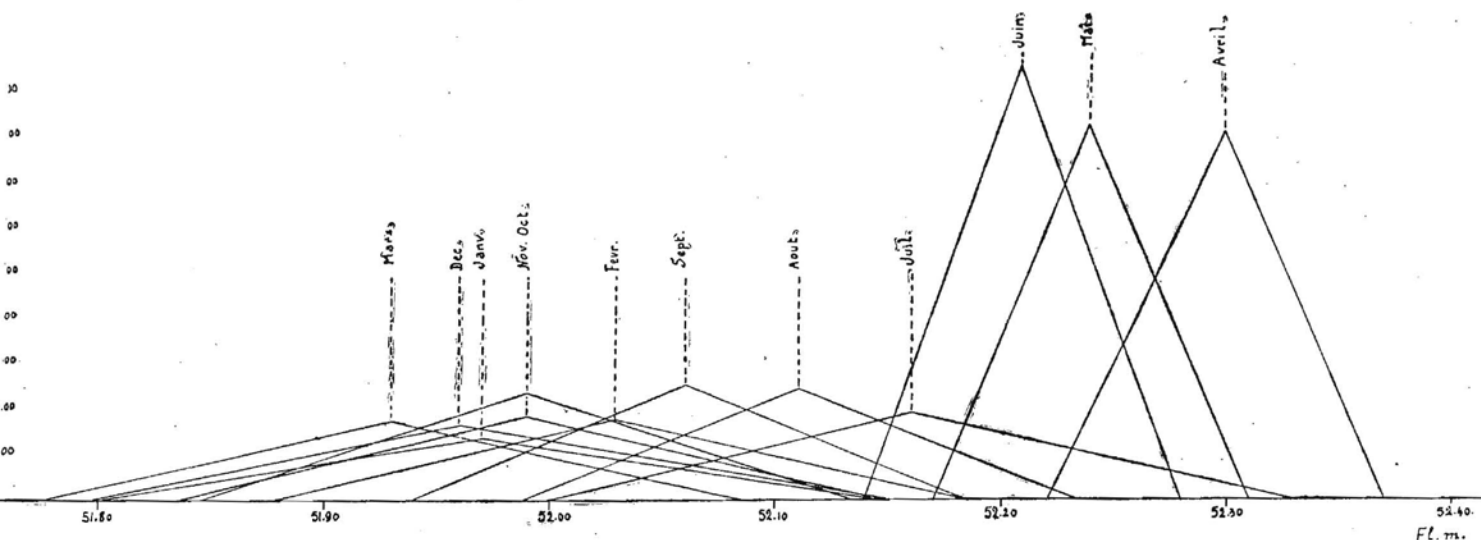


Fig. 36. — Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale mensuelle des Sardines du Groupe 1 de l'année 1942-1943.

tion de la moyenne, successivement décalés vers les valeurs de plus en plus basses (fig. 36), matérialisent bien ce phénomène.

	MOYENNE VERTÉBRALE.	Fl. m. + ou -.
Avril.....	52,299	0,07
Mai.....	52,24	0,07
Juin.....	52,20	0,07
Juillet.....	52,16	0,16
Août.....	52,11	0,12
Septembre.....	52,06	0,12
Octobre.....	51,99	0,15
Novembre.....	51,99	0,14
Décembre.....	51,95	0,16
Janvier.....	51,97	0,17
Février.....	52,03	0,15
Mars.....	51,92	0,15

Cette migration beaucoup plus forte que celle de l'année précédente, peut être comparée à un courant qui pendant neuf mois consécutifs, a drainé le sud du Golfe de Gascogne, renouvelant entièrement sa population. Les variations de la moyenne vertébrale confirment donc absolument les indications fournies par les variations de la valeur de L_1 .

4. — Corrélation entre les variations de L1 et de la moyenne vertébrale.

Cette corrélation est nette dans tous les cas, mais elle est particulièrement frappante dans les deux exemples qui suivent.

1° Rapprochons les valeurs mensuelles moyennes de L1 et du nombre de vertèbres des sardines du Groupe 0 de l'année 1941-1942.

2° Faisons de même pour celles des sardines du Groupe 1 de l'année 1942-1943 et traçons les courbes de leurs variations respectives.

1° *Sardines du Groupe 0 de 1941-1942* (fig. 37). — Tant que la valeur de L1 reste voisine de 13,75 centimètres, la moyenne vertébrale reste voisine de 52,00. Les courbes sont parallèles. Puis à la chute

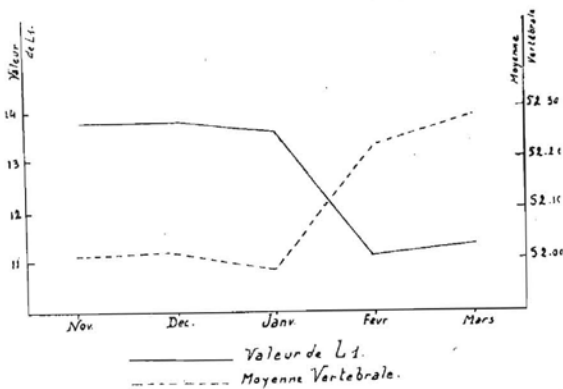


Fig. 37. — Courbes montrant la corrélation existant entre les variations mensuelles de la valeur de L1 et de la moyenne vertébrale des Sardines du Groupe 0 (1941-1942).

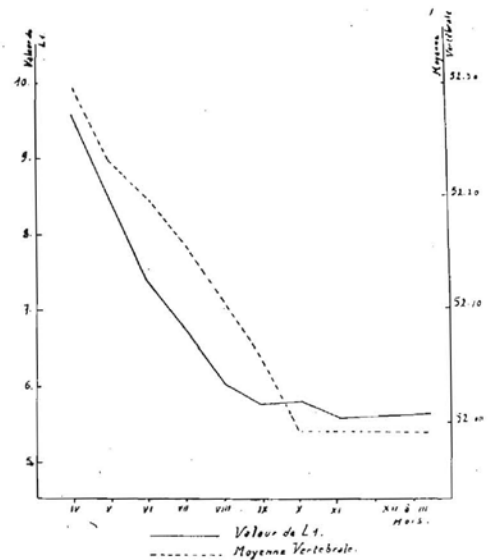


Fig. 38. — Courbes montrant la corrélation existant entre les variations mensuelles de la valeur de L1 et de la moyenne vertébrale des Sardines du Groupe 1 (1942-1943).

brusque de L1 correspond une montée de même amplitude de la moyenne vertébrale; le parallélisme se rétablit lorsque ces valeurs respectives redeviennent stables. On ne peut avoir une preuve plus évidente des perturbations qui ont transformé le Groupe 0. A des sardines de la fin du printemps et du début de l'été ont succédé en quelques jours des sardines d'été et d'automne, d'une origine nettement différente.

	VALEUR DE L1.	MOYENNE VERTÉBRALE.
Novembre.....	13,73	52,01
Décembre.....	13,74	52,01
Janvier.....	13,58	51,98
Février.....	11,05	52,23
Mars.....	11,26	52,29

2° *Sardines du Groupe 1 de 1942-1943* (fig. 38). — Dans ce cas, les deux courbes restent sensiblement parallèles : à l'abaissement de la valeur de L1 correspond un abaissement de même ordre de la moyenne

vertébrale. On ne pourrait mieux démontrer que la population se renouvelle entièrement du printemps à l'hiver: les sardines d'hiver remplaçant d'abord celles d'automne puis étant elles-mêmes remplacées par les sardines de printemps. Comme dans le cas précédent, ces individus si différents par l'époque de leur éclosion, sont également d'origine différente comme l'indique la valeur de leur moyenne vertébrale respective.

	VALEUR DE L.1.	MOYENNE VERTÉBRALE.
Avril.....	9,58	52,299
Mai.....	8,43	52,24
Juin.....	7,39	52,20
Juillet.....	6,73	52,16
Août.....	6,06	52,11
Septembre.....	5,75	52,06
Octobre.....	5,80	51,995
Novembre à mars.....	5,66	51,98

Ainsi, les variations systématiques et parfaitement concordantes des caractères L1 et nombre de vertèbres conduisent aux mêmes conclusions. Les résultats obtenus au cours de ce chapitre étayent donc solidement l'hypothèse, sur les déplacements de la Sardine sud du Golfe de Gascogne, que nous avons formulée à la fin du chapitre précédent.

CHAPITRE V.

L'ÉTAT SEXUEL.

L'examen des glandes sexuelles, suivant la méthode que nous avons choisie (stades successifs de maturité sexuelle) va nous permettre de préciser ce caractère physiologique des sardines de la population sud du Golfe de Gascogne. Il nous permettra, en outre, de suivre d'une façon serrée le premier cycle d'évolution sexuelle sur lequel on ne possède que des renseignements imprécis.

Comme nous avons pu observer les sardines du Groupe 1 pendant toute la durée de leur évolution : depuis le stade I (immatures) jusqu'au stade VII qui est celui de la ponte accomplie, nous commencerons, contrairement au plan suivi pour l'étude des autres caractères, par exposer les résultats les concernant. Les observations relatives aux sardines du Groupe 0 viendront ensuite.

1. — Groupe 1. - Répartition mensuelle des individus suivant le stade de maturité sexuelle.

Cette répartition est portée dans le tableau n° X, et représentée par les diagrammes de la figure 39 (voir page 279).

1° *Hiver 1940-1941.* — Au début de nos recherches, en novembre, l'évolution sexuelle des sardines de ce Groupe est déjà très avancée. La plupart d'entre elles se trouvent au stade IV et quelques-unes, plus précoces, ayant atteint le stade VI commencent à pondre à la fin du mois.

Alors que ces résultats annonçaient pour les mois suivants, une évolution plus marquée, la répartition de décembre et de janvier est cependant très différente : les individus aux stades les plus avancés sont proportionnellement moins nombreux; c'est le stade II qui prédomine. Par contre, en février et en mars, les stades intermédiaires sont très mal représentés; ce sont ceux de la ponte (stade VI) et de la ponte

accomplie (stade VII) qui groupent la majeure partie des individus. Les variations de la répartition mensuelle qui devraient fournir une augmentation régulière, d'un mois à l'autre, du nombre des sardines aux stades les plus évolués, sont donc irrégulières. Elles indiquent bien comme nous l'avait montré les variations de L_1 et L_2 que ces sardines se livrent à des déplacements locaux, de faible amplitude. Ces déplacements qui coïncident avec un abaissement de la température des eaux côtières sont donc liés également à l'état physiologique des reproducteurs. La plupart de ceux-ci s'écartent, en effet, du rivage au début de l'hiver et y retournent un ou deux mois plus tard lorsque leur ponte est terminée.

2° *Année 1941-1942.* — En avril, le stade I prédomine; les jeunes sardines de ce nouveau Groupe 1 sont immatures. Mais un certain pourcentage d'individus plus évolués se trouve aux stades III à VII: se sont les derniers représentants du Groupe 0 de l'hiver précédent, qui ne tarderont pas, du reste, à disparaître.

Au mois de mai et principalement de juin, le Groupe 1 ne comprend plus dans sa quasi totalité que des jeunes encore immatures. Puis au mois de juillet, on perçoit nettement un début d'évolution chez les individus les plus précoces. En août, cette évolution est plus marquée, les trois quarts des effectifs du Groupe atteignent le stade II. Puis d'un mois à l'autre, l'évolution progresse et comme en 1940, quelques individus atteindront le stade VI à la fin du mois de novembre. Pendant les quatre derniers mois de l'hiver, le stade VI prédominera largement, le stade VII par contre, restera relativement mal représenté. Il semble que les reproducteurs ne se soient pas écartés de la zone côtière, d'une façon aussi nette que l'année précédente et que la plupart d'entre eux y aient effectué leur ponte.

3° *Année 1942-1943.* — Au mois d'avril, le reliquat des individus du Groupe 0 de l'hiver 1941-1942 influe moins longtemps sur la composition du Groupe 1. Aussi ce dernier est-il dans sa grande majorité composé de sardines immatures. Puis les faits observés l'année précédente, se renouvellent. Au mois de mai, ces individus sont encore immatures, mais dès celui de juin, l'augmentation du pourcentage des sardines au stade II montre que l'évolution commence. Elle s'accroît de mois en mois et, à la fin de novembre, les sardines les plus précoces se livrent déjà à la reproduction (stade VI).

En décembre, l'évolution se poursuit normalement, puis brusquement en janvier, à partir de la seconde quinzaine, plus de la moitié des individus capturés dans la zone côtière se trouvent au stade VII, voire au stade VII-II; ils ont donc terminé leur ponte.

Comme les années précédentes, mais plus nettement qu'en 1941-1942, le passage brusque des stades intermédiaires (III à V) aux stades postérieurs à la ponte montre :

1° Qu'au début de l'hiver, même si en cette période l'évolution sexuelle est accélérée, les individus aptes à se reproduire s'éloignent passagèrement de la zone côtière;

2° Qu'ils s'en rapprochent de nouveau à la fin de l'hiver lorsque leur ponte tire à sa fin.

Enfin, cette année, après le mois de mars, une partie des sardines du Groupe 1 encore attardées dans la région en avril, se trouvaient, dans la proportion de 80 p. 100, aux stades VII et VII-II, et montraient ainsi qu'à cette époque, la ponte était pratiquement terminée, pour la totalité des reproducteurs locaux.

2. — Groupe O. - Répartition mensuelle des individus suivant le stade de maturité sexuelle.

Cette répartition est portée dans le tableau n° XI et représentée par les diagrammes de la figure 40 (voir page 280).

Hiver 1940-1941. — A leur arrivée dans la zone côtière, les sardines du Groupe 0 sont immatures (stade I). Jusqu'en mars, la plupart d'entre elles resteront dans cette condition, mais à partir de décembre,

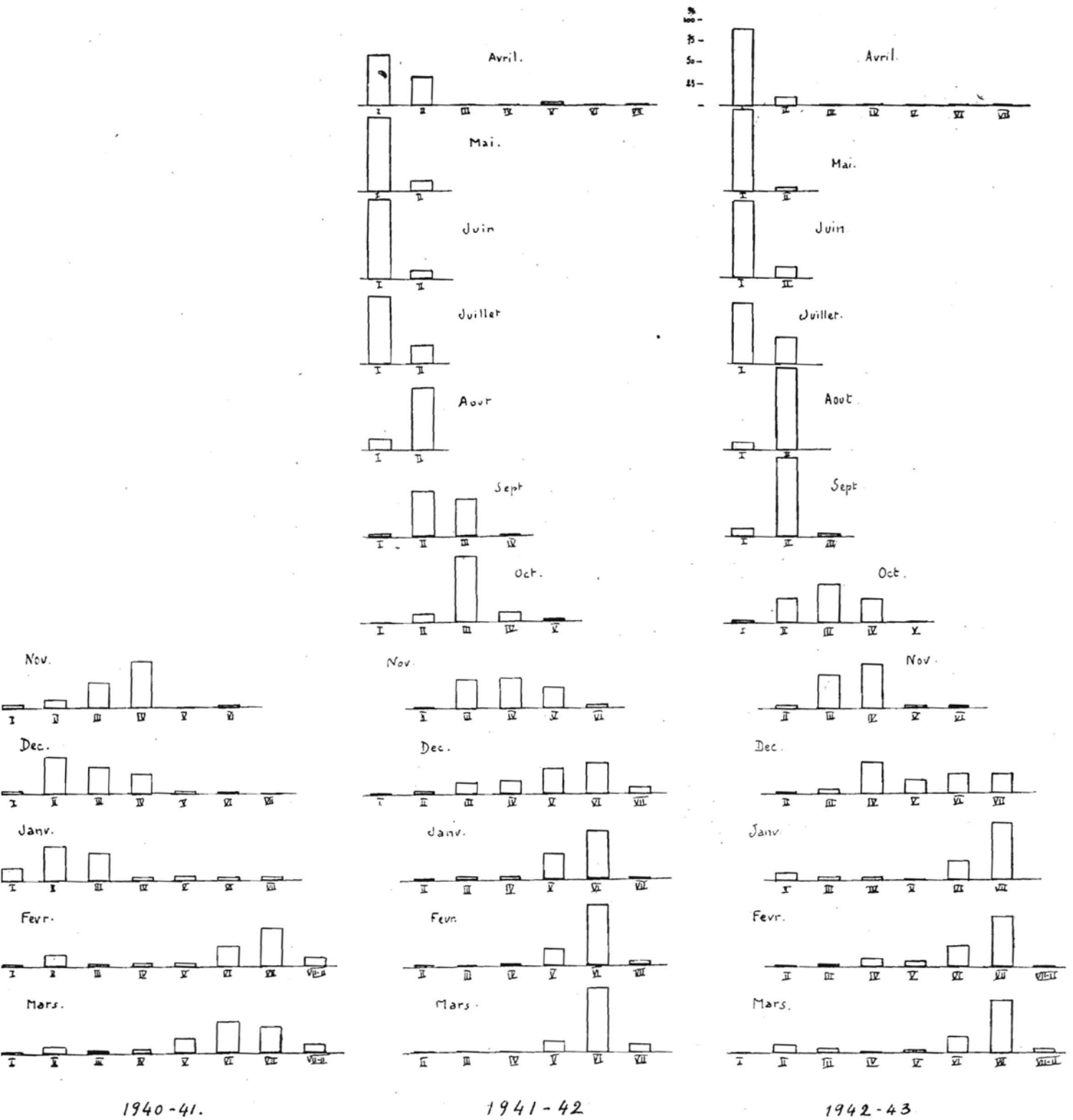


Fig. 39. — Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 1 suivant le stade de maturité sexuelle.

une évolution nette se dessinera et la proportion des individus au stade I, tout en restant très forte, ira décroissant du début de l'hiver au début du printemps. Un certain nombre d'entre ces individus (5 p. 100 environ) arriveront même à la pleine maturité et se livreront à la ponte.

Année 1941-1942. — Les sept mois de présence de ces sardines dans la région sont marqués par une répartition suivant le stade de maturité sexuelle fort irrégulière, d'un mois à l'autre. 90 p. 100 des indi-

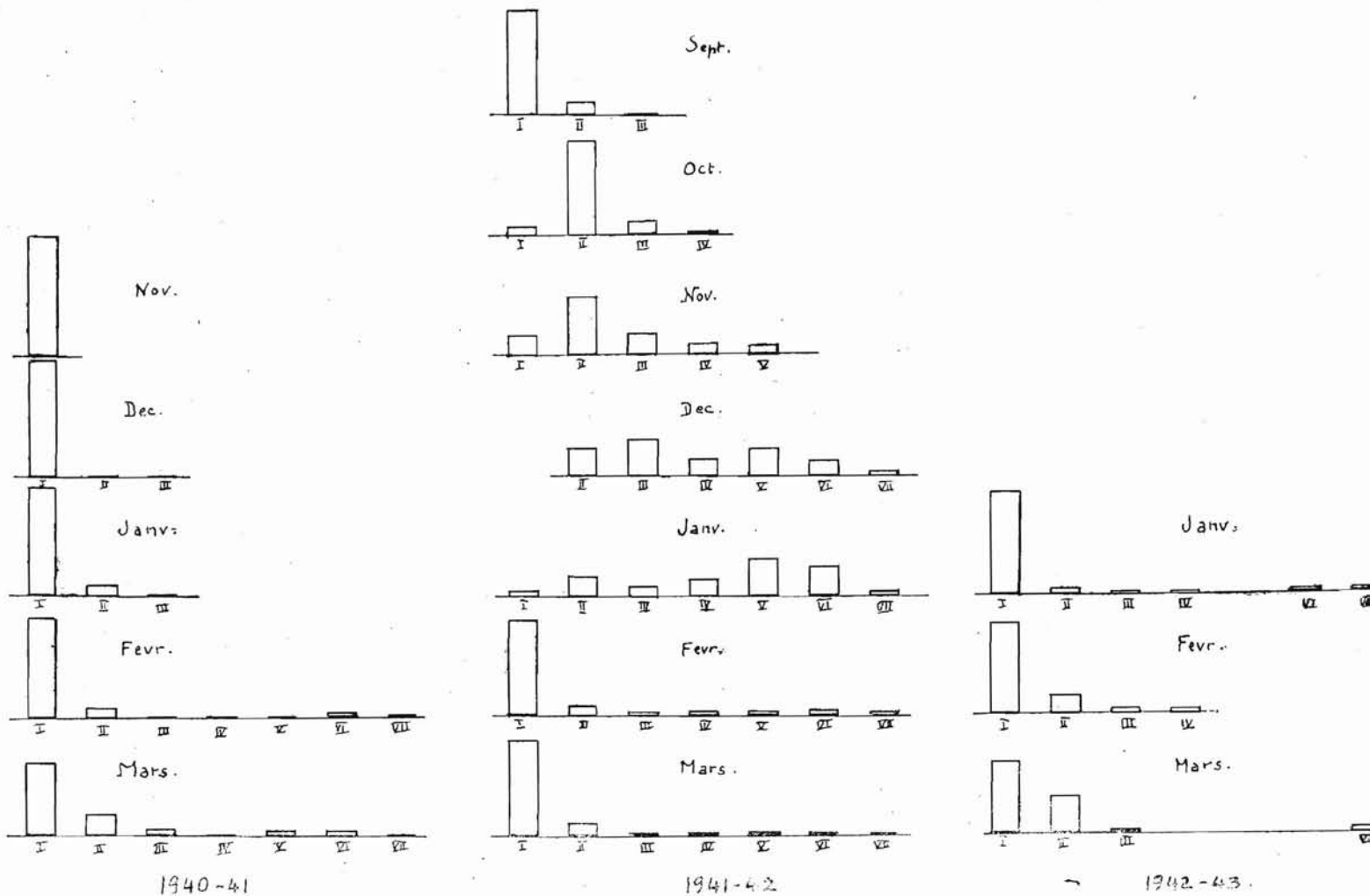


Fig. 40. — Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 0 suivant le stade de maturité sexuelle.

vidus les premiers arrivés en septembre, sont au stade I. Mais entre les mois d'octobre et de janvier, les immatures sont peu nombreux. Les individus représentant le Groupe 0 atteignent pour la plupart un stade avancé; leur évolution sexuelle est presque aussi accentuée que celle des individus du Groupe 1.

Puis brusquement au cours des deux derniers mois d'hiver, la proportion des sardines immatures s'accroît considérablement, près de 80 p. 100 des effectifs du Groupe 0 se trouvent au stade I.

Ces résultats corroborent ceux que nous ont fournis les variations de L_1 et de la moyenne vertébrale selon lesquels les sardines de ce Groupe, de taille et d'âge différents, se livrent à des déplacements locaux comparables comme amplitude à ceux qu'effectuent les adultes du Groupe 1 à la même époque.

On se souvient que les sardines de septembre, mesurant 10-12 centimètres avaient rapidement fait place, à partir d'octobre à des individus beaucoup moins nombreux, mais de plus grande taille (14-15 cm.) à peine moins âgés que ceux du Groupe 1. Nous voyons que ces individus de 14 centimètres ont sensiblement le même développement sexuel et le même comportement que ceux du Groupe 1.

En février et mars, les jeunes du début, qui s'étaient éloignés du rivage à l'entrée de l'hiver, y reviennent en formation serrée; ils sont encore immatures et ne commenceront leur évolution que quelques mois plus tard.

3. — Conclusions relatives à la répartition des sardines du groupe 0 et du groupe 1 suivant le stade de maturité sexuelle.

Au point de vue œcologique cette répartition confirme donc l'existence de certains déplacements locaux pendant l'hiver. Ces déplacements sont différents de ceux plus massifs et plus amples qui affectent la population toute entière, chaque année au printemps.

Au début de la mauvaise saison, les jeunes encore immatures s'éloignent de la zone côtière et y reviennent quelques mois plus tard, lorsque le temps s'améliorant, la température remonte.

Les reproducteurs, plus âgés, atteignant les stades préliminaires de la ponte, fuient également la zone côtière vers janvier et s'y retrouvent une fois leur ponte effectuée.

La Sardine, au cours de ces phases très différentes de sa vie, semble donc avoir une sensibilité très vive qui l'oblige à d'identiques réactions devant un même facteur : l'abaissement de la température, très accentué en cette période de l'année.

Au point de vue de l'évolution sexuelle, cette longue série d'observations va nous permettre, en outre, d'ajouter des faits précis aux données très fragmentaires qu'on possède sur l'âge de la première maturité sexuelle et sur le déroulement et la durée du premier cycle sexuel de la Sardine atlantique.

4. — Durée du premier cycle sexuel de la sardine du Golfe de Gascogne. Age de la première maturité sexuelle.

A partir du stade mensuel moyen de maturité sexuelle calculé pour l'ensemble des individus du Groupe 1 pour chaque année, nous avons tracé les courbes de la figure 41, donnant l'allure de leur évolution sexuelle. Cette évolution est partiellement masquée du fait des migrations de l'été et de l'automne ainsi que des déplacements locaux de l'hiver qui retranchent de nos observations les individus les plus évolués. La valeur identique du stade moyen des individus des mois d'août et de septembre 1942 le prouve bien. Et ce sont ces mêmes perturbations qui rendent moins régulière la courbe de 1942 car la migration de cette dernière année a été plus intense et de plus longue durée que celle de l'année précédente. On doit en tenir compte; mais, comme pour un même Groupe, tous les individus sont sensiblement de même âge et évoluent en même temps, ces deux courbes nous donnent une bonne idée du processus de l'évolution vers la première maturité sexuelle des jeunes sardines de la population étudiée. Elles nous montrent que cette évolution est continue. Partant de la phase immature en juin-juillet, l'ensemble des individus arrive sensiblement à la complète maturité sexuelle en janvier-mars. La vitesse de l'évolution paraît être plus grande dans la dernière partie du cycle, mais étant donné, nous venons de le voir, la tendance marquée des

éléments les plus évolués à s'éloigner de la zone côtière, il est difficile de définir exactement la vitesse et le rythme de cette évolution d'après le simple examen macroscopique des glandes. Ceci nécessite une analyse histologique plus poussée que nous nous proposons de faire ultérieurement.

	STADE MENSUEL MOYEN DE MATURITÉ SEXUELLE.	
	GRUPE 1 1941-1942.	GRUPE 1. 1942-1943.
Mai	I.09	I.04
Juin.....	I.09	I.11
Juillet.....	I.21	I.30
Août.....	I.83	I.94
Septembre.....	II.43	I.95
Octobre.....	III.04	II.97
Novembre.....	III.95	III.64
Décembre.....	IV.90	V.03
Janvier.....	V.46	VI.18
Février.....	V.73	VI.23
Mars.....	V.84	VI.13

On remarquera, en outre, d'après les courbes de la figure 41 que les sardines de 1942-1943, quoique relativement plus jeunes que celles de 1941-1942, semblent avoir commencé leur évolution sexuelle un mois plus tôt. Elles sont également arrivées plus rapidement à la maturité sexuelle.

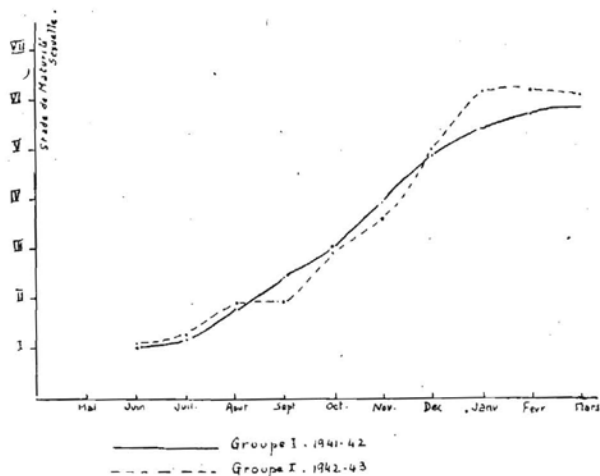


Fig. 41. — Courbes du stade mensuel moyen de maturité sexuelle (Sardines du Groupe 1 des années 1941-1942 et 1942-1943).

D'une année à l'autre, la durée de cette évolution peut donc varier, mais dans des proportions relativement faibles.

Elle peut varier également, comme il est logique, avec l'âge des individus. Prenons pour un même Groupe 1, par exemple, celui de 1941-1942, les valeurs mensuelles successives du stade moyen de maturité sexuelle des individus que nous grouperons suivant leur valeur de L_1 , c'est-à-dire par classe d'âge (voir tableau page suivante).

Ainsi, bien que légère, la différence d'une classe à l'autre apparaît nettement. La première évolution sexuelle a sensiblement la même durée chez tous les individus; elle commence d'autant plus tôt et se termine d'autant plus tôt que les individus sont plus âgés.

Pour préciser davantage l'âge auquel la Sardine commence sa première évolution sexuelle, nous pouvons prendre comme exemple les individus nés en hiver (L_1 : 7 à 9 cm.). Nous voyons qu'ils abandonnent le stade immature en juin-juillet, à l'âge de 16-18 mois et qu'ils atteignent la pleine maturité sexuelle en hiver, à l'âge de deux ans environ. La durée de leur premier cycle sexuel est donc de huit mois environ.

Il en est de même pour tous les autres individus nés en automne, en été ou au printemps.

Nous concluons donc que dans la région sud et probablement dans toute l'étendue du Golfe de Gascogne,

la Sardine commence son évolution vers la première maturité sexuelle à l'âge de 16-18 mois environ et effectue sa première ponte à la fin de sa deuxième année d'existence.

MOIS.	GROUPES D'ÂGES.							
	L ₁ : 5 cm.	L ₁ : 6 cm.	L ₁ : 7 cm.	L ₁ : 8 cm.	L ₁ : 9 cm.	L ₁ : 10 cm.	L ₁ : 11 cm.	L ₁ : 12 cm.
Avril	I.0	I.0	I.0	I.0	I.0	I.1	I.3	I.5
Mai	I.0	I.0	I.0	I.0	I.1	I.2	I.6	I.8
Juin	I.0	I.0	I.1	I.1	I.2	I.3	-	-
Juillet	I.0	I.2	I.2	I.3	I.4	I.5	-	-
Août	I.9	II.0	II.0	II.2	II.2	-	-	-
Septembre	II.2	II.3	II.35	II.5	II.6	II.8	-	-
Octobre	II.8	III.0	III.1	III.1	III.1	III.2	-	-
Novembre	III.3	III.6	IV.0	IV.1	IV.2	IV.2	-	-
Décembre	IV.5	IV.7	IV.9	V.2	V.4	-	-	-
Janvier	-	V.4	V.5	V.6	V.7	-	-	-
Février	V.5	V.6	V.7	V.9	VI.1	-	-	-
Mars	-	V.8	V.9	VI.0	VI.1	VI.2	-	-

CHAPITRE VI.

INFLUENCE DU SEXE SUR LA VALEUR DES CARACTÈRES ÉTUDIÉS.

1. — Généralités.

On ne doit pas négliger l'influence possible du sexe sur la variabilité d'un caractère, car elle nous renseigne non seulement sur le dimorphisme existant entre mâles et femelles, mais encore sur la valeur qu'on doit accorder aux caractères considérés comme différentiels de races. C'est pourquoi nous avons cherché à connaître dans quelle mesure le sexe intervient dans les variations des caractères étudiés et s'il y a lieu d'en tenir compte dans l'interprétation que nous avons donnée de ces variations.

Nous avons tout d'abord établi la répartition numérique des mâles et des femelles et pour chaque sexe, nous avons étudié : la valeur de L₁ et celle de L₂, le nombre de vertèbres, l'état de maturité sexuelle.

Les différences constatées par les auteurs qui se sont intéressés à cette question sont généralement faibles; mais les résultats obtenus jusqu'ici sont souvent contradictoires. Cela est dû, principalement, aux conditions défectueuses dans lesquelles on est généralement placé pour l'étude de ces caractères. La sélectivité des filets, maintes fois constatée, peut, en particulier, fortement influencer sur la croissance apparente des mâles et des femelles; elle peut faire varier également la répartition apparente des sexes.

Nous n'avons pas à tenir compte de ces causes d'erreurs; elles sont pratiquement inexistantes en raison du mode de pêche et de l'engin utilisé dans la région où nos observations ont été faites. Le « bolinche » est, en effet, un filet non sélectif, à mailles étroites de hauteur de chute assez grande, et manœuvré habituellement par des fonds n'excédant pas une trentaine de brasses. Cet engin capture par conséquent,

tous les individus encerclés, quelle que soit leur taille, au-dessus de 8-10 centimètres et quelle que soit leur répartition verticale.

Pour trois années consécutives, nous avons limité nos observations à la période hivernale (de novembre à mars) et aux sardines du Groupe 1. Pendant cette période, en effet, le Groupe 1 est relativement stable et très homogène; les individus qui le composent arrivent à ce moment-là à la fin de leur deuxième année, ils appartiennent donc à une même génération et se trouvent tous sensiblement au même stade d'évolution sexuelle.

Ainsi les causes habituelles d'erreur sont réduites au minimum.

2. — Répartition des sexes.

Les recherches portant sur la répartition des sexes ayant été principalement faites en des régions où la pêche est pratiquée au moyen de filets sélectifs, les résultats publiés jusqu'ici sont assez contradictoires et peu sûrs.

Suivant la saison, le lieu et le mode de pêche, ce sont tantôt les mâles et tantôt les femelles qui prédominent. Aussi s'accorde-t-on généralement pour écrire que dans une population donnée, la proportion des individus de chaque sexe est sensiblement la même.

Nos observations qui, répétons-le, ne sont pas influencées par des différences de taille, d'âge, d'état physiologique, ni par la possibilité d'une répartition verticale différente pour les deux sexes, nous ont cependant permis de constater une nette et constante prédominance du nombre des femelles sur celui des mâles.

RÉPARTITION DES MÂLES ET DES FEMELLES.

MOIS.	NOMBRE D'INDIVIDUS		RÉPARTITION EN 0/0.	
	MÂLES.	FEMELLES.	MÂLES.	FEMELLES.
Décembre 1940.....	106	110	49,1	50,9
Janvier 1941.....	27	34	44,3	55,7
Février 1941.....	48	73	39,7	60,3
Mars 1941.....	216	267	44,8	55,2
TOTALITÉ de l'hiver 1940-1941.....	397	484	45,1	54,9
Novembre 1941.....	220	269	45,0	55,0
Décembre 1941.....	211	247	46,1	53,9
Janvier 1942.....	48	66	42,1	57,9
Février 1942.....	84	141	37,3	62,7
Mars 1942.....	54	144	27,3	72,7
TOTALITÉ de l'hiver 1941-1942.....	617	867	41,6	58,4
Novembre 1942.....	93	134	41,0	59,0
Décembre 1942.....	65	81	44,5	55,5
Janvier 1943.....	75	75	50,0	50,0
Février 1943.....	80	126	38,8	61,2
Mars 1943.....	101	129	39,5	60,5
TOTALITÉ de l'hiver 1942-1943.....	414	545	43,1	56,9
TOTALITÉ des trois hivers.....	1.428	1.896	43,0	57,0

Les chiffres du tableau ci-dessus nous montrent que sauf pour le seul mois de janvier 1943 où le nombre des mâles et des femelles est le même, ces dernières sont toujours les plus nombreuses. Cependant d'un mois à l'autre, la proportion des sexes est variable et on peut remarquer que chaque année le pourcentage des femelles augmente légèrement au cours des deux derniers mois d'hiver. Mais pour l'ensemble de la période hivernale, le pourcentage respectif des mâles et des femelles reste sensiblement le même chaque année.

On peut en conclure que, dans une population homogène, le nombre des femelles est constamment supérieur à celui des mâles; cette population comprend en moyenne 57 p. 100 de femelles et 43 p. 100 de mâles.

3. — Influence du sexe sur les caractères de croissance.

1° VALEUR DE L₁.

MOIS.	VALEUR MOYENNE DE L ₁ .		DIFFÉRENCE À L'AVANTAGE DES FEMELLES. (En centimètres.)
	MÂLES. (En centimètres.)	FEMELLES. (En centimètres.)	
Décembre 1940.....	7,89	8,27	0,38
Janvier 1941.....	7,78	8,05	0,27
Février 1941.....	7,78	8,02	0,24
Mars 1941.....	8,03	8,30	0,27
ENSEMBLE de l'hiver 1940-1941.....	7,95	8,22	0,27
Novembre 1941.....	7,60	7,78	0,18
Décembre 1941.....	7,75	8,06	0,31
Janvier 1942.....	7,56	7,56	0,00
Février 1942.....	7,62	8,34	0,09
Mars 1942.....	8,29	8,34	0,05
ENSEMBLE de l'hiver 1941-1942.....	7,71	7,82	0,11
Novembre 1942.....	5,56	5,59	0,03
Décembre 1942.....	5,48	5,48	0,00
Janvier 1943.....	5,57	5,57	0,00
Février 1943.....	6,06	6,09	0,03
Mars 1943.....	5,62	5,73	0,11
ENSEMBLE de l'hiver 1942-1943.....	5,66	5,72	0,06

Le tableau ci-dessus nous montre : 1° qu'à la fin du premier cycle de croissance, les femelles atteignent une taille supérieure à celle des mâles; 2° que la différence à l'avantage des femelles est d'autant plus forte que la valeur L₁ est plus élevée, c'est-à-dire, nous l'avons vu, que le premier cycle de croissance a été plus long. Ceci doit tenir au fait que la différenciation des sexes se faisant vraisemblablement toujours à la même

taille, au même âge, elle est suivie d'une plus longue période de croissance chez les individus à L₁ élevée, ce qui permet aux femelles de prendre un avantage d'autant plus net.

Cette différence de taille est en moyenne de 2 à 2 mm. 5 chez les sardines ayant un an révolu à la fin de leur premier cycle de croissance.

2° VALEUR DE L₂.

MOIS.	VALEUR MOYENNE DE L ₂ .		DIFFÉRENCE À L'AVANTAGE DES FEMELLES. (En centimètres.)
	MÂLES. (En centimètres.)	FEMELLES. (En centimètres.)	
Décembre 1940.....	14,79	14,90	0,11
Janvier 1941.....	14,22	14,56	0,34
Février 1941.....	15,02	15,04	0,02
Mars 1941.....	15,01	15,22	0,21
Ensemble de l'hiver 1940-1941.....	14,92	15,07	0,15
Novembre 1941.....	15,25	15,54	0,29
Décembre 1941.....	15,26	15,70	0,44
Janvier 1942.....	15,02	15,54	0,52
Février 1942.....	15,26	15,72	0,46
Mars 1942.....	15,66	16,12	0,46
Ensemble de l'hiver 1941-1942.....	15,28	15,72	0,44
Novembre 1942.....	13,38	13,48	0,10
Décembre 1942.....	13,04	13,34	0,30
Janvier 1943.....	13,17	13,17	0,00
Février 1943.....	14,16	14,42	0,26
Mars 1943.....	13,89	14,11	0,22
Ensemble de l'hiver 1942-1943.....	13,56	13,80	0,24

A la fin du second cycle de croissance, la taille des femelles reste constamment supérieure à celle des mâles. Les différences acquises au cours du premier cycle paraissent même augmenter légèrement.

Ainsi, pendant les deux premières années au moins, la taille des femelles est régulièrement et légèrement supérieure à celle des mâles et nous pouvons en conclure, par conséquent, que leur croissance est plus forte.

4. — Influence du sexe sur l'état de maturité sexuelle.

Comme l'indiquent les chiffres portés dans le tableau ci-dessous, les différences entre mâles et femelles sont faibles. Parfois légèrement en faveur des mâles, comme en janvier 1941, il peut y avoir égalité (novembre 1941, novembre 1942 et janvier 1943) mais le plus souvent, les femelles sont à un stade moyen un peu plus avancé que les mâles. Dans une population homogène dont les individus ont sensiblement le même âge, les femelles sont donc légèrement plus précoces que les mâles.

MOIS.	STADE MOYEN DE MATURITÉ SEXUELLE.	
	MÂLES.	FEMELLES.
Décembre 1940.....	II.7	II.8
Janvier 1941.....	III.1	II.9
Février 1941.....	V.5	VI.1
Mars 1941.....	V.5	V.9
Novembre 1941.....	III.9	III.9
Décembre 1941.....	IV.5	V.2
Janvier 1942.....	V.3	V.5
Février 1942.....	V.6	V.8
Mars 1942.....	V.7	V.9
Novembre 1942.....	III.6	III.6
Décembre 1942.....	V.0	V.1
Janvier 1943.....	VI.2	VI.2
Février 1943.....	VI.2	VI.3
Mars 1943.....	VI.2	VI.4

5. — Nombre de vertèbres en fonction du sexe.

Les variations de la moyenne vertébrale suivant le sexe sont désordonnées; ce sont tantôt les mâles et tantôt les femelles qui ont la moyenne la plus forte. Mais les différences sont toujours très faibles et les moyennes générales pour chacun de ces trois hivers peuvent être considérées comme identiques.

Ces résultats montrent que le sexe n'a aucune influence sur le nombre de vertèbres.

MOIS.	MOYENNE VERTÉBRALE.	
	MÂLES.	FEMELLES.
Décembre 1940.....	52,27	52,32
Janvier 1941.....	52,25	52,18
Février 1941.....	52,27	52,30
Mars 1941.....	52,28	52,31
MOYENNE générale.....	52,27 ± 0,11	52,30 ± 0,10
Novembre 1941.....	52,23	52,19
Décembre 1941.....	52,13	52,20
Janvier 1942.....	52,27	52,20
Février 1942.....	52,22	52,24
Mars 1942.....	52,22	52,20
MOYENNE générale.....	52,20 ± 0,08	52,20 ± 0,07
Novembre 1942.....	52,06	51,88
Décembre 1942.....	52,00	52,00
Janvier 1943.....	52,04	51,97
Février 1943.....	51,99	52,04
Mars 1943.....	51,92	51,94
MOYENNE générale.....	52,00 ± 0,11	51,98 ± 0,09
MOYENNE GÉNÉRALE.....	52,169 ± 0,05	52,172 ± 0,05

6. — *Conclusions du chapitre VI.*

Il ressort des résultats exposés dans les pages précédentes que :

1° Le nombre des femelles est supérieur à celui des mâles; la proportion de chaque sexe peut varier d'un mois à l'autre, cependant une population ou un groupe homogène compte en moyenne 43 p. 100 de mâles et 57 p. 100 de femelles;

2° Au moins pendant les deux premières années de leur existence, les femelles ont une croissance plus forte que les mâles et ceci se traduit par une différence de taille de 2 à 2 mm. 5 environ en faveur des femelles;

3° Au point de vue du développement sexuel, les femelles semblent être légèrement plus précoces que les mâles;

4° Mâles et femelles ont le même nombre de vertèbres.

Ces différences sexuelles sont assez faibles; elles n'ont qu'une influence très secondaire sur les variations des caractères principaux des sardines de la population sud du Golfe de Gascogne et ne peuvent modifier les conclusions que nous en avons tirées.

7. — *Résumé et conclusions de la première partie.*

L'analyse biométrique de la population sud du Golfe de Gascogne nous a permis de définir ses caractéristiques essentielles. Cette population est composée, chaque année, de sardines âgées de 1 à 2 ans, réunies en deux Groupes principaux : le Groupe 0 provenant de pontes d'été et d'automne et le Groupe 1 issu de pontes d'hiver et de printemps. Ces deux Groupes sont d'origine différente.

Chaque année, les sardines se livrent à des migrations qui vident progressivement mais entièrement la région de sa population, laquelle est remplacée par une autre plus jeune, présentant sensiblement les mêmes caractéristiques. Les variations systématiques et parfaitement concordantes des caractères principaux de ces sardines nous renseignent sur la nature et le mécanisme de ces migrations.

Dès le premier printemps (début d'avril) leur ponte terminée, les individus de 2 ans (Groupe 1) commencent à disparaître. Ils ont passé leur deuxième année tout entière dans la zone côtière, l'employant à croître activement et à poursuivre leur évolution vers la première maturité sexuelle. Leur exode est massif et définitif.

Ils sont aussitôt suivis par les individus plus jeunes du Groupe 0 d'origine différente, venus passer l'hiver dans la région. Le départ de ces derniers, moins rapide et moins massif que celui des précédents, se produit par groupes d'âge successifs. Les plus âgés disparaissent les premiers; ils sont à mesure remplacés par des sardines de plus en plus jeunes (nouveau Groupe 1), en sorte que la population est totalement renouvelée. Ce remplacement de la population se produit à une cadence accélérée pendant les mois de printemps et se poursuit sur un rythme plus ralenti jusqu'à la fin de l'automne. A cette saison, un nouveau contingent de jeunes sardines (nouveau Groupe 0) arrivant pour l'hivernage, vient grossir la population. Celle-ci atteint alors sa densité maxima et devient relativement stable jusqu'au printemps suivant à partir duquel le même cycle recommence.

En plus de ces migrations qui font disparaître pour toujours la population entière au printemps et font apparaître les individus du Groupe 0 à l'automne, une partie de la population (les individus les plus jeunes et les reproducteurs) se livrent, au début et à la fin de l'hiver, à des déplacements plus restreints qui les amènent de la côte vers le large et du large vers la côte.

Les caractéristiques générales de la population étant ainsi établies, et la réalité des migrations et leur mécanisme mis en évidence, nous étudierons, dans la deuxième partie de cet ouvrage, les phénomènes œcologiques propres à l'espèce (reproduction, différenciation raciale, migrations) et essaierons d'en saisir le déterminisme.

DEUXIÈME PARTIE.

ÉCOLOGIE DE LA SARDINE ATLANTIQUE. (REPRODUCTION,
RACES, MIGRATIONS.)

CHAPITRE PREMIER.

AIRES ET ÉPOQUES DE PONTE DE LA SARDINE ATLANTIQUE.

Jusqu'à ces dernières années, les lieux et époques de ponte de la Sardine atlantique étaient mal connus. Des recherches récentes auxquelles nous avons pu apporter notre contribution ont permis de recueillir d'assez nombreuses données sur cette question. Nous les examinerons tour à tour et les grouperons suivant les différentes régions qui s'étendent du sud au nord du littoral européen fréquenté par l'espèce.

1. — *Régions sud et ouest de la péninsule ibérique.*

L'étude des récoltes d'œufs et de larves faites par le *Thor* entre 1908 et 1910, amène FAGE (1920) à conclure qu'une aire de reproduction existe dans cette région. La ponte s'y effectue entre février et mars et peut même se prolonger dans certaines conditions jusqu'en juin.

Des recherches systématiques sur l'état sexuel de la Sardine et sur la présence d'œufs dans le plancton sur les côtes sud et ouest du Portugal ont été faites, depuis, par les savants portugais. RAMALHO (1927, 1931) note l'existence d'une aire de ponte, le long du littoral, au sud du Tage, entre la côte et une quinzaine de milles au large. Les sardines commencent à s'y reproduire à une date qui reste à préciser (janvier?) et y poursuivent leur ponte jusqu'en juin.

Selon F. DE BUEN (1927) sur les côtes espagnoles de cette région, la Sardine arrive à maturité en hiver, entre décembre et mars.

Les observations faites par ces différents auteurs concordent donc dans l'ensemble. Dans cette aire méridionale, la ponte de la Sardine présente une grande unité : elle se produit en hiver et au printemps, le long du littoral, à une faible distance du rivage.

2. — *Région cantabrique.*

La Sardine ne se reproduit que dans le secteur Est de la côte cantabrique, dans la région comprise entre Santander et la frontière.

Selon RODRIGUEZ (1908), les reproducteurs présentant un abdomen gonflé n'apparaîtraient près des côtes qu'en juillet-août et en disparaîtraient rapidement pour y revenir parfois, vides et amaigris, au début d'octobre.

Mais F. DE BUEN (1927), puis SANCHEZ (1933) se basant sur l'état de maturité sexuelle des individus se sont livrés à des observations plus précises et concordantes qui ont permis à chacun de ces auteurs de situer l'époque de ponte de la Sardine de Santander à la même saison : entre les mois de novembre et mars.

3. — Région sud du Golfe de Gascogne (entre Bidassoa et Gironde).

L'examen méthodique de l'état sexuel des sardines étudiées au cours de nos recherches nous permet de préciser la durée de la ponte ainsi que l'étendue de l'aire de reproduction de la sardine de cette région.

A. ÉPOQUE DE LA PONTE. — La ponte débute avec l'apparition des premiers individus au stade VI de maturité sexuelle, dans les derniers jours du mois de novembre. Elle passe par un maximum entre la première quinzaine de décembre et la première quinzaine de mars ; puis, vers la fin de l'hiver, la proportion de plus en plus forte d'individus au stade VII nous montre qu'elle tire à sa fin.

Lorsque les jeunes reproducteurs âgés de 2 ans en moyenne quittent la région, leur ponte est donc pratiquement terminée. Cependant, quelques retardataires n'atteignent leur parfaite maturité sexuelle qu'en avril ou même en mai ; ils égrènent leurs œufs vers le nord du secteur, sur le chemin de leur migration où on peut encore capturer quelques individus au stade VI. De même, les pêches des chalutiers nous révèlent qu'au cours du printemps certains individus de grande taille, mais toujours peu nombreux, émettent encore leurs produits sexuels à quelque distance au large.

En raison des circonstances, nous n'avons pu, comme nous aurions voulu le faire, doubler nos observations sur l'état sexuel par des pêches de plancton qui nous auraient renseignés sur la présence d'œufs dans les eaux où se déroule la ponte et auraient ainsi complété nos recherches. Nous avons cependant comblé en partie cette lacune, indirectement, par l'examen du contenu stomacal des sardines elles-mêmes et surtout des sprats (*Clupea sprattus* L.) qu'on pêche dans les mêmes parages et qui s'y reproduisent eux aussi en hiver.

Nous avons constaté que, contrairement à d'autres espèces, sardines et sprats continuent à s'alimenter activement pendant l'époque de leur reproduction et qu'ils prélèvent une certaine partie de leur nourriture sur les œufs de la Sardine elle-même.

Dans certains cas, les contenus stomacaux des individus de ces deux espèces étaient pour ainsi dire uniquement constitués par des œufs de sardine facilement déterminables

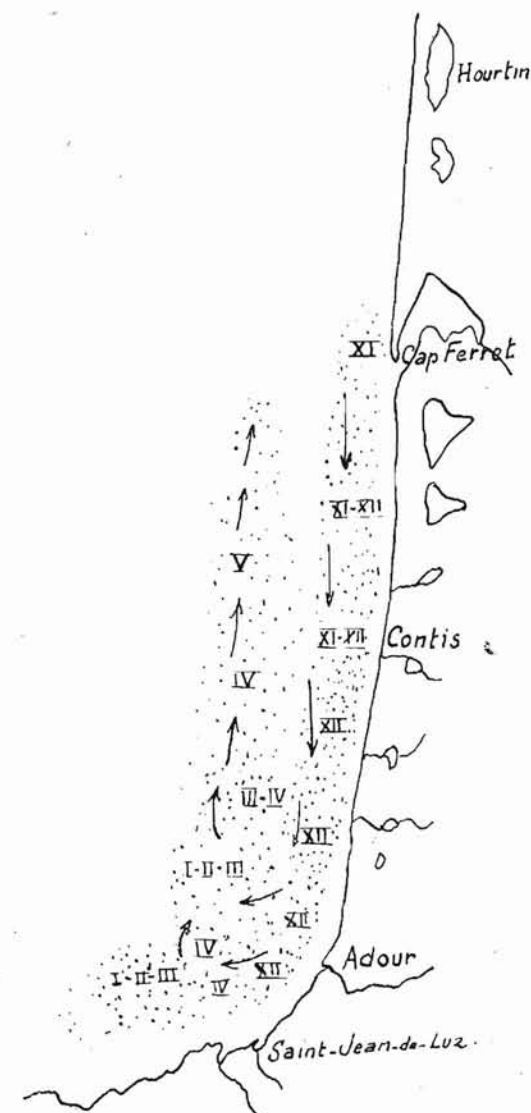


Fig. 42. — Aire de ponte de la Sardine dans le sud du Golfe de Gascogne et déplacements des reproducteurs au cours de la saison de ponte (les chiffres romains indiquent les mois).

grâce à leur coque mince irisée, à leur large espace péritellin et à leur vitellus bien segmenté contenant un petit globule d'huile. Nous en avons observé très fréquemment chaque année au cours des mois de décembre, janvier, février et mars, mois correspondant à la saison de ponte maxima de la Sardine.

Ainsi la ponte de la Sardine se trouve bien délimitée ; elle s'étend chaque année sur cinq mois environ,

de la fin de novembre à la fin d'avril. C'est une ponte d'hiver, très régulière et une telle régularité rarement observée dans d'autres secteurs s'explique surtout par l'âge des reproducteurs qui, atteignant tous en même temps leur première maturité sexuelle à la fin de leur deuxième année, ne peuvent, de ce fait, avoir une avance ou un retard bien appréciables.

B. AIRE DE PONTE. DÉPLACEMENTS DES REPRODUCTEURS PENDANT LA SAISON DE PONTE. — Autant que nos observations quotidiennes sur les déplacements de la pêcherie et l'examen de l'état sexuel des sardines permettent d'en juger, l'aire de ponte a une étendue variable; ses limites se déplacent du nord au sud et de la côte vers le large au cours de la saison.

C'est dans la partie nord du secteur, dans les parages immédiats du cap Ferret que sont généralement capturés les premiers individus parvenant au stade VI de maturité sexuelle, en fin de novembre et en décembre. Mais cette région ne servira d'aire de ponte qu'aux individus les plus précoces. En décembre, en effet, les bancs de sardines qui se rassemblent en une concentration très dense se déplacent vers le sud. Ce déplacement se poursuit tout le long de la côte et la pêcherie se cantonne entre Contis et l'estuaire de l'Adour où elle se maintiendra avec une fortune diverse pendant les mois de janvier et février. Mais, au cours de ces deux derniers mois, les bancs de sardines deviennent moins denses et, comme le montre le graphique de la figure 62 reproduisant la pêche mensuelle moyenne de seize années, les captures diminuent fortement. C'est alors que les chalutiers travaillant sur le plateau continental, entre la côte landaise et celle d'Espagne prennent, sur le fond, de petites quantités de sardines et en rencontrent assez souvent, groupées en bancs importants en surface, entre 10 et 35 milles environ au large.

Nous avons déjà noté les variations de caractères comme L₁ et L₂ et celles également significatives de l'état de maturité sexuelle des reproducteurs de l'hiver 1940-1941. Nous avons expliqué tous ces faits concordants par les déplacements de ces jeunes reproducteurs de la côte vers le large au moment de la ponte, puis du large vers la côte lorsque la ponte tire à sa fin.

Ceci apparaît nettement lorsqu'on compare le degré de développement sexuel des individus de même âge capturés dans la zone côtière d'une part et au large d'autre part, pendant ces mois d'hiver. (Fig. 43.)

STADE DE MATURITÉ SEXUELLE.	RÉPARTITION (EN 0/0) DES SARDINES CAPTURÉES EN				
	NOVEMBRE 1940 À LA CÔTE.	JANVIER 1941.		FÉVRIER 1941.	
		À LA CÔTE.	AU LARGE.	À LA CÔTE.	AU LARGE.
I	2,6	14,2	"	3,9	"
II	9,5	39,7	3,2	11,3	"
III	30,2	31,7	4,4	2,3	"
IV	54,2	3,2	14,2	3,9	4,7
V	0,9	4,8	29,6	3,1	47,3
VI	2,6	3,2	38,8	23,1	41,3
VII	"	3,2	9,8	42,2	6,7
VII-II	"	"	"	10,2	"

Les sardines de la zone côtière du mois de janvier sont beaucoup moins évoluées sexuellement que celles qui s'y trouvaient en novembre. Par contre, les sardines du large sont en majorité aux stades V et VI et ce sont bien les mêmes individus qui, se trouvant aux stades III et IV en novembre, ont gagné le large pour y terminer leur évolution sexuelle et satisfaire à la ponte. Cet éloignement vers le large est dû, selon toute probabilité, aux fortes variations des conditions hydrologiques de la zone côtière en hiver. A cette

saison, en effet, les tempêtes sont fréquentes et les fleuves côtiers, l'Adour principalement, déversent de grandes quantités d'eau trouble et froide d'une température souvent inférieure à 10°. Ces eaux froides s'épandent largement le long de la côte, obligent les reproducteurs à rechercher les eaux plus calmes et à température plus élevée du large. Dès que leur ponte est accomplie, ils regagnent la zone côtière et c'est sur eux surtout que porte alors la pêche.

L'aire de ponte se déplace donc au cours de la saison de reproduction : établie d'abord dans les parages

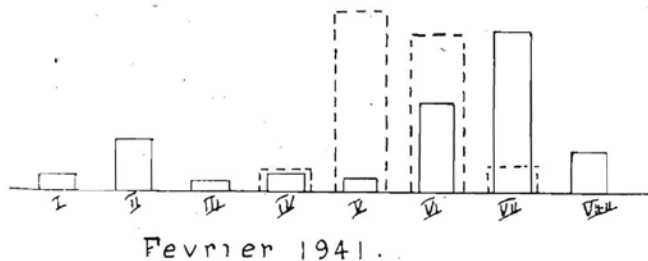
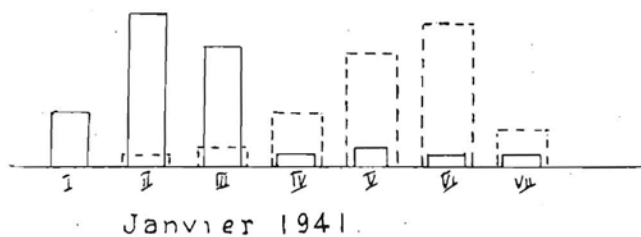
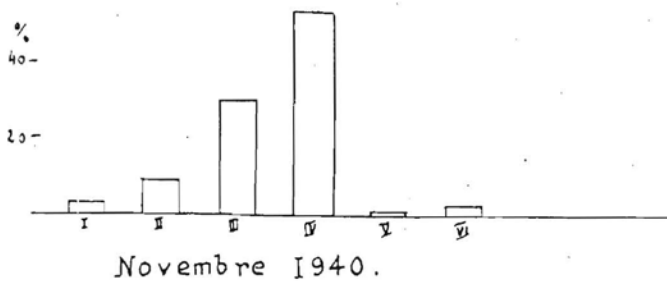


Fig. 43. — Diagramme représentant la répartition mensuelle des sardines de deux ans, suivant le stade de maturité sexuelle (trait plein : zone côtière; pointillé : au large).

Nous montrerons plus loin que les sardines d'hiver de ces régions respectives présentent entre elles de grandes similitudes et qu'elles appartiennent en réalité à une seule et même race et non pas à deux races distinctes comme on l'a admis jusqu'ici.

4. — Région moyenne du Golfe de Gascogne (entre la Gironde et la Loire).

Dans cette région, on ne possède aucune donnée laissant croire à une ponte importante. Quelques bandes de sardines âgées de plusieurs années peuvent s'y reproduire (BELLOC, 1930). Mais, ainsi que le conclut ce même auteur (1932), on ne sait rien de précis sur le lieu ni l'époque de leur ponte laquelle

d'Arcachon, elle se situe plus au sud, de part et d'autre de la fosse de Cap-Breton au début de l'hiver; puis, plus au large, entre la côte espagnole et celle des Landes au cœur de l'hiver. Enfin, au printemps, elle remonte vers Arcachon où les chalutiers capturent encore quelques retardataires au stade VI que la migration printanière entraîne vers le nord. (Fig. 42.)

Les observations faites par d'autres auteurs, antérieurement à nos recherches, concordent avec les résultats que nous venons de développer. MADER (1909) remarque que, dès janvier, les glandes sexuelles de la Sardine de roque d'Arcachon sont renflées.

Dans les récoltes de plancton faites par le Thor, FAGE (1920) trouve des larves de Sardine capturées en mai dans les parages de Saint-Sébastien et de la côte landaise.

ARNE (1927) examine 191 individus et, se référant au travail déjà cité de DE BUEN, constate que, comme pour la Sardine des côtes cantabriques voisines, c'est, entre les mois de novembre et de mars qu'on trouve le plus forte proportion de reproducteurs.

Il est fort probable qu'il n'existe aucune solution de continuité entre l'aire de ponte que nous venons de délimiter et celle où les sardines de la région cantabrique se reproduisent.

s'effectueraient en été, entre le plateau de Rochebonne et l'île d'Yeu. Notons qu'aucune récolte d'œufs ni de larves de Sardine n'a pu être faite jusqu'ici dans cette région, malgré les nombreuses recherches auxquelles se sont livrés les navires océanographiques : *Tanche* (1921, 1922, 1923, 1924, 1927, 1928), *Président-Théodore-Tissier* (1933, 1935, 1936) et divers autres chalutiers, rendant bien improbables l'existence d'une ponte importante dans cette région.

5. — Région nord du Golfe de Gascogne.

FAGE (1920) passant en revue les résultats acquis avant 1920, signale que selon POUCHET (1888-1890), la Sardine de roque, à Concarneau, présente une forte vascularisation des glandes sexuelles dès l'automne et peut arriver à maturité en mars-avril. Selon COSTE (in ODIN, 1895) la Sardine de dérive commencerait sa ponte en mai pour la terminer en juin. FAGE rapporte, en outre, une observation plus précise, inédite, de BIETRIX, lequel a récolté 33 œufs de sardine le 24 mai 1903, dans la baie de Concarneau, et il conclut que dans cette région la majorité des individus arrivent à maturité au début du printemps.

En 1933, LE GALL et PRIOL (1933) ont signalé l'existence d'une aire de ponte à 10-45 milles au large des côtes du Finistère. Ils ont trouvé dans ces parages un plancton riche en œufs de sardine et y ont capturé des adultes de plus de 4 ans se trouvant au stade VI de maturité sexuelle.

En 1937, PRIOL (1937) examinant des individus de plus de 2 ans capturés au chalut, au sud-ouest de Belle-Isle, en février, constate qu'ils laissent échapper leurs produits sexuels sous une légère pression et se trouvent donc en pleine reproduction.

Il ressort des observations de ces différents auteurs qu'une ponte importante se produit dans les eaux du saillant armoricain et peut s'étendre de la fin de l'hiver à l'été avec un maximum en mai-juin. Cette ponte est le fait principalement d'individus de 3 ans et de plus de 3 ans.

6. — Mer celtique.

A notre connaissance, aucun œuf ni larve de sardine n'a été trouvé dans cette partie nord-ouest de l'aire de distribution de l'espèce avant les récoltes de plancton que nous avons faites au cours d'une croisière de recherches à bord du *Quentin-Roosevelt* entre le 23 mars et le 9 avril 1937.

L'abondance des œufs de Sardine recueillis dans nos filets nous a montré qu'à cette époque de l'année, la Sardine effectue une ponte entre la Bretagne et l'Irlande.

Nous avons, en effet, récolté des œufs aux différents points suivants (carte de la fig. 44) :

- Station n° 9 (50° 42' N. — 10° W. Gr.);
- Station n° 112 (48° 48' N. — 8° 14' W. Gr.);
- Station n° 114 (48° 17' N. — 7° 41' W. Gr.);
- Station n° 104 (47° 52' N. — 6° 16' W. Gr.);
- Station n° 22 (49° 45' N. — 6° 19' W. Gr.);
- Station n° 23 (49° 23' N. — 5° 58' W. Gr.).

Aucune aire de ponte n'avait encore été rencontrée aussi loin de la zone côtière et nos résultats montrent que la Sardine peut se reproduire très loin du rivage, jusqu'à la limite du plateau continental. Nos prélèvements exécutés en avril ont, vraisemblablement, coïncidé avec le début de la ponte, car aussi bien en profondeur qu'en surface, nous n'avons trouvé aucune larve qui nous aurait prouvé que la ponte était déjà commencée depuis quelque temps.

Il ne nous est guère possible de dire s'il s'agit d'une même et vaste aire de reproduction car les facteurs

hydrologiques fort différents d'un point à l'autre de cet espace peuvent fractionner la ponte, étroitement soumise comme nous le montrerons, aux conditions de milieu. Mais il est vraisemblable que l'aire située au sud de l'Irlande (station n° 9) est indépendante, et que celle de la baie sous-marine de Melville (stations n° 112 et 114) et de la baie de Seine (station n° 104), malgré la distance qui les en sépare, se raccordent

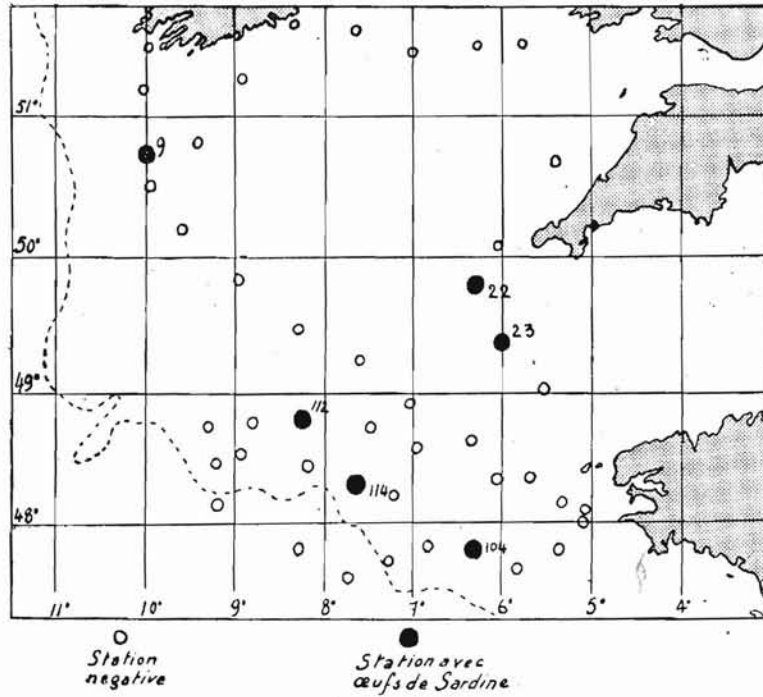


Fig. 44. — Aire de ponte de la Sardine en mer Celtique (mars-avril 1938).

à l'aire de ponte de la bordure armoricaine. Quant aux stations n° 23 et 24, elles peuvent être rattachées à l'aire de la Manche occidentale dont il sera question un peu plus loin.

Sur tous ces points du plateau continental celtique, ce sont des sardines âgées de plusieurs années qui se reproduisent au printemps et leur ponte se prolonge certainement jusqu'à l'été.

7. — Manche occidentale.

Dans la partie septentrionale de cette mer, la ponte de la grosse sardine adulte (pilchard) a été constatée depuis longtemps. Une aire de ponte est localisée à quelques milles au large de Plymouth et le long de la côte de Cornouaille. De nombreux auteurs l'ont étudiée et les travaux de CUNNINGHAM (1896), DANTAN (1905), HEFFORD (1910), WOLLASTON (1911), FAGE (1920), CLARK (1920), LEBOUR (1921) fixent la période de ponte maxima du pilchard de la baie de Plymouth entre juin et août. Les pêches systématiques de plancton faites depuis 1920 dans cette région [CLARK (1920), LEBOUR (1921), RUSSELL (1930 à 1939)] rapportent chaque année des œufs et des larves de sardine pendant toute la période comprise entre avril et décembre; les pêches les plus abondantes se localisant entre mai et août. L'étude de l'état sexuel de la Sardine de cette région confirme le résultat de ces recherches sur le plancton. HICKLING (1938) donne un graphique montrant que le poids maximum des glandes sexuelles se rencontre en avril, mai et juin et le poids minimum en août.

L'époque de ponte de la sardine de cette région est donc fort étendue; son maximum peut varier mais se situe d'une façon générale entre mai et août. Ce qui caractérise surtout la ponte dans cette partie de la Manche, c'est sa longue durée. En outre, les individus qui l'accomplissent sont tous âgés de plusieurs années.

8. — Manche orientale.

Jusqu'à une date récente, l'aire de ponte de la côte sud-ouest de l'Angleterre (Cornouaille et Devon) était la seule connue en Manche et était considérée comme le lieu de reproduction le plus septentrional de l'espèce.

En Manche orientale cependant, les alevins de sardine ont été souvent rencontrés tant au large que sur le

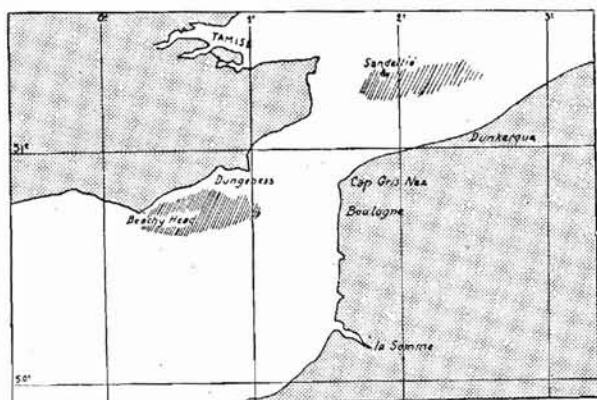


Fig. 45. — Aires de ponte de la Sardine en Manche orientale et en mer du Nord.

littoral [CLIGNY (1914), LE GALL (1928)]. Des larves et des œufs ont été récoltés par WOLLASTON (1909) et par les savants du *Thor* [FAGE (1920)] sur la côte flamande. FAGE, pour expliquer la présence de larves de sardine en des régions aussi éloignées de la Manche occidentale envisage la possibilité de leur transport par les courants qui parcourent la Manche d'ouest en est. De même LE GALL reprenant la question et analysant les travaux de HARVEY (1924), CARRUTHERS (1914) sur les courants de cette mer penche pour la même hypothèse et conclut que « jusqu'au jour où une pêche planctonique révélera la présence d'œufs de sardines dans la partie orientale de la Manche, il restera logique de n'attribuer à la Sardine de la Manche qu'une seule aire de ponte, au sud de la baie de Plymouth et à l'entrée occidentale de cette mer ».

En 1937, la récolte d'un œuf de ce clupéide dans un échantillon de plancton que nous avons prélevé en surface, le 12 novembre, par $50^{\circ} 44' N.$ et $1^{\circ} 00' E.$ Gr. nous a engagé à poursuivre plus avant nos recherches. L'année suivante, trois prélèvements effectués les 10-11 et 12 juin dans la même région nous ont permis de récolter un très grand nombre d'œufs, malgré l'exiguïté du filet utilisé et la faible durée (5 à 10 minutes) de chaque pêche.

Au même endroit et à la même époque des sardines adultes de plus de 3 ans étaient également capturées; elles se trouvaient aux stades V et VI de maturité sexuelle.

Ainsi, nous avons pu montrer (FURNESTIN, 1939) l'existence d'une aire de ponte en Manche orientale dans les parages de Beachy-Head. Elle est fréquentée par des sardines de plus de 3 ans qui se reproduisent au printemps et même, ainsi qu'en témoigne notre prélèvement de 1937, jusqu'en automne. La Sardine de la Manche orientale qui présente les mêmes caractéristiques que celles de la Manche occidentale et pond dans des eaux de température et de salinité voisines, a donc une période de ponte d'aussi longue durée.

9. — Région méridionale de la Mer du Nord.

Les recherches dont le détail a été publié par ailleurs (FURNESTIN, 1939) nous ont permis de conclure qu'il existe également une aire de ponte dans la partie méridionale de la Mer du Nord (fig. 45). L'examen d'échantillons de plancton quotidiennement prélevés au cours des années 1921, 1931, 1932, 1933,

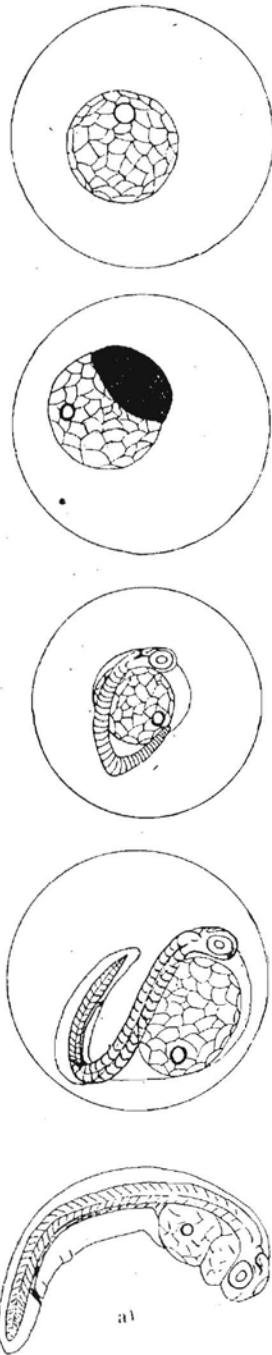


Fig. 46. — OEufs et larves de Sardines trouvés dans un échantillon de Plancton du «Sandettié» et montrant les différents stades du développement prélarvaire.

a. Larve venant d'éclore.

1934 du bord du bateau-feu mouillé à proximité du banc «Sandettié» nous a révélé la présence régulière chaque année, d'œufs et de larves de Sardine dans cette région, à partir du mois de mai et jusqu'en été (fig. 46).

En 1938, nous avons complété nos observations par l'examen de sardines capturées dans ces parages en mai et juin. Elles se trouvaient toutes aux stades V et VI de maturité sexuelle.

De plus, au cours des mois de juin et de juillet de la même année, nous avons eu l'occasion d'examiner des sardines capturées sur le bord nord-est du Dogger-Bank, dans la partie septentrionale de la mer du Nord, en un point où la Sardine n'avait encore jamais été signalée. Les glandes sexuelles de ces individus âgés de 4 à 6 ans étaient aux stades V et VI de maturité sexuelle et il est probable qu'un filet à plancton traîné dans les eaux de cette région aurait ramené des œufs ou des larves. Mais la présence de ces sardines adultes, à l'état de parfaite maturité sexuelle, en des points aussi éloignés de ceux où on est accoutumé de les rencontrer doit être jugée comme exceptionnelle. Elle montre bien que la Sardine conserve toute sa mobilité, qu'elle peut même parcourir de grandes distances pendant la période de sa reproduction.

10. — Conclusions du chapitre premier.

Cette vue d'ensemble des aires et époques de ponte nous montre que la Sardine atlantique se reproduit pendant tous les mois de l'année et que ses lieux de ponte, très nombreux, s'échelonnent sur toute l'étendue de l'aire de répartition de l'espèce.

On peut néanmoins distinguer, du point de vue de la ponte, deux régions principales bien différentes (fig. 47) :

1° Une région méridionale (Sud et Ouest ibérique) de Gibraltar aux côtes de Galice, où la ponte est très homogène et s'effectue tout le long du littoral, à quelques milles seulement de la côte pendant les mois d'hiver et de printemps ;

2° Une région septentrionale, des côtes cantabriques à l'Irlande et la mer du Nord, où la Sardine se livre à la reproduction en de multiples aires de situation diverse : depuis les eaux côtières jusqu'à 20 milles au large, pendant toute l'année, mais à des époques différentes suivant les régions.

On a en effet dans cette région-septentrionale principale :

A. La région sud du Golfe de Gascogne (de Santander à Arcachon) avec une *ponte d'hiver* se prolongeant jusqu'au début du printemps (fin de novembre à avril) ;

B. La région nord du Golfe de Gascogne à laquelle se rattache la partie méridionale de la mer Celtique, avec une *ponte de printemps* se prolongeant jusqu'à l'été (de la fin de février à juillet et peut-être août) ;

C. La région de la Manche occidentale, de la Manche orientale et du sud

de la mer du Nord, avec une ponte de longue durée, maxima de mai à août, mais englobant trois saisons complètes : *printemps, été et automne* (d'avril à novembre).

Cette succession des époques de ponte dans l'ordre des saisons, du nord au sud de cette région septen-

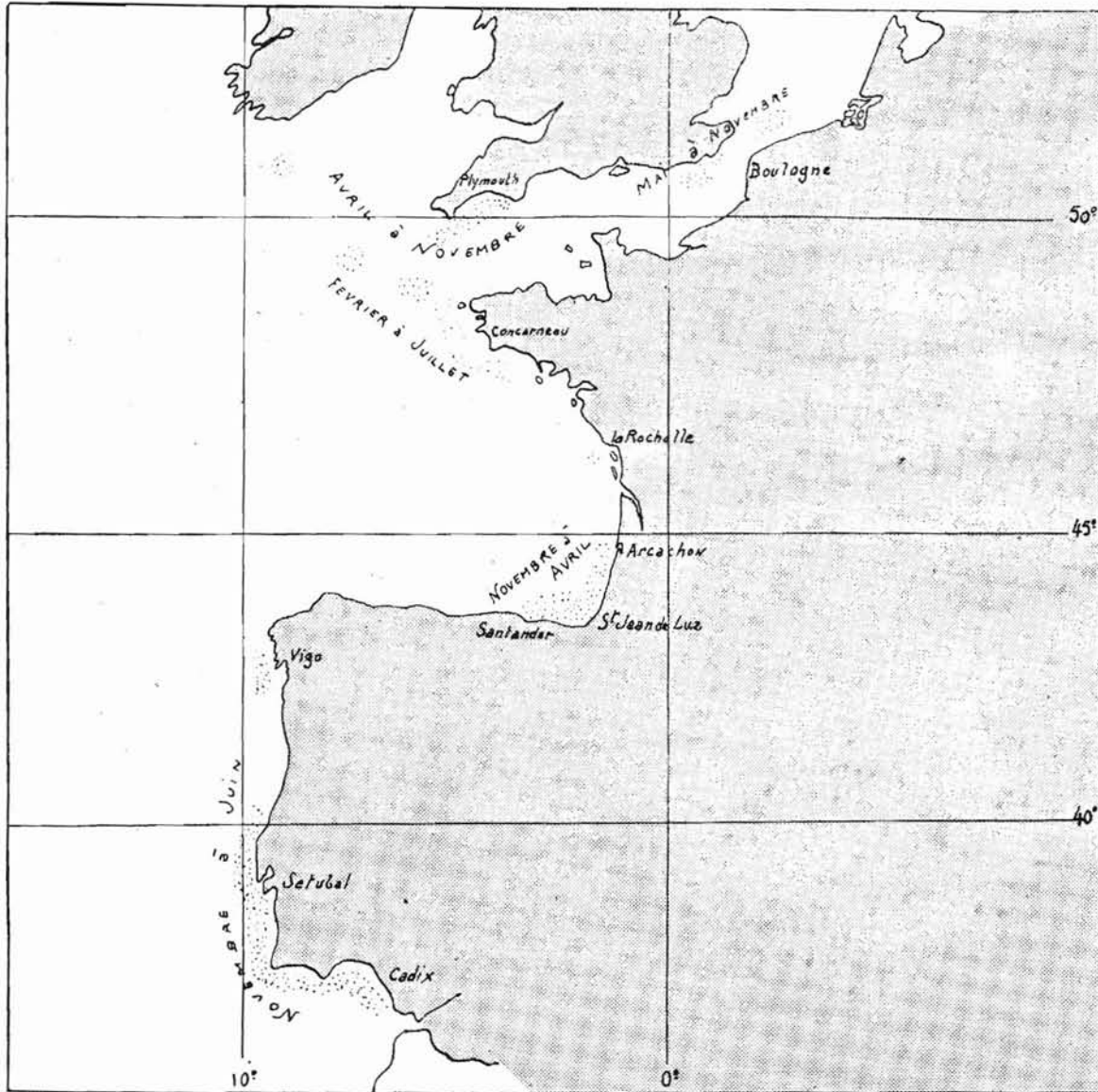


Fig. 47. — Aires et époques principales de ponte de la Sardine atlantique (côtes d'Europe).

trionale contraste avec l'homogénéité de la ponte hivernale et printanière dans la région sud et ouest ibérique. Nous en rechercherons les causes; mais nous devons signaler que de telles variations saisonnières de la reproduction, pour l'espèce considérée dans son ensemble, n'ont pas échappé aux chercheurs.

On a pu y voir la preuve de l'existence de plusieurs races particulières étroitement localisées; chacune ayant dû modifier profondément son cycle biologique annuel pour s'adapter à un milieu particulier et s'étant ainsi biologiquement et géographiquement isolée.

Nous avons vu, cependant — et nous insisterons plus loin encore sur ce fait — que la Sardine, même à l'état de complète maturité sexuelle, se déplace facilement et sur de grandes distances. Elle peut donc fuir un milieu qui ne lui convient plus pour retrouver plus loin des conditions plus favorables à sa ponte si aucune barrière géographique ou hydrologique ne s'y oppose. Et de tels déplacements ne présentent guère de difficulté pour elle, dans une région comme, par exemple, celle qui s'étend entre la côte basque et la Manche où les conditions de milieu varient d'une façon régulière et continue, du sud au nord. Cependant dans une telle région, nous enregistrons une ponte d'hiver dans le sud, une ponte de printemps dans le nord et une ponte du printemps à l'automne un peu plus au nord encore.

C'est qu'à l'influence du milieu extérieur s'ajoute certainement l'influence du milieu interne de la Sardine. Celui-ci se modifie avec l'âge et impose aux individus de véritables migrations au cours de leur existence. Nous avons fait remarquer en effet que l'âge des reproducteurs fréquentant ces différentes aires de ponte croît du sud vers le nord : sur la côte basco-landaise, plus de 95 p. 100 des reproducteurs sont de jeunes individus dans leur deuxième année; au nord du Golfe, les reproducteurs sont d'âge divers, mais on y rencontre un fort pourcentage d'individus de 3 ans; cependant qu'en Manche, en mer du Nord et en mer Celtique, l'âge moyen des individus en état de se reproduire est de 5-6 ans.

Il semble bien qu'à chaque phase de la vie adulte corresponde un habitat particulier différent du précédent et n'ayant que des rapports lointains avec les conditions générales de la reproduction.

On ne pourra donc pas se baser sur la diversité des lieux et époques de ponte des multiples populations de sardines du Golfe de Gascogne et de la Manche pour conclure qu'elles appartiennent à des races différentes. Nous montrerons d'ailleurs, dans un chapitre ultérieur, qu'aucun caractère racial ne sépare absolument ces populations qui diffèrent surtout par l'âge moyen des individus qui les composent.

CHAPITRE II.

INFLUENCE DES CONDITIONS DU MILIEU OCÉANIQUE SUR LA PONTE.

1. — *Préliminaire.*

La ponte de la Sardine atlantique s'effectue donc à des époques variables suivant la région; d'une façon générale, elle est d'autant plus tardive qu'on s'éloigne davantage vers le nord. Les causes de tels décalages doivent être recherchées dans l'influence qu'exercent sur la biologie de l'espèce les facteurs du milieu océanique dont la valeur se modifie également du sud vers le nord.

On admet généralement que la Sardine, très sensible aux variations de ces facteurs de milieu, particulièrement pendant la ponte, exige pour se reproduire une température relativement élevée et une salinité également forte (supérieure à 35 p. 1.000) ce qui explique les pontes d'été et d'automne dans les régions les plus septentrionales de son domaine.

Mais, comme nous le verrons, les valeurs de la température et de la salinité et plus spécialement cette dernière, peuvent varier fortement d'un lieu de ponte à un autre et, pour un même lieu, du début à la fin de la période de ponte. Aussi, les règles qui régissent la reproduction de l'espèce restent-elles à préciser. C'est ce que nous allons essayer de faire en nous basant sur les données hydrologiques que de nombreuses croisières de recherche ont permis d'établir pour cette région de l'Atlantique nord-est.

Nous commencerons donc par donner un aperçu de l'hydrologie du secteur européen le long duquel les différentes populations de sardines égrènent leur ponte.

2. — Aperçu sur l'hydrologie de l'Atlantique nord-est.

Sur toute l'étendue du domaine de la Sardine atlantique le régime hydrologique varie fortement d'une région à l'autre et pour une même région d'une saison à l'autre. Il est dominé par des phénomènes périodiques de grande amplitude que LE DANOIS (1921, 1922, 1934) a décrit sous le nom de « Transgression atlantique ».

Pour une année moyenne, les principaux aspects hydrologiques du sud au nord de cette région peuvent se résumer ainsi :

Au cours de l'hiver océanique (fig. 48) qui doit être considéré comme une période de stabilité pendant



Fig. 48. — Carte schématique de l'Hydrologie (température et salinité) de l'Atlantique en hiver (surface).

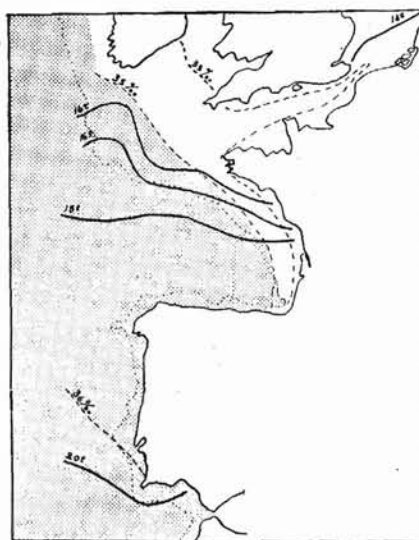


Fig. 49. — Carte schématique de l'Hydrologie (température et salinité) de l'Atlantique en été (surface).

laquelle l'équilibre normal des masses océaniques est réalisé, la baie d'Espagne est occupée par des eaux d'origine méditerranéenne d'une température de 14 à 17° et d'une salinité supérieure à 36 p. 1.000. Au nord du cap Saint-Vincent, on rencontre des eaux à plus de 35,5 p. 1.000 : les eaux atlantiques proprement dites (conf. LE DANOIS), leur température est voisine de 12°.

Le Golfe de Gascogne est occupé par des eaux d'une salinité variant entre 35 et 35,5 p. 1.000 au centre desquelles subsiste une nappe un peu plus salée qui est un reste de la transgression de l'année précédente.

De part et d'autre du Golfe, une bordure d'eaux continentales peu épaisse fortement influencée par les apports des fleuves présente une salinité variable, mais toujours inférieure à 35 p. 1.000 et une température pouvant descendre au-dessous de 10°.

Au nord du Golfe, le Plateau continental celtique est, en totalité, recouvert par les eaux continentales froides (de 8° à 10°) et de salinité variant entre 34,75 et 35,4 p. 1.000. La Manche a un caractère continental plus accusé encore, seule sa partie axiale est occupée par des eaux à 35 p. 1.000 environ de salinité.

Les phénomènes transgressifs, tels que les décrits LE DANOIS se manifestent dès le mois de janvier, au sud par la pénétration en Baie d'Espagne des eaux équatoriales à 36 p. 1.000 déterminant plus au nord

la formation d'un lobe transgressif d'eaux atlantiques d'une température de 14° qui, vers le mois de mai contourne le cap Finistère et pénètre dans le Golfe de Gascogne. Ces eaux transgressives progressant en profondeur, viennent grossir la nappe résiduelle du fond du Golfe; celle-ci se dilate (fig. 50) et remonte

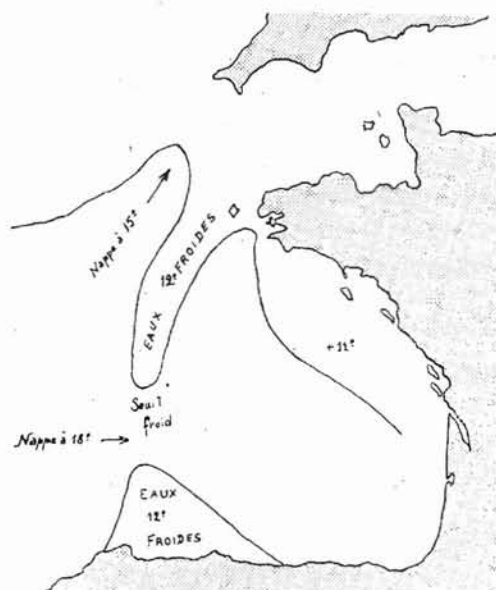


Fig. 50. — Température des «Eaux Atlantiques» à la profondeur de 50 mètres (août-septembre 1921). [D'après LE DANOIS].

peu à peu en suivant la bordure du Plateau continental jusqu'à la latitude de La Rochelle. Elle reste cependant séparée des eaux du large de même nature par un lobe froid et peu salé, véritable seuil d'eau continentale s'étendant entre le 6° et le 7° W. Gr. qui persistera jusqu'en juillet-août.

Dans la mer Celtique, les eaux atlantiques du large mordent sur le Plateau continental à la fin de l'hiver; leur pénétration se fait suivant plusieurs axes (généralement trois) entre l'Irlande et la Bretagne. Sous la pression de cette masse atlantique venue de l'ouest, au sud de l'Irlande, les eaux continentales froides sont refoulées vers le sud et forment à partir du banc Parson le seuil froid du Golfe de Gascogne, qui ne sera rompu au nord qu'au mois de septembre ou d'octobre.

La transgression pénètre alors en Manche où les eaux à 35 p. 1000 progressent vers le Pas-de-Calais et peuvent envahir certaines années, la partie méridionale de la mer du Nord. L'extension des eaux transgressives est alors maxima (fig. 49). Toute la bordure d'eau continentale, de faible épaisseur, se réchauffe rapidement *in situ* et atteint une température élevée.

La régression se manifeste vers le mois de décembre; les eaux atlantiques sont alors refoulées au delà du Plateau continental celtique. Le caractère estival des eaux du Golfe de Gascogne persiste plus longtemps et la régression totale n'y sera réalisée qu'en janvier.

3. — Conditions de température et de salinité pendant la ponte de la sardine.

Plaçons dans ce cadre général l'hydrologie particulière à chacune des aires de reproduction qui ont été décrites et recherchons quelle influence les facteurs hydrologiques principaux : température et salinité peuvent avoir sur la ponte.

1° TEMPÉRATURE. — En remontant du sud au nord, nous constatons que dans la baie d'Espagne et à l'ouest de la péninsule ibérique la ponte se produit pendant les mois où la température est la plus basse (entre 12° et $16-17^{\circ}$).

Pour les autres régions de l'Atlantique nord, les courbes des températures mensuelles moyennes de la figure 51 nous donnent une idée plus précise des variations de ce facteur au cours de la période de ponte. Nous voyons que dans le sud du Golfe de Gascogne, la ponte s'effectue également pendant la saison des basses températures (entre 10° et 15°).

Dans la région armoricaine, les sardines du nord du Golfe se reproduisent lorsque la température s'élève de 10° à 17° .

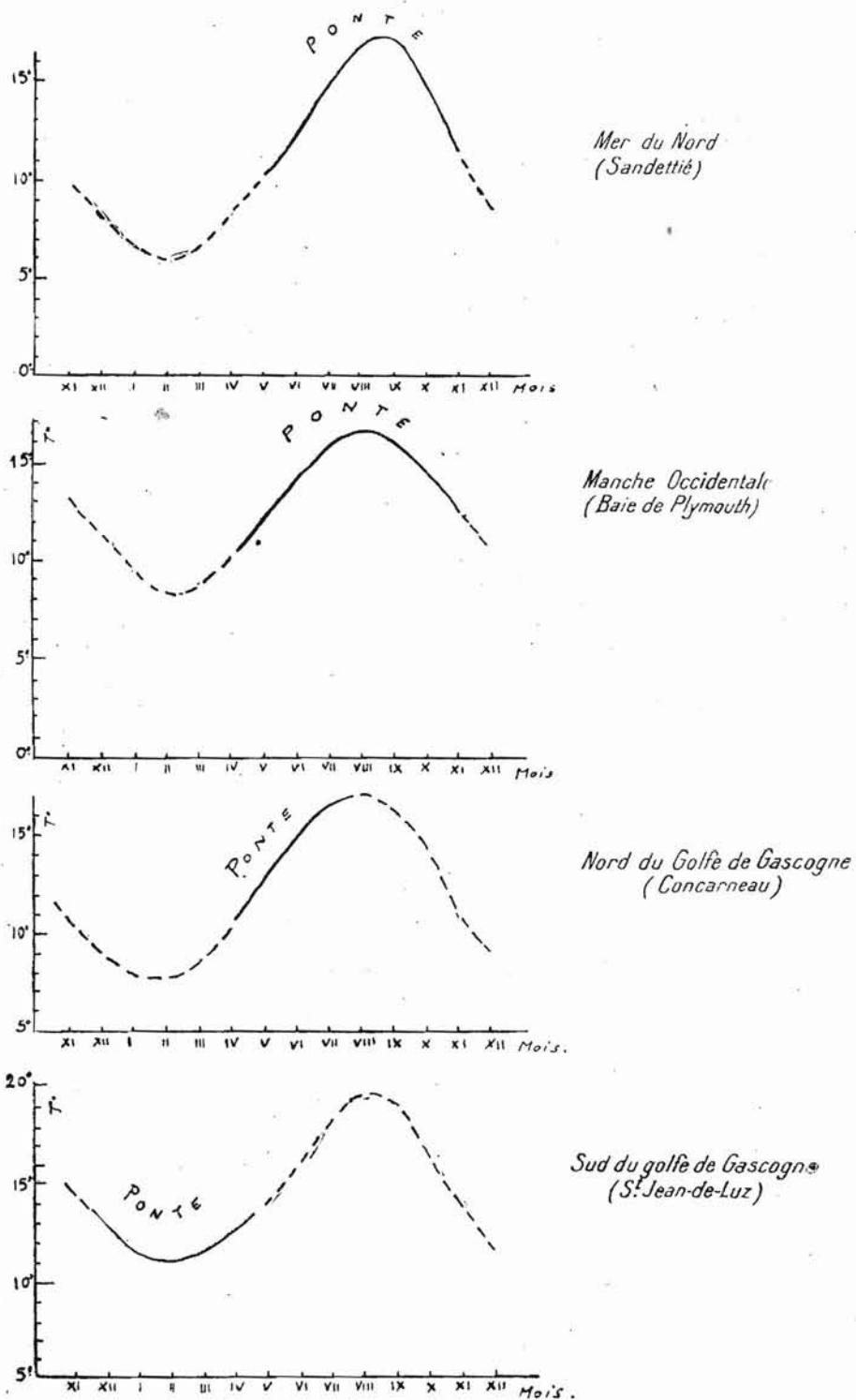


Fig. 51. — Courbes des températures mensuelles moyennes sur ou au voisinage de quatre aires de pêche de la Sardine Atlantique.

Sur le Plateau continental celtique, où nous avons contrôlé le début de la ponte entre mars et avril 1938 nous avons relevé aux différentes stations les températures suivantes :

STATION 9.	STATION 112.	STATION 114.	STATION 104.	STATION 22.	STATION 23.
10°2	10°6	11°3	10°3	9°9	9°7

En baie de Plymouth, la période de ponte qui est fort longue débute lorsque les eaux atteignent 10° et se prolonge jusqu'au moment où la température, après avoir passé par un maximum de 17° environ, s'abaisse de nouveau jusqu'à 10°.

Il en est de même sur l'ensemble des aires de ponte de la Manche orientale et de la mer du Nord.

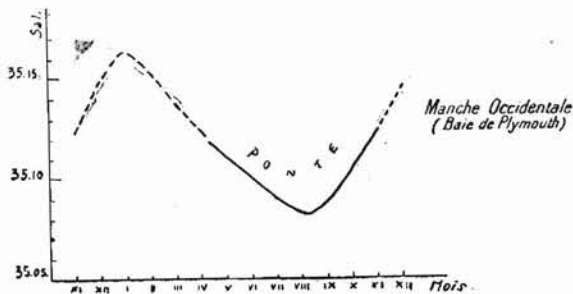
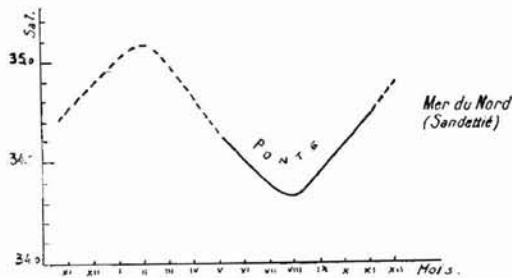


Fig. 52. — Courbe des salinités mensuelles moyennes au voisinage des aires de ponte de la mer du Nord et de la Manche occidentale.

Ainsi, partout où la température s'abaisse au-dessous de 10° en hiver, c'est lorsque, remontant, elle atteint de nouveau 10° que débute la ponte. Là où la température ne descend jamais jusqu'à 10°, c'est lorsqu'elle se rapproche le plus de ce chiffre que la ponte s'effectue. En sorte que, dans le sud, la ponte coïncide avec la période des températures minima et, dans le nord, avec la période des températures maxima.

Pour l'ensemble de ces régions géographiquement fort éloignées les unes des autres, la marge des températures admise pour la ponte s'établit donc entre 10 et 17°. Plus large que celle de 12°-15° indiquée par FAGE (1920) et de 11°-15° fixée par F. DE BUEN (1935), elle montre cependant que dans toute son aire de distribution la Sardine fait preuve d'une sténothermie stricte pendant toute sa période de reproduction.

Cette sténothermie nous fait comprendre pourquoi la ponte est très homogène dans le sud de l'Europe où ces conditions de température nécessaires ne sont réalisées, pour l'ensemble du littoral ibérique, qu'en hiver et au début du printemps. Elle nous explique

de même la diversité des lieux et époques de ponte dans le nord où ces mêmes conditions ne se retrouvent, pour chaque région, qu'à des saisons différentes : en hiver dans le sud du Golfe de Gascogne, au printemps dans le secteur armoricain, du printemps à l'automne en Manche et en mer du Nord.

2° SALINITÉ. — La Sardine des côtes ibériques pond dans des eaux de forte salinité : plus de 36 p. 1.000 dans la baie d'Espagne, de 35,6 à 36 p. 1.000 sur la côte ouest du Portugal.

Dans la région basco-landaise où les reproducteurs se déplacent du nord au sud et de la côte vers le large au cours de la période de ponte, il est difficile de préciser quelle est la salinité moyenne pendant cette période. Nettement inférieure à 35 p. 1.000 dans la zone côtière où pondent les individus les plus précoces, elle varie entre 35 et 35,5 p. 1.000 plus au large où une certaine partie de la population se réfugie au plein de l'hiver.

Dans la partie septentrionale du golfe, LE GALL et PRIOL (1933) trouvent sur les lieux de ponte du

saillant armoricain une salinité de 35,17 à 35,35 p. 1.000. En Mer Celtique, à toutes les stations où nous avons récolté des œufs de sardines, la salinité était voisine de 35,50 p. 1.000.

En Manche occidentale (fig. 52), la ponte s'effectue pendant la période de salinité minima, dans les eaux à 35,10 en moyenne.

En Manche orientale et en Mer du Nord, nous avons remarqué que pendant quatre années consécutives la ponte coïncidait avec le minimum de salinité (fig. 52); la valeur de ce facteur restant constamment inférieure à 35 p. 1.000 (extrêmes : 34,42 et 34,91).

D'une façon générale, dans l'ensemble de l'aire de distribution de l'espèce, la salinité diminue donc fortement du nord vers le sud. Si on retient les salinités des deux aires de ponte situées aux points extrêmes du littoral européen on a : plus de 36 p. 1.000 en Baie d'Espagne et seulement 34,5 p. 1.000 en Mer du Nord.

Les auteurs qui ont cherché à définir l'habitat de la Sardine admettent que, pendant la période de reproduction, cette espèce devient sténohaline : la salinité bien que pouvant varier d'une région à l'autre devant rester toujours supérieure à 35 p. 1.000.

Nous voyons cependant que, sur les différents lieux de ponte, les conditions de salinité sont loin d'être uniformes; surtout en comparaison des conditions de température.

On ne doit pas oublier non plus que la Sardine est une espèce côtière et que, même au moment de sa ponte, sa mobilité reste grande. Dans certaines aires comme celle du sud du Golfe de Gascogne que nous avons décrite, les reproducteurs se déplacent de la côte vers le large et *vice versa*, franchissant ainsi des couches d'eaux de salinité différente. Et il n'est pas exagéré de dire qu'un même individu peut émettre une partie de ses produits sexuels dans les eaux de moins de 35 p. 1.000 et terminer sa ponte à quelques milles plus au large par une salinité de 35,5 p. 1.000.

Nous concluons donc que, au moment de sa ponte, la Sardine strictement sténotherme est par contre relativement euryhaline.

4. — Influence de la transgression atlantique sur la ponte.

Les salinités élevées rencontrées sur certaines aires de reproduction ont donné à penser que la ponte de la Sardine était directement liée aux transgressions périodiques des eaux atlantiques de salinité supérieure à 35 p. 1.000. Dans leur note de 1933, LE GALL et PRIOL font ressortir que l'aire de ponte dont ils parlent est située sur un axe transgressif, de salinité supérieure à 35,10. Nous avons constaté nous-mêmes la présence d'œufs dans le plancton de la Mer Celtique dans la région des poussées transgressives. Pour LE DANOIS (1938), il semble que la période de ponte soit déterminée par l'époque à laquelle les eaux transgressives pénètrent sur l'aire de ponte. D'après les résultats que nous venons d'exposer, cette hypothèse ne peut être généralisée. En effet, sur les côtes sud et ouest ibériques, comme au sud du Golfe de Gascogne, la ponte coïncide avec la période de stabilité hivernale pendant laquelle la salinité et la température sont les plus basses de l'année. Ce ne sont donc pas les eaux transgressives qui déclenchent la ponte dans ces régions.

De même, en Manche occidentale, la ponte débute largement avant que les phénomènes transgressifs ne se manifestent et en Mer du Nord, elle est pratiquement terminée lorsque la poussée des eaux à 35 p. 1.000, toujours faible d'ailleurs, se produit. Dans ces régions, c'est au contraire lorsque les salinités sont les plus basses que l'émission des produits sexuels s'effectue.

C'est seulement au nord du Golfe de Gascogne et sur le Plateau continental celtique que la ponte coïncide avec le début de la transgression. Connaissant l'importance de la température, facteur déterminant

de la ponte, on saisit facilement l'influence exercée par ce phénomène hydrologique dans cette région entièrement occupée en hiver par des eaux continentales froides. L'arrivée des eaux transgressives chaudes, au printemps, crée aussitôt les conditions favorables (température 10°) à la ponte, laquelle sera précoce ou tardive selon que la transgression sera forte ou faible.

Ainsi, sauf dans la région celtique où elle exerce une action indirecte par le réchauffement des eaux qu'elle provoque, la transgression ne semble pas jouer un rôle déterminant dans la ponte de la Sardine atlantique.

Nous concluons donc à la fin de ce chapitre que le facteur déterminant de la ponte est la température. C'est lorsqu'elle s'établit entre 10° et 17° que la Sardine se reproduit, quels que soient le lieu et la saison.

La salinité est loin de présenter une telle importance; par contre, ainsi que nous le verrons plus loin, elle semble jouer un très grand rôle dans la différenciation des divers groupements raciaux entre lesquels se partage l'espèce.

CHAPITRE III.

ORIGINE DES SARDINES DE LA POPULATION SUD DU GOLFE DE GASCOGNE.

Les variations des caractères mesurables comme L_1 , L_2 et la moyenne vertébrale nous ont montré que la population sud du Golfe de Gascogne était constituée par des individus provenant de pontes différentes, vraisemblablement effectuées en des régions différentes. Et nous avons émis l'hypothèse que les sardines d'été et d'automne à forte moyenne vertébrale devaient avoir une origine plus septentrionale que les sardines d'hiver et de printemps à moyenne vertébrale relativement basse.

Nous avons maintenant rassemblé, au sujet des aires et époques de ponte des diverses régions atlantiques, des connaissances suffisantes pour essayer de préciser cette origine. Commençons par les sardines d'hiver et de printemps caractérisées par une valeur L_1 variant entre 5 et 9 centimètres et une moyenne vertébrale toujours moins élevée que celle des sardines d'été et d'automne caractérisées par une valeur L_1 égale à 10-15 centimètres.

1. — *Origine des sardines d'hiver et de printemps.*

Dans toute la région comprise entre la côte cantabrique et la mer du Nord, il n'existe qu'une seule ponte d'hiver : celle du sud du Golfe de Gascogne. Selon toute probabilité, les sardines d'hiver qui constituent la majeure partie de la population de cette région proviennent de cette ponte hivernale.

Nous n'avons pu l'affirmer d'emblée, car, accomplissant leur métamorphose et passant la plus grande partie de leur première année d'existence au large, on ne peut les suivre avec continuité depuis leur éclosion jusqu'à leur arrivée dans la zone côtière.

Cependant, même pendant leur première année ces sardines ne nous restent pas absolument inconnues. Au début du printemps, on les trouve sous forme de larves à quelques milles au large et après leur métamorphose, elles se livrent à des déplacements qui les amènent assez fréquemment bien qu'irrégulièrement dans la zone côtière. On peut les rencontrer groupées en petits-bancs nombreux le long de la côte des Landes où ROCHE (in MADER 1909) les a observées, mesurant 4 centimètres, en juillet, ainsi que sur la côte basque où la marée isole parfois quelques individus dans les flaques d'eau. Nous en avons capturé, mesurant 4 à 6 centimètres, dans les rochers de Biarritz en juillet-août 1941 et ARNE (1929) signale la présence d'individus de cette taille à Guéthary en octobre 1927.

Dans la région de Santander, on trouve également de jeunes individus de 5-6 centimètres près du rivage en automne (RODRIGUEZ, 1908) et FAGE (1920) rappelle que des pêches de 20 à 25.000 kilogrammes de jeunes poissons de 5 à 10 centimètres ont été faites dans les rias en janvier et février 1904.

Enfin, j'ai déjà indiqué qu'en février 1942 des bancs nombreux et très denses d'individus de 5 à 8 centimètres se tenaient à quelques centaines de mètres de la côte, entre l'estuaire de l'Adour et Ondres.

Ces observations nous permettent de jalonner les étapes de la première année de ces jeunes sardines. Écloses en hiver ou au début du printemps, sur les lieux de ponte locaux, elles franchissent leurs premiers stades de vie larvaire dans les eaux du large. Lorsque leur métamorphose est accomplie, elles mesurent de 4 à 6 centimètres et font alors des apparitions plus ou moins régulières et plus ou moins brèves dans la zone côtière, jusqu'en automne. Le premier arrêt de croissance les surprend en novembre, alors qu'elles ont une taille de 5 à 9 centimètres. En hiver, trop frêles encore pour supporter l'abaissement de la température, elles regagnent le large mais jamais à de très grandes distances puisque pendant les courtes périodes de beau temps, des bandes importantes de ces jeunes individus se laissent encercler par les « bolinches » des pêcheurs luziens à moins de deux milles de la côte. Enfin, au mois d'avril, mais surtout en mai et en juin, la température augmentant, elles arrivent en grand nombre dans les eaux côtières. Agées de 12 à 15 mois, elles viennent de commencer leur deuxième cycle de croissance. Immatures pour quelques semaines encore, elles ne tarderont pas à commencer leur évolution vers la première maturité sexuelle. Elles restent généralement dans la région, toute l'année, atteignent leur première maturité sexuelle en hiver, à l'âge de 2 ans. Elles mesurent alors 15-16 centimètres en moyenne. Puis, leur ponte accomplie, elles quittent définitivement la région sud à la fin de leur deuxième hiver.

Il apparaît donc clairement que ces sardines d'hiver sont bien originaires du sud du Golfe de Gascogne. Nées sur les aires de ponte où elles se reproduiront elles-mêmes pour la première fois, elles ont passé les deux premières années de leur vie dans la région : la première au large avec des incursions plus ou moins brèves dans la zone côtière, la deuxième dans la zone côtière avec un retour provisoire au large au moment de leur ponte.

Ajoutons que c'est sur leurs contingents que les pêcheurs locaux prélèvent chaque année plusieurs milliers de tonnes de poissons. Si on considère que ces prélèvements ne représentent qu'une proportion infime de la population, on voit combien considérable est la ponte hivernale de la région sud du Golfe de Gascogne.

2. — *Origine des sardines d'été et d'automne.*

Ces sardines ne peuvent être originaires de la partie méridionale du Golfe de Gascogne car aucune ponte digne de ce nom ne se produit dans cette région entre la fin du printemps et la fin de l'automne. Nous savons d'ailleurs que leur comportement est différent de celui des sardines indigènes : arrivant dans la zone côtière du secteur sud à l'entrée de la mauvaise saison, elles en repartent au printemps ; elles ne restent donc que six mois environ dans la région qui n'est pour elles qu'un lieu d'hivernage.

Les seules pontes importantes d'été et d'automne enregistrées dans l'Atlantique ne se produisent que dans la partie nord du Golfe de Gascogne et dans la Manche. Nos individus d'été et d'automne ne peuvent donc provenir que de ces régions septentrionales. Répétons qu'en raison de leur moyenne vertébrale élevée, nous leur avons attribué une telle origine.

Nous n'essaierons pas de savoir s'ils sont nés sur telle ou telle aire de ponte, car seule la méthode de marquage qui présente des difficultés quasi insurmontables pour les adultes et est inapplicable aux jeunes pourrait nous renseigner d'une façon précise. Mais, lorsque pour les étudier nous avons réuni ces sardines en un Groupe o assez disparate, nous avons constaté qu'elles ne sont pas issues d'une ponte homogène,

mais plutôt de pontes indépendantes quoique très rapprochées dans le temps. Comme nous savons qu'entre la partie septentrionale du Golfe et la Mer du Nord, les époques de ponte chevauchent largement les unes sur les autres, il est probable que ces sardines proviennent en proportion variable de ces différentes régions.

Nous nous bornerons à constater que, écloses de l'été à la fin de l'automne, elles ne peuvent provenir que de régions plus septentrionales que celle que nous avons plus particulièrement étudiée. Ceci est un fait acquis important qui nous permettra de saisir une partie capitale de leur biologie (migrations).

Ainsi, tous les faits successivement examinés (variations des caractères L_1 et moyenne vertébrale, situation des aires et époques de ponte) se complètent et nous amènent aux mêmes conclusions :

Les sardines d'hiver et de printemps d'une part, celles d'été et d'automne d'autre part sont d'origine différente. Les premières proviennent de l'aire de ponte située dans le sud du Golfe de Gascogne, les autres sont issues des pontes effectuées dans les régions les plus septentrionales du domaine de l'espèce.

CHAPITRE IV.

LES CARACTÈRES RACIAUX DE LA SARDINE ATLANTIQUE.

1. — *Préliminaire.*

Dans le chapitre précédent, nous avons abouti à la conclusion que laissait prévoir l'analyse de chacun des caractères retenus : les sardines de la population sud du Golfe de Gascogne sont d'origine différente.

Une telle conclusion nous amène à rechercher si ces sardines doivent être considérées comme appartenant à des races distinctes ou au contraire comme étant les formes très voisines d'une seule et même race.

Cette notion de race est difficile à préciser chez la Sardine. Comme la biologie et la morphologie de toutes les populations locales sont encore loin d'être bien connues, une certaine confusion règne dans ce domaine et nous avons dit, dans notre introduction, que les auteurs n'étaient pas d'accord sur le nombre de races non plus que sur les termes servant à les définir. Mais on tend à admettre que l'espèce se divise en un certain nombre de groupements, biologiquement et morphologiquement distincts auxquels le nom de race est généralement donné.

En ce qui concerne la population sud du Golfe de Gascogne que nous avons plus spécialement étudiée, FAGE (1920) qui a le premier appliqué la méthode biométrique à l'étude de la Sardine et a ainsi distingué trois races le long du littoral européen⁽¹⁾, l'incorpore à la race dite du Golfe de Gascogne, différente d'une race de la Manche au nord et d'une race atlantique méridionale au sud.

Plus tard, F. DE BUEN (1934), unissant cette population à celles des côtes cantabriques, la désigne sous le nom de race cantabrique, également différente d'une race du nord du Golfe de Gascogne et de la Manche, ainsi que d'une race des côtes sud et ouest ibériques. Cette division reste généralement admise, mais les limites du domaine de chacune de ces races atlantiques, toujours imprécises, varient fortement suivant les auteurs. (Fig. 53.)

Nous devrions donc avoir dans notre population bascolandaise les éléments de deux races distinctes ; les

(1) FAGE distingue également une quatrième race propre à l'archipel des Açores.

individus provenant de la ponte locale appartiendraient à la race cantabrique, les individus originaires de la partie septentrionale du Golfe, à la race du nord du Golfe et de la Manche appelée encore race celtique.

Nous avons étudié leurs caractères essentiels; parmi ceux-ci, le nombre moyen de vertèbres étant le principal, sinon le seul que les auteurs retiennent comme caractère différentiel de races, nous allons en reprendre l'analyse déjà commencée dans un chapitre précédent.



Fig. 53. — Les races de Sardines. (D'après LE DANOIS.)

2. — Caractéristiques raciales des différents groupes d'âge de la population sud du Golfe de Gascogne. Formes armoricaine et aquitanaïenne.

Nous avons déjà constaté que, dans l'ensemble, les individus issus de la ponte locale ont une moyenne vertébrale inférieure à celle des individus provenant du nord. Procédons à un examen plus détaillé de ce caractère et comparons ses différentes valeurs pour la durée de la période hivernale pendant laquelle ces sardines se rangent, suivant leur provenance, en un Groupe 0 et en un Groupe 1.

ÉPOQUES.	MOYENNE VERTÉBRALE DES SARDINES ORIGINAIRES	
	DU SUD DU GOLFE. (GROUPE 1.)	DU NORD DU GOLFE. (GROUPE 0.)
Hiver 1940-1941.....	52,30 ± 0,06	52,39 ± 0,06
Hiver 1941-1942.....	52,20 ± 0,05	52,35 ± 0,06
Hiver 1942-1943.....	51,98 ± 0,06	52,15 ± 0,16
Moyenne générale.....	52,17 ± 0,03	52,27 ± 0,04

Les sardines du Groupe 0 ont donc bien, chaque année, une moyenne vertébrale plus élevée que celle du Groupe 1 ; mais ces différences sont faibles.

On doit remarquer que dans les deux Groupes, les moyennes sont régulièrement décroissantes de 1940-1941 à 1942-1943. Nous savons que cela tient pour une part à ce que, chaque année, la composition de chaque Groupe n'est pas exactement semblable à celle du Groupe correspondant de l'année précédente. Mais, indépendamment de ce fait, il existe néanmoins, pour les individus de même âge et de même origine, des variations annuelles assez sensibles qui ont leur importance. Aussi, étant données les faibles différences

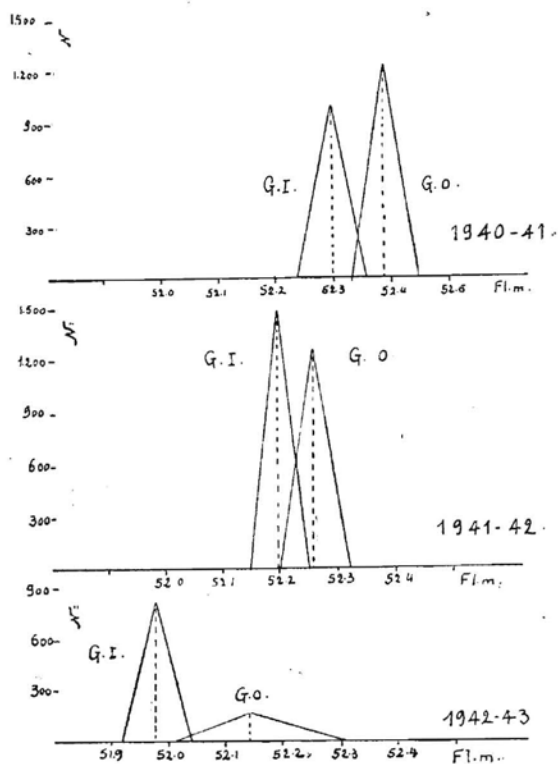


Fig. 54. — Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale des Sardines originaires du Sud du Golfe de Gascogne (Groupe 1) et des Sardines originaires du Nord du Golfe de Gascogne (Groupe 0).

ne pouvons nous baser sur elles pour concevoir l'existence de deux races distinctes au sein de notre population. D'ailleurs, si nous considérons le caractère vertébral non plus sous l'angle des seules moyennes, mais plus généralement sous celui de la répartition des individus suivant le nombre de leurs vertèbres, nous le trouvons presque identique dans les deux cas. Les résultats du tableau ci-dessous (voir p. 309) et leur expression graphique de la figure 55 nous en donnent la preuve.

Chaque année, quelle que soit leur origine, plus de 99 p. 100 des individus ont un nombre de vertèbres variant entre 51 et 54.

Le mode vertébral est toujours 52.

Les polygones de variations de même base et sensiblement de même hauteur, peuvent être confondus et montrent bien qu'aucune différence importante ne sépare, du point de vue du nombre des vertèbres, ces sardines issues de pontes différentes.

qui séparent leurs moyennes vertébrales, l'origine de ces sardines ne pourra être établie que par comparaison de nombreux échantillons des deux Groupes.

Si, en effet, on se trouve en présence d'un seul échantillon isolé et que le dénombrement des vertèbres donne une moyenne de 52,25 par exemple, il sera impossible de dire, au moyen de ce seul caractère, si on en réfère aux résultats du tableau ci-dessus, que les individus de cet échantillon sont originaires du sud ou du nord du Golfe.

Un autre caractère, il est vrai, nous viendra en aide : L_1 , qui suivant sa valeur basse ou élevée donnera de précieuses indications sur l'époque de ponte et, partant, sur l'origine que l'on recherche. Mais dépendant surtout de la période d'éclosion et pouvant être ainsi sensiblement de même valeur pour des individus d'origine différente mais éclos au même moment de l'année, L_1 ne peut être considéré comme un bon caractère différentiel de race.

Ainsi, d'une année à l'autre, les différences de moyenne vertébrale pour des individus de même origine pouvant être plus fortes que celles que nous constatons au cours d'une même année entre des sardines d'origine différente, comme le montrent les triangles de fluctuation de la figure 54, nous

NOMBRE DE VERTÈBRES.	RÉPARTITION (EN 0/0) DES INDIVIDUS SUIVANT LE NOMBRE DE VERTÈBRES.					
	HIVER 1940-41.		HIVER 1941-42.		HIVER 1942-43.	
	Groupe 1.	Groupe 0.	Groupe 1.	Groupe 0.	Groupe 1.	Groupe 0.
50	0,2	0	0,2	0,2	0	0
51	7,7	7,3	10,2	11,1	19,6	13,1
52	56,1	49,5	60,0	55,6	63,2	59,6
53	33,6	39,7	28,3	30,4	16,9	26,7
54	2,4	3,5	1,3	2,7	0,3	0,6
Nombre d'individus	996	1.244	1.482	1.299	866	161

Leur anatomie ne suffit donc pas à séparer, racialement, ces individus. Leur biologie ne les sépare pas davantage.

Nous avons vu, en effet, en étudiant leur développement sexuel, qu'il existe entre elles une parenté

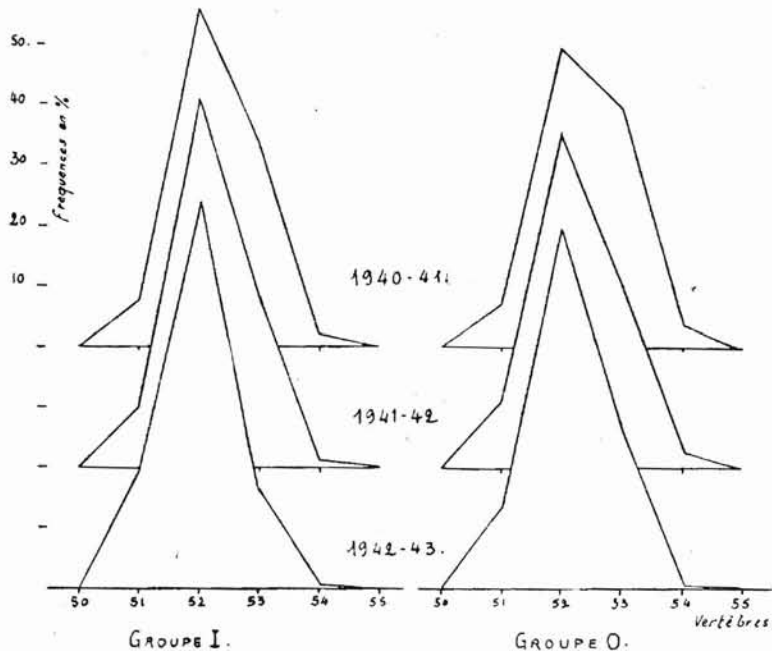


Fig. 55. — Polygones de variation du nombre de vertèbres pour les sardines du Groupe 0 et du Groupe 1.
(Hivers 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.)

étroite. Certains des individus provenant du nord (Groupe 0) participent à la ponte des individus du sud (Groupe 1). Ces derniers, si on admet avec nous qu'ils quittent le sud du Golfe pour des régions plus septentrionales, une fois leur première ponte accomplie, se reproduisent par la suite sous une latitude plus élevée, en compagnie des individus qui en sont originaires.

Ainsi, ces sardines de provenance différente, mais anatomiquement et biologiquement très voisines, ne peuvent être absolument séparées et appartiennent bien au même groupe racial.

Des faits ainsi établis se dégagent néanmoins l'existence d'une tendance très nette vers une certaine

différenciation, au moins anatomique (nombre de vertèbres) des diverses populations d'une même race. Cette différenciation à une échelle réduite est comparable à celle qui s'est produite pour les races particulières suivant lesquelles, comme nous le verrons, s'est divisée l'espèce.

Nous n'essaierons pas ici, de résoudre l'important problème que pose la différenciation des races, dont seule l'expérimentation, irréalisable dans le cas de cette espèce particulièrement fragile, pourrait donner la solution. Mais les résultats que nous avons obtenus nous permettent d'émettre une hypothèse.

Nous avons vu que, dans les différents secteurs de son domaine, la Sardine exige pour se reproduire, une température de 10 à 17°. Par contre, elle ne semble pas tenir compte dans la même mesure de la salinité, laquelle peut varier fortement d'un lieu de ponte à un autre. On peut penser que l'action de cette salinité relativement négligée par la Sardine essentiellement thermophile, n'en est pas moins réelle, qu'elle agit sur la morphogénèse et se traduit par une modification appréciable de la formule vertébrale. Et, en effet, d'une manière générale, la moyenne vertébrale de la Sardine comme celle d'autres espèces, le Merlu par exemple, varie du nord au sud, en raison inverse de la salinité.

Mais pour qu'une telle différenciation s'accroisse, un isolement géographique ou tout au moins hydrologique est nécessaire. Cet isolement ne peut être réalisé dans le Golfe de Gascogne et les mers voisines largement ouvertes, ayant toutes, au cours de l'année, bien qu'à des époques différentes, sensiblement le même régime hydrologique.

Suivant son âge et son état physiologique, la Sardine réagit à ces variations de régime et change de région, allant du nord au sud et du sud au nord au cours des différentes phases de son existence, sans qu'aucune barrière infranchissable ne se dresse devant elle.

Il y a donc antagonisme entre la différenciation qui s'ébauche et les migrations qui brassent les populations.

Toutefois, en dépit de ces mélanges, une même population de reproducteurs gardera en partie ses caractéristiques. Car, si nous prenons par exemple la population sud du Golfe de Gascogne, nous constatons qu'elle est toujours constituée par une majorité d'individus originaires de cette région. Et il est également probable que sur les autres lieux de ponte, se rassemble toujours une majorité d'individus qui y sont nés. Ainsi, la différenciation partiellement neutralisée reste cependant perceptible par l'examen d'un grand nombre d'individus. C'est pourquoi dans le cas des sardines rencontrées dans le sud du Golfe, le nombre moyen de vertèbres conserve toute sa valeur pour la détermination de leur origine.

Les variations bien coordonnées de ce caractère auxquelles s'ajoutent celles, corrélatives, de L_1 , permettent toujours lorsqu'on les rencontre ensemble de distinguer les sardines originaires du sud de celles provenant du nord.

Si on ne peut admettre qu'elles constituent des races indépendantes, elles sont suffisamment caractérisées pour qu'on les considère comme deux faciès, deux formes différentes. Empruntant nos termes à la Géologie, nous désignerons ces formes sous le nom de *forme aquitainienne* et *forme armoricaine*; les aires de ponte principales de chacune de ces formes se trouvant respectivement en bordure du Bassin Aquitain et du Massif Armoricaïn, la région de la Manche se rattachant à ce dernier.

Les sardines aquitainiennes seront donc caractérisées par une valeur de L_1 variant entre 5 et 9 centimètres et par une moyenne vertébrale toujours plus faible (mais restant égale ou supérieure à 52) que celle des sardines armoricaines dont la valeur de L_1 varie entre 10 et 14 centimètres.

Il va de soi que ces formes se trouvant mélangées en proportions variables dans le sud du Golfe de Gascogne et vraisemblablement dans toute l'aire de répartition de la race, ne doivent pas être assimilées aux deux « races » cantabrique et celtique considérées jusqu'ici comme des groupements anatomiquement et biologiquement distincts et dont nous reparlerons plus loin.

Outre les sardines du Groupe 0 et du Groupe 1 qui nous ont permis de définir ces deux formes aquitaine et armoricaine, la population du secteur sud du Golfe comprend un petit nombre (moins de 2 p. 100) de sardines plus âgées que nous avons classées respectivement dans les Groupes 2, 3 et 4.

Nous allons voir si ces individus d'un âge différent des précédents appartiennent au même type racial.

SARDINES DU GROUPE 2.		
NOMBRE DE VERTÈBRES.	NOMBRE D'INDIVIDUS.	RÉPARTITION EN P. 100.
51.....	22	10,7
52.....	111	54,1
53.....	69	33,7
54.....	2	1,0
55.....	1	0,5
TOTAL.....	205	100,0
Moyenne vertébrale.....	52.260	± 0,15

On pourrait, *a priori*, croire qu'ils sont différents car on sait qu'à la fin de leur deuxième année les sardines précédemment étudiées quittent régulièrement et définitivement la région. Or, l'étude du nombre de leurs vertèbres montre qu'il n'en est rien. Tous les individus de la zone côtière, quel que soit leur âge, appartiennent au même type racial. Et les individus du Groupe 2 (dans leur 3^e année) et des Groupes plus âgés (ces derniers en nombre négligeable) constituent bien comme nous le pensions le reliquat de la population de l'année précédente, dont quelques individus seulement restent dans la région.

Appartiennent également à la même race et à la même population, les sardines que les chalutiers capturent en petites quantités en dehors de la zone côtière en hiver. Nous avons montré qu'en cette saison une partie des immatures mesurant 10 à 12 centimètres, ainsi qu'un pourcentage important des reproducteurs plus âgés, s'écartent du rivage pour retrouver au large des conditions de température plus favorables.

SARDINES PROVENANT DES CAPTURES FAITES AU LARGE.		
NOMBRE DE VERTÈBRES.	NOMBRE D'INDIVIDUS.	RÉPARTITION EN P. 100.
50.....	2	0,2
51.....	82	11,0
52.....	411	55,2
53.....	233	31,2
54.....	18	2,4
TOTAL.....	746	100,0
Moyenne vertébrale.....	52.245	± 0,08

Leur formule vertébrale identique à celle des individus capturés au même moment et tout au long de l'année dans la zone côtière confirme bien ce point de vue.

3. — Unité raciale de la population sud du Golfe de Gascogne.

Tous les individus constituant cette population présentent donc une certaine unité anatomique et biologique. Ils appartiennent tous au même type racial et, si nous les réunissons, leur formule vertébrale nous permettra de définir, anatomiquement, ce type racial.

On trouvera en appendice (Tableau n° XII) la répartition de ces sardines suivant le nombre de vertèbres ainsi que leur moyenne vertébrale pour chaque mois et chaque année. Nous ne nous étendrons pas sur les

ENSEMBLE DE LA POPULATION SUD DU GOLFE DE GASCogne.		
NOMBRE DE VERTÈBRES.	NOMBRE D'INDIVIDUS.	RÉPARTITION EN P. 100.
49	1	0,0
50	15	0,1
51	1.545	10,5
52	8.508	57,9
53	4.338	29,6
54	277	1,9
55	3	0,0
TOTAL	14.687	100,0
Moyenne vertébrale : 52.226.		
$\sigma \pm : 0,657.$		
Fl. m. $\pm : 0,018.$		

variations mensuelles de ces caractères qui sont sensiblement les mêmes que pour le Groupe 0 et le Groupe 1 déjà examinés dans la première partie de ce travail.

Mais nous donnerons ci-dessus la répartition de la totalité de ces individus : soit 14.687 dont les vertèbres ont été dénombrées au cours de nos trois années d'observations.

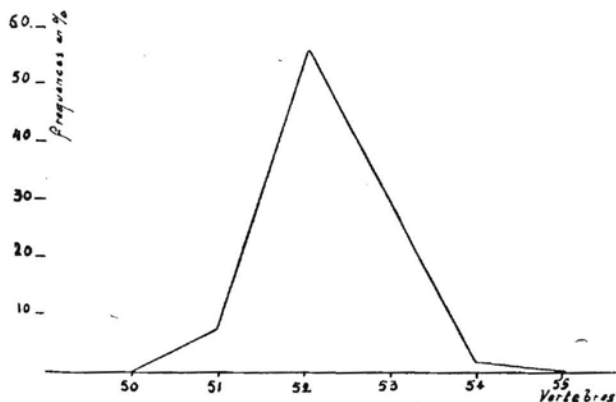


Fig. 56. — Polygone de variation du nombre de vertèbres caractéristique de la race Atlantique septentrionale.

Cette répartition permet de tracer le polygone de variation de la figure 56 et d'établir la moyenne de : 52.226 ± 0.018 .

Nous considérons ce polygone de variation et cette moyenne comme caractéristiques de la race à laquelle appartiennent les individus de cette population.

De telles caractéristiques peuvent être considérées comme stables. Nous avons pu les contrôler et nous assurer ainsi que, chaque année, la moyenne vertébrale et la répartition des individus suivant le nombre des vertèbres restent sensiblement les mêmes. En effet, à partir d'un matériel recueilli pendant douze années consécutives ⁽¹⁾, nous avons

pu établir la formule vertébrale des populations annuelles qui se sont succédées dans la région de Saint-Jean-de-Luz, entre 1928 et 1939.

(1) Nous prions ANNE, chef du Laboratoire de l'Office des Pêches maritimes à Biarritz, qui a prélevé ce matériel et a bien voulu le mettre à notre disposition de trouver ici l'expression de nos vifs remerciements.

Nos résultats figurent dans le tableau ci-dessous :

ANNÉES.	FRÉQUENCES.					NOMBRE D'INDIVIDUS.	MOYENNE VERTÉBRALE.	Fl. m. \pm .	INDICE DE VARIABILITÉ \pm .
	50	51	52	53	54				
1928.....	—	17	63	26	2	108	52,12	0,22	0,67
1929.....	1	38	110	42	2	183	52,08	0,16	0,66
1930.....	—	8	37	24	—	69	52,23	0,26	0,64
1931.....	—	20	36	24	—	80	52,05	0,28	0,74
1932.....	—	—	6	3	—	9	52,33	—	—
1933.....	—	22	132	47	2	203	52,14	0,14	0,60
1934.....	—	6	11	6	1	24	52,08	—	—
1935.....	—	21	130	49	1	201	52,14	0,14	0,58
1936.....	—	11	90	59	3	163	52,33	0,16	0,62
1937.....	—	12	46	23	3	84	52,20	0,27	0,72
1938.....	—	10	80	30	10	130	52,30	0,21	0,72
1939.....	1	23	102	75	10	211	52,33	0,18	0,81
TOTAL.....	2	178	843	408	34	1.465	52,20	0,05	0,67

Si le nombre d'individus de chaque lot annuel est un peu faible, notamment pour les années 1932 et 1934, nous en tirons quand même d'utiles renseignements sur la valeur de ce caractère et sur sa constance pendant de longues années.

Bien qu'elle se renouvelle chaque année, la population sud du Golfe de Gascogne présente toujours les mêmes caractéristiques vertébrales : les fréquences, du même ordre qu'en 1940-1943, et la moyenne supérieure à 52,00, avec une valeur générale pour 12 années et 1.465 individus de $52,20 \pm 0,05$ montrent la permanence du même type racial.

4. — Étude comparée des caractéristiques raciales des différentes populations atlantiques.

Cette notion d'unité raciale, démontrée pour les sardines de la partie méridionale du Golfe de Gascogne ne doit pas être limitée à cette région. Nous avons, en effet, constaté l'importance des migrations qui entraînent les sardines du sud vers le nord et du nord vers le sud. Ces échanges constants devraient à eux seuls conduire à l'uniformisation morphologique et biologique de toutes les populations des régions situées au nord de notre secteur. Leur étude nous montre qu'il en est bien ainsi. Depuis les travaux de FACE (1920), complétés par les recherches ultérieures de BELLOC (1930, 1932), de LE GALL (1930, 1933), de DESBROSSES (1933), de PRIOL (1933, 1937), nous connaissons les caractéristiques vertébrales des populations septentrionales du Golfe et de la Manche.

A la race de la Manche, primitivement définie par FACE avec une moyenne vertébrale de 52,25, ont été successivement intégrées les populations des côtes bretonnes, vendéennes et rochelaises. A cet ensemble, caractérisé par une moyenne vertébrale pouvant varier entre 52,00 et 52,25 a été donné le nom de « race ou population celte » (LE GALL, 1936).

La population de la Mer du Nord que nous avons étudiée en 1938 appartient, par sa moyenne de 52,11 à ce même groupement.

Nous savions par l'analyse des caractères principaux des sardines du sud du Golfe qu'une partie importante d'entre elles, les sardines armoricaines, provenaient des régions situées plus au nord.

Nous devons logiquement conclure que toutes les populations du littoral français appartenait à une même race. Les moyennes très semblables (52,00 à 52,50) de toutes ces populations confirment bien cette hypothèse. Nous pouvons dire que l'aire s'étendant du sud du Golfe de Gascogne à l'Irlande et à la Mer du Nord est le domaine d'une race unique.

Le type particulièrement caractéristique de cette race peut être représenté par notre population du littoral sud-ouest (de la Bidassoa à la Gironde) qu'on a cependant toujours voulu considérer jusqu'ici comme racialement différente des populations nord du Golfe et de la Manche.

Le nom de race celte nous paraissant trop restreint pour définir un groupement dont les représentants se rencontrent dans les parages de Saint-Jean-de-Luz ou sur le Dogger-Bank aussi bien qu'en mer celtique, il nous semble préférable de désigner cette race d'un terme plus général et nous l'appellerons *Race Atlantique septentrionale*.

Cette race atlantique septentrionale se limite-t-elle à la côte française du Golfe de Gascogne? Cela paraît fort improbable car, aux confins de son aire de distribution un type racial se trouve généralement altéré par l'apport d'éléments étrangers. Or, l'homogénéité raciale de la population de Saint-Jean-de-Luz est telle qu'on est tenté de lui assigner des limites plus reculées vers l'ouest, le long du littoral cantabrique. Ceci est d'autant plus vraisemblable que les conditions de milieu régnant sur cette côte sont identiques à celles qui règlent les déplacements de la Sardine des côtes françaises voisines.

Cependant, F. DE BUEN (1937) admet que toute la côte espagnole du Golfe, celle de notre secteur y comprise, est habitée par une race particulière qu'il appelle la « race cantabrique » qu'il caractérise en se basant uniquement sur la moyenne vertébrale, laquelle serait supérieure à 51,50 et inférieure à 52,00.

Dès à présent, nous pouvons dire que la population de Saint-Jean-de-Luz et de la côte des Landes avec sa moyenne toujours voisine ou nettement supérieure à 52,00 n'appartient certainement pas à cette race ainsi définie par DE BUEN.

Il nous reste à voir si l'existence même de cette race cantabrique est bien réelle. Pour cela, nous allons reprendre les données utilisées par cet auteur en les soumettant à une analyse plus serrée ⁽¹⁾.

Nous nous apercevons tout d'abord que la moyenne vertébrale des sardines cantabriques varie d'une

SARDINES DE SAINT-SÉBASTIEN, GIJON ET SANTANDER. (ANNÉE 1933.)			SARDINES DE GIJON. (ANNÉE 1934.)		
Nombre de vertèbres.	Nombre d'individus.	Répartition en o/o.	Nombre de vertèbres.	Nombre d'individus.	Répartition en o/o.
47	1	0,3	—	—	—
48	—	—	—	—	—
49	1	0,3	—	—	—
50	4	1,3	50	7	3,6
51	98	31,4	51	95	48,2
52	148	47,5	52	91	46,2
53	51	16,3	53	4	2,0
54	9	2,9			
TOTAL	312	100,0	TOTAL	197	100,0
Mode vertébral : 52. Moyenne vertébrale : 51,856. Flm : + ou — 0,15.			Mode vertébral : 51. Moyenne vertébrale : 51,467. Flm : + ou — 0,14.		

(1) Rapports et procès-verbaux. Vol. X 1937. Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Méditerranée.

année à l'autre dans des proportions assez considérables. C'est ce que nous montre le tableau que nous avons dressé en nous basant sur les chiffres fournis par DE BUEN.

Il nous suffit de reprendre ces chiffres sous forme de graphiques (fig. 57) pour rendre plus évidentes encore les dissemblances raciales des populations de deux années successives. Lorsque des populations appartiennent à une même race, nous avons vu que les polygones de variation qui les représentent sont de forme identique, s'emboîtent les uns dans les autres. Il n'en est rien dans le cas présent, leurs polygones de variation, de même que leurs moyennes vertébrales séparent nettement ces deux populations annuelles.

L'existence d'une race homogène, indépendante, peuplant le littoral cantabrique ne semble pas pouvoir être retenue. On peut se demander plutôt si de telles différences anatomiques ne sont pas précisément dues à un mélange de deux races distinctes, pouvant prédominer tour à tour. Pour vérifier cette hypothèse, comparons d'une part les sardines cantabriques de l'année 1933, à forte moyenne vertébrale, aux sardines de Saint-Jean-de-Luz de la même année, qui avec une moyenne de $52,14 \pm 0,14$ sont bien représentatives de la race atlantique septentrionale telle que nous l'avons définie. Comparons d'autre part les sardines cantabriques de l'année 1934 avec celles de la même année capturées au Ferrol (Galicie) et appartenant avec leur moyenne de $51,30 \pm 0,17$ à la race atlantique méridionale qui, nous le verrons est également bien individualisée.

Les fluctuations de la moyenne vertébrale de ces sardines de différentes provenances sont les suivantes:

Année 1933	St-Jean-de-Luz : de 52,00 à 52,28
—	Côte cantabrique : de 51,71 à 52,01
Année 1934	Côte cantabrique : de 51,32 à 51,60
—	Le Ferrol : de 51,13 à 51,47

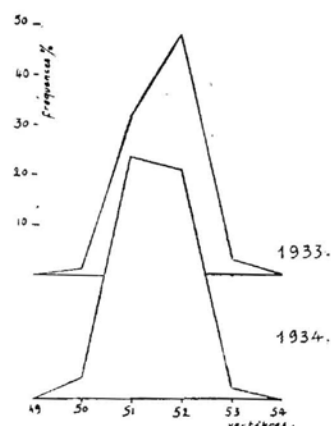


Fig. 57. — Polygones de variations du nombre de vertèbres des populations cantabriques de deux années successives.

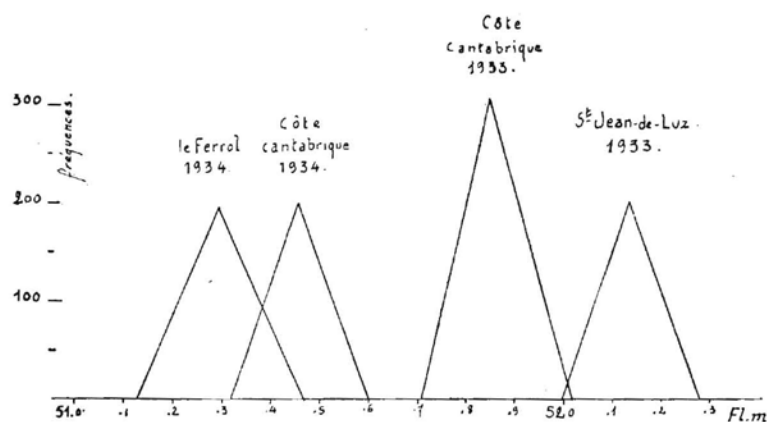


Fig. 58. — Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale des sardines cantabriques et de celles des côtes voisines.

Graphiquement représentées sous forme de triangles de fluctuations de la moyenne ces données nous montrent (fig. 58) :

1° Que les sardines cantabriques de 1933 sont racialement très voisines de celles de Saint-Jean-de-Luz de la même année; leurs triangles de fluctuations de la moyenne empiètent légèrement l'un sur l'autre;

2° Que les sardines cantabriques de l'année 1934 se différencient moins encore de celles du Ferrol; leurs triangles de fluctuations de la moyenne empiètent largement l'un sur l'autre;

3° Que, par contre, compte tenu des variations indépendantes de l'origine, ces sardines cantabriques de deux années successives présentent entre elles des différences beaucoup plus grandes qu'avec les races voisines bien caractéristiques. Leurs triangles de fluctuations de la moyenne sont nettement séparés.

Devant de semblables faits, on ne peut guère considérer les sardines cantabriques comme constituant une race indépendante. Il semble bien qu'on ait affaire à deux races distinctes; la race atlantique septentrionale et la race atlantique méridionale dont l'importance respective, dans cette région intermédiaire, doit varier avec le lieu, la saison et l'année.

Nous trouvons des faits confirmant cette hypothèse dans un travail de SANCHEZ (1933). Cet auteur ayant étudié les sardines de Santander entre les mois de mars et de septembre 1933 remarque que leur moyenne vertébrale voisine ou supérieure à 52.00 entre mars et juillet est nettement inférieure à ce chiffre entre juillet et septembre. Le passage brusque d'une moyenne à une autre s'accompagne d'une variation aussi brusque de la taille moyenne de la population, qui de 13-14 centimètres aux mois de mars à juin passe sans transition à 16-17 centimètres aux mois de juillet à septembre. Or, une telle différence de taille ne peut être entièrement imputée à la croissance et ceci corrobore donc nos conclusions et nous laisse de plus entrevoir le mécanisme de telles variations. Il s'agit sans aucun doute d'une succession de populations distinctes : celle de la race méridionale remplaçant celle de la race septentrionale au cours de l'été, comme nos sardines aquitaniennes remplacent les sardines armoricaines au printemps dans le secteur sud de la côte française voisine.

Il est d'ailleurs possible dans certains cas de saisir la population cantabrique au moment où elle n'est constituée que par les individus d'une seule race. Nos observations personnelles sur du matériel provenant de Saint-Vincent-de-la-Barquera (sardines de 16 à 19 centim.) nous le prouvent. Leur répartition suivant le nombre de vertèbres et leur moyenne vertébrale nettement inférieure à 51,50 figurant dans le tableau ci-dessous sont bien caractéristiques ainsi que nous le verrons de la seule race atlantique méridionale.

SARDINES DE SAINT-VINCENT-DE-LA-BARQUERA.					
Nombre de vertèbres.....	50	51	52	53	TOTAL.
Nombre d'individus	10	24	20	2	56
Répartition en o/o	17,9	42,8	35,7	3,6	100 %.
Moyenne vertébrale : 51,250 ± 0,35.					

L'ensemble de ces observations nous amène donc à conclure que la notion d'une race cantabrique ne saurait être retenue. La côte cantabrique constitue bien une région frontière où les deux races atlantiques se rencontrent et se trouvent plus ou moins mélangées suivant la saison et l'année, selon un mécanisme qui, nous le verrons, dépend essentiellement des conditions hydrologiques régnant dans cette région.

Il nous reste à examiner le cas des populations atlantiques méridionales que nous avons jusqu'à présent considérées implicitement sans les analyser comme constituant une race distincte.

En 1920, FAGÉ a réuni sous le nom de race atlantique méridionale les populations de la baie d'Espagne et du littoral ouest ibérique jusqu'aux côtes de la Galice en les caractérisant anatomiquement par une moyenne vertébrale de $51,31 \pm 0,17$.

Les travaux plus récents de DE BUEN (1932, 1935) et surtout de RAMALHO et BOTO (1932) ont confirmé l'existence de cette race indépendante s'étendant de Gibraltar à la Galice; les différentes populations qui lui appartiennent ont toutes une moyenne vertébrale basse, variant entre 51,0 et 51,50.

Ces populations présentent donc du point de vue du nombre de vertèbres une certaine unité, comparable à celle que nous avons relevée pour les populations de la race atlantique septentrionale. La répar-

tition ci-contre obtenue à l'aide des chiffres publiés par FAGE (1920) pour les sardines de Cadix et de Setubal et par DE BUEN (1937) pour celles de Vigo et du Ferrol, peut être considérée comme la répartition moyenne de l'ensemble de ces populations méridionales. Leur race sera ainsi représentée graphiquement par le polygone de variations de la figure 59, de même forme, mais s'inscrivant suivant des valeurs différentes de celui du type atlantique septentrional.

RACE ATLANTIQUE MÉRIDIONALE.	
NOMBRE DE VERTÈBRES.	FRÉQUENCES EN P. 100.
49.....	0,6
50.....	9,8
51.....	55,8
52.....	31,8
53.....	1,9
54.....	0,1
Nombre d'individus.....	858

Cette unité d'ensemble n'exclue pas des différences locales. RAMALHO et BOTO qui ont étudié plusieurs milliers d'individus provenant des côtes portugaises remarquent que la moyenne vertébrale, non seulement

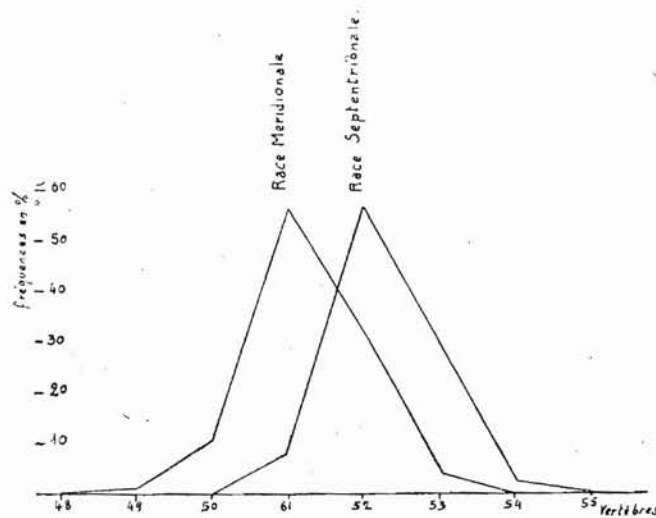


Fig. 59. — Polygones de variation du nombre de vertèbres des deux races Atlantiques.

s'abaisse du Nord au Sud, mais encore varie dans une même région suivant les années et suivant les classes d'âge. Ces auteurs entrevoient l'explication de telles variations dans les déplacements des bancs de sardines qui mélangeraient plus ou moins les populations.

Ces faits sont en accord avec ceux que l'analyse des sardines du Golfe de Gascogne nous a permis de dégager. Ils nous autorisent à penser qu'il existe, au sein de la race atlantique méridionale, des formes analogues à celles que nous avons distinguées dans le Golfe de Gascogne. Ils nous indiquent de même que les différentes populations ibériques sont soumises à des migrations périodiques de nature semblable à celles qui brassent les populations des côtes septentrionales.

5. — Race atlantique septentrionale et race atlantique méridionale.

Si nous comparons les formules vertébrales des sardines de ces deux races, nous trouvons donc des différences importantes :

	SARDINES SEPTENTRIONALES.	SARDINES MÉRIDIIONALES.
Nombre le plus courant de vertèbres.....	de 51 à 54	de 49 à 53
Mode vertébral. toujours.....	52	51
Moyenne vertébrale variant entre.....	52,00 à 52,50	51,00 à 51,50

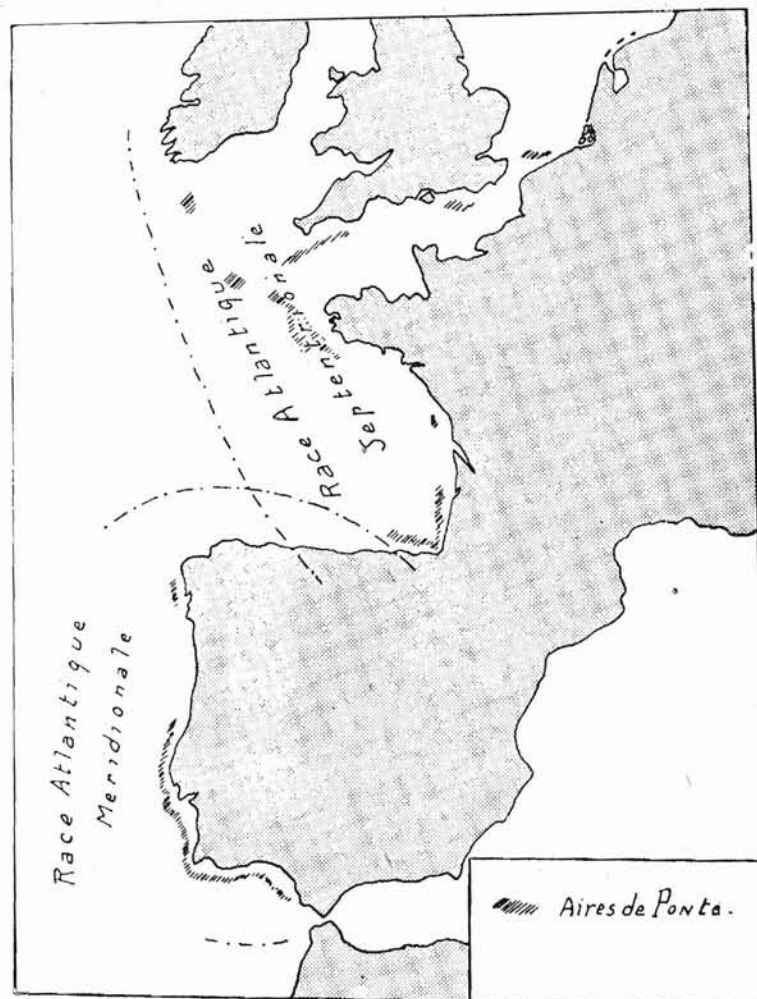


Fig. 60. — Aires de distribution des deux races Atlantiques.

Ces différences peuvent se résumer ainsi : les sardines de la race atlantique septentrionale ont en moyenne *une vertèbre de plus* que les sardines de la race atlantique méridionale.

Connaissant leur formule vertébrale respective, on pourra toujours lorsqu'on se trouvera en présence d'un échantillon quelconque de sardines savoir si on a affaire à des individus provenant du sud ou du nord du littoral européen.

Le caractère vertébral à lui seul suffit donc à différencier d'une façon indiscutable ces deux groupements qui, anatomiquement et géographiquement aussi distincts peuvent être considérés comme constituant bien deux races nettement définies.

Nous dirons ainsi que la Sardine atlantique des côtes européennes se divise en deux grands groupes raciaux — et seulement en deux groupes :

L'un comprenant toutes les populations de la Baie d'Espagne à la côte cantabrique et qui constitue la race atlantique méridionale;

L'autre, réunissant toutes les populations de la côte cantabrique à l'Irlande et à la Mer du Nord et qui constitue la race atlantique septentrionale (Fig. 60).

Chacune de ces deux races comprend des formes différentes et nous avons vu comment les sardines du type septentrional de la région basco-landaise peuvent être divisées en deux formes : armoricaine et aquitainienne qui restent cependant unies par des liens d'étroite parenté.

6. — *Déterminisme œcologique de la différenciation des deux races atlantiques.*

Nous nous trouvons donc en présence de deux races nettement distinctes et la question se pose maintenant de rechercher la raison d'être d'une telle différenciation. Nous savons ce qui empêche la différenciation de races dans l'aire qui s'étend entre la côte cantabrique et la mer du Nord. Les conditions d'habitat y sont telles qu'aucun isolement permettant aux différences qui s'ébauchent de s'accuser plus nettement n'est possible. En effet, les fluctuations constantes du milieu physique déterminent des mouvements de populations, des migrations qui, dans leur ensemble, réalisent un brassage saisonnier des bancs de sardines de provenances diverses, auquel aucun obstacle géographique ou climatérique ne s'oppose. Il faut donc qu'entre les deux groupements méridional et septentrional existe une barrière qui les isole. Cette barrière n'est pas géographique, aucun relief sous-marin ne séparant le domaine de ces deux races. L'obstacle doit être d'une autre nature et les travaux de LE DANOIS (loc. cit.) sur l'hydrologie de l'Atlantique nous montrent où se trouve la solution de ce problème œcologique. En effet, LE DANOIS a défini l'existence d'un lobe d'eaux continentales froides qui, du Plateau celtique à la côte asturienne barre le golfe de Gascogne pendant une bonne partie de l'année (fig. 50). Nous avons déjà donné les traits principaux du régime atlantique dans cette région et montré le rôle que joue cette barre d'eaux froides dans l'hydrologie du Golfe de Gascogne.

Du point de vue qui nous intéresse, cette barrière sépare deux milieux biologiques différents. Les deux races ont dû s'adapter aux conditions physiques dissemblables qui règnent de part et d'autre du seuil froid asturien.

Dans le domaine de la race méridionale, le régime est relativement égal pendant toute l'année. La température, au cours des mois les plus froids, reste élevée (de 14° à 16-17° suivant la latitude); seule l'étroite bande des eaux côtières au nord de l'estuaire du Tage fait exception, mais leur température reste encore supérieure à 11-12°.

Toute cette région est caractérisée par de fortes salinités, variant entre 35,5 et 36 p. 1.000.

L'aire de répartition de la Sardine septentrionale est soumise à un régime beaucoup plus marqué; nettement continental en hiver, avec des températures inférieures ou voisines de 10° et des salinités qui, sur les lieux de ponte varient entre 34,5 et 35,5 p. 1.000.

En été, les différences sont moindres (fig. 48 et 49), mais subsistent néanmoins.

On voit que la température et la salinité moyennes de l'habitat de la race méridionale sont plus élevées

que celles de l'habitat de la race septentrionale; c'est seulement à la limite des deux domaines que ces facteurs ont une valeur à peu près semblable.

Ceci suffit à mettre en relief les différences de milieu auxquelles chacune de ces deux races a dû adapter sa biologie. Et nous pourrions mesurer l'importance de la différenciation biologique que ces races ont subie en considérant les réactions de chacune d'elles devant des facteurs de milieu à peu près identiques. C'est ainsi qu'une température de 10-11° qui règne normalement dans cette région pendant l'hiver sera tolérée par une population septentrionale et provoquera chez elle une concentration des individus tandis qu'elle déterminera, dans une population méridionale, un mouvement de fuite. Et cela nous montre qu'un facteur de milieu, la température par exemple, ne peut être pris dans un sens absolu pour caractériser un milieu biologique.

Si les différences de température interviennent dans la biologie des sardines elles-mêmes, les conditions de salinité interviennent d'une façon plus décisive encore, selon toute probabilité, sur le processus de la morphogénèse embryonnaire. On tend, en effet, de plus en plus à admettre que le nombre de vertèbres d'une population est déterminé par la salinité du milieu dans lequel la ponte s'effectue. La différence de

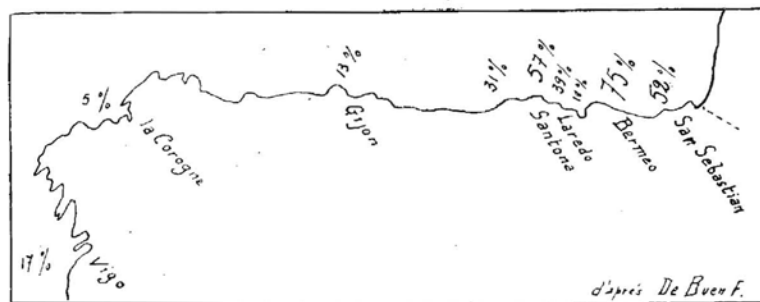


Fig. 61. — Importance des captures de décembre à mars (hiver) dans la pêche de l'année 1928 sur la côte cantabrique (D'après F. DE BUEN).

salinité qui peut atteindre 1 à 2,5 p. 1.000 entre les lieux de ponte des deux races respectives, est suffisamment prononcée pour qu'on puisse la considérer comme source essentielle de la différenciation anatomique (nombre de vertèbres) des races en question.

Nous avons donc deux milieux très différents qui ont entraîné la formation de deux races différentes ayant chacune ses propres caractères adaptatifs. La meilleure démonstration nous en est donnée par la distribution des deux races au moment où les conditions hydrologiques de leur habitat commun (côte cantabrique) sont tout à fait uniformes.

Comme nous allons le voir, les individus réagiront au même milieu physique d'une façon propre à chaque type racial.

Sur toute l'étendue de cette côte cantabrique, les conditions de température et de salinité sont semblables en hiver. Cependant, la répartition des bancs de sardines y est très inégale. En effet, si on en juge par les chiffres des statistiques de pêches fournies par DE BUEN (1937) pour les ports du littoral cantabrique, on remarque (fig. 61) que dans la région est (ports basques), plus de 50 p. 100 des pêches annuelles se font entre les mois de décembre et de février, tandis que pour les ports de la région occidentale le pourcentage des captures pendant cette même période est très faible : 10 à 15 p. 100. Une telle différence ne s'expliquerait guère si les populations de cette côte étaient d'un type homogène. Trouvant partout des conditions physiques sensiblement équivalentes, on ne voit pas de raisons provoquant leur concen-

tration à l'est plutôt qu'à l'ouest. On conçoit fort bien au contraire cette inégalité de leur répartition géographique si on admet que ces populations sont hétérogènes, appartiennent à des types raciaux différents. C'est qu'en effet leur biologie est différente; lorsque la côte cantabrique va être soumise au régime hivernal caractérisé par l'extension des eaux froides à 10-12°, les sardines méridionales abandonnent, dans leur presque totalité, la région. Elles se réfugient plus au sud; en conséquence, les côtes des Asturies et de la Galice seront en grande partie vidées de leur population sardinière. Comme nous l'avons dit, le refroidissement des eaux détermine chez ces sardines méridionales un mouvement de fuite. Par contre, les sardines septentrionales ayant les mêmes caractères (taille, âge, état sexuel) que celles du même type des côtes françaises voisines, réalisent comme ces dernières une forte concentration dans ces mêmes eaux à 10-12° du fond du Golfe de Gascogne qui conviennent non seulement aux adultes sur le point de se reproduire, mais encore aux immatures venus hiverner dans la région.

Lorsque l'arrivée de la transgression atlantique, au printemps, rompt l'uniformité des conditions hydrologiques hivernales, les différences de température qu'elle crée le long de la côte déclenchent dans les populations des deux races des migrations inverses de celles que nous venons de décrire. Ces migrations permettront aux sardines du type méridional de transgresser dans le domaine occupé précédemment par celles du type septentrional. En effet, l'élévation de la température déterminera chez les individus adultes un déplacement vers les eaux plus froides les entraînant vers le nord et, de ce fait, les sardines méridionales envahiront progressivement la côte cantabrique tandis que les individus de la race septentrionale quitteront cette même région.

Cependant, les immatures du type septentrional originaires de la région, comme nous l'avons vu pour la population voisine de Saint-Jean-de-Luz, arrivent à la côte à ce moment de l'année et y resteront jusqu'au printemps suivant. Les migrants méridionaux se mélangeront donc plus ou moins avec eux, ce qui créera une population mixte.

Telles sont, nous semble-t-il, les raisons d'être du peuplement de la côte cantabrique et le mécanisme qui crée, aux confins de deux races avoisinantes, des populations nettement hétérogènes.

CHAPITRE V.

LES MIGRATIONS.

1. — *Préliminaire.*

Nous avons dit qu'avant l'application de la méthode biométrique à l'étude de la biologie de la Sardine, ce clupe était considéré comme constituant une espèce homogène dont la population unique se livrait, par bancs successifs, à d'amples migrations saisonnières du sud au nord, puis du nord au sud de la côte atlantique.

Depuis que l'existence de races indépendantes a été admise, le point de vue des naturalistes s'est modifié et cette vieille hypothèse de migrations de grande amplitude n'est plus retenue.

Tous les auteurs ne sont pas d'accord sur le nombre des races ni sur l'étendue de leur domaine respectif, mais ils admettent généralement que la Sardine ne peut plus faire figure d'être véritablement migrateur. Elle se livrerait seulement à des voyages restreints du large vers la côte et de celle-ci vers le large, ainsi qu'à

dés déplacements verticaux. Déjà faibles dans les régions comme la Bretagne où les saisons règlent ses apparitions près des côtes, ces déplacements seraient extrêmement réduits dans les régions comme celle de Saint-Jean-de-Luz où la Sardine se rencontre toute l'année non loin du rivage.

En réalité, l'ancienne hypothèse de vastes migrations d'une population unique et la tendance actuelle qui divise l'espèce en groupes étroitement cantonnés et presque sédentaires sont également excessives. Il semble qu'entre ces deux conceptions il y ait un juste milieu. Nous avons montré que des populations fort éloignées les unes des autres et considérées jusqu'ici comme indépendantes appartiennent en réalité à la même race dont l'aire de distribution peut être très étendue. Et nous verrons en outre qu'à chacune des phases de son existence la Sardine exige un milieu différent de celui dans lequel elle a vécu jusqu'alors et que cela l'entraîne à des déplacements qui ont tous les caractères de véritables migrations. D'ailleurs au fur et à mesure que les recherches se développent, elles révèlent des anomalies apparentes qui obligent les auteurs à faire varier soit le nombre des races locales, soit les limites de leur domaine respectif et à envisager ainsi des mélanges possibles de populations, qui ne peuvent s'expliquer que par des migrations.

Dans chacun des chapitres précédents, un certain nombre de faits ont été établis qui nous ont montré l'existence de déplacements constants de la Sardine du Golfe de Gascogne. Ces déplacements sont d'importance variable; ils se font sur des distances plus ou moins grandes et affectent une plus ou moins grande partie de la population locale. Les uns relativement restreints et plus ou moins réguliers ne sont dus qu'aux variations passagères des conditions hydrologiques et atmosphériques, les autres, plus importants, sont périodiques, affectent des Groupes entiers et parfois même la population dans sa totalité; leur déterminisme est beaucoup plus complexe.

L'étude de tels déplacements nous permettra d'entrevoir toute une partie de l'écologie de la Sardine atlantique; en conséquence, en nous basant sur les résultats exposés tout au long de ce travail nous allons chercher à classer et à préciser la nature de ces différents déplacements.

Nous distinguerons quatre ordres de déplacements, suivant leur amplitude et leur degré de périodicité :

- 1° Les déplacements locaux de faible amplitude et d'une périodicité douteuse;
- 2° Les déplacements saisonniers d'amplitude moyenne, faisant disparaître d'un même secteur et les y ramenant périodiquement, certains éléments de la population locale;
- 3° Les déplacements annuels que nous supposons de grande amplitude et qui provoquent le départ définitif de groupes bien déterminés ainsi que l'arrivée de nouveaux contingents renouvelant ainsi périodiquement la population et lui assurant chaque année les mêmes caractéristiques générales;
- 4° Les déplacements plus étendus encore, périodiques, mais non annuels qui font apparaître hors de leur domaine géographique habituel chacune des deux races atlantiques.

2. — *Déplacements locaux.*

Lorsque la population sud du Golfe de Gascogne s'installe, en hiver, entre les côtes méridionales des Landes et le cap Figuié, les bancs qui la composent se déplacent fréquemment. Ils se tiennent tantôt près de terre, tantôt plus au large, soit au nord de l'estuaire de l'Adour, soit dans son voisinage immédiat, soit encore en face de Bidart, Guéthary ou Saint-Jean-de-Luz.

La cause principale de tels déplacements réside, nous semble-t-il dans les variations du régime hydrologique fortement influencé par les apports des fleuves côtiers locaux. Lorsqu'une période de mauvais

temps déverse sur la zone sud les grosses pluies froides d'hiver, la nappe d'épandage de l'Adour et de ses affluents qui tranche nettement par sa couleur limoneuse sur les eaux bleues du Golfe peut occuper une superficie considérable. Elle s'étend tantôt vers le sud et tantôt vers le nord, suivant la force et le sens des courants superficiels et des marées. Ces eaux froides que l'Adour apporte ainsi dans le sud du Golfe refroidissent considérablement les eaux côtières dont la température peut s'abaisser au-dessous de 10° et les diluent dans de notables proportions. La Sardine très sensible à ces changements de conditions de milieu disparaît alors des lieux où la pêcherie paraissait fixée et on doit la rechercher plus loin, hors de la zone soumise à l'influence de ces eaux froides. C'est d'ailleurs un fait couramment remarqué que de fortes pluies s'accompagnent toujours d'une diminution de la pêche locale.

Les apports fluviaux ne sont pas les seules causes des déplacements de cet ordre. Le vent joue aussi un rôle important. Lorsque les vents froids du Nord et du Nord-Est soufflent avec quelque persistance, la pêche devient très mauvaise : la basse température des masses d'eaux froides du Nord refoulées dans la région fait fuir la Sardine vers le large. Inversement, lorsque s'élèvent les vents de Noroit ou d'Ouest, même s'ils provoquent de grosses tempêtes, ils ramènent les Sardines dans la zone côtière avec les masses d'eaux relativement chaudes du large et dès qu'ils cessent, la pêche reprend et son rendement s'améliore.

Ce sont donc la limpidité des eaux pour une certaine part, et surtout la température dont les variations sont provoquées par les vents et par le déversement des fleuves côtiers, qui semblent régler ces déplacements locaux qui n'ont aucune périodicité, aucune régularité véritable et sont en rapport direct avec les conditions atmosphériques de la région.

3. — *Déplacements saisonniers.*

1° DÉPLACEMENTS DE LA CÔTE VERS LE LARGE EN HIVER. — Parmi les résultats exposés dans la première partie de ce travail, on trouvera de nombreux faits montrant qu'une partie de la population du secteur sud — les plus jeunes des individus immatures d'une part, et un grand nombre de reproducteurs d'autre part — se livre à des déplacements plus ou moins massifs et périodiques. Chaque année, en effet, ces individus s'écartent de la côte vers le large au début de l'hiver et retournent dans la zone côtière à la fin de la mauvaise saison.

Rappelons quelques-uns de ces faits que nous avons déjà décrits :

A. *Immatures.* — Parmi les jeunes poissons immatures, les individus de 10 centimètres les plus jeunes du Groupe o qui apparaissent les premiers dans la région en automne ou au début de l'hiver, ne tardent pas à abandonner la zone côtière au bout de quelques semaines. Leur disparition coïncide avec l'abaissement de la température à 11-12°, cependant que les individus un peu plus âgés (12 à 15 cm.) de ce même Groupe o, paraissant moins sensibles à cette chute de température, restent pendant tout l'hiver dans la zone côtière.

Nous avons la preuve que ces jeunes sardines de 10 centimètres ne disparaissent pas de la région, mais s'établissent à quelques distances au large dans les eaux à température plus élevée et plus constante. En effet, au cours des embellies assez fréquentes, ils se rapprochent de la côte et les pêcheurs les capturent avec les individus plus âgés. Dès la fin de l'hiver, avec le retour à des conditions de milieu moins variables et une augmentation appréciable de la température, ils reviennent en bancs très denses dans la zone côtière où leur présence permet de faire des pêches particulièrement fructueuses en mars.

B. *Reproducteurs.* — Comme les immatures, les individus adultes arrivés à la maturité sexuelle et se livrant à la ponte, semblent présenter une grande sensibilité aux variations des facteurs de milieu qui provoquent de leur part des déplacements qu'il nous a été possible de constater.

Nous avons vu qu'au moment de la ponte les reproducteurs exigent une certaine stabilité du milieu physique et en particulier une température qui ne tombe pas au-dessous de 10° . Nous savons maintenant que ces conditions se réalisent dans la zone côtière où l'aire de ponte se localise entre Arcachon et l'estuaire de l'Adour au début de l'hiver. Puis, au plein de l'hiver, lorsque la température s'abaisse et que les conditions atmosphériques deviennent moins favorables, les reproducteurs s'éloignent du rivage, gagnent le large où les chalutiers les rencontrent alors. L'exemple de l'hiver 1940-1941 est particulièrement typique (fig. 43). Les individus se trouvant à un stade de maturité sexuelle avancée, nombreux en novembre dans

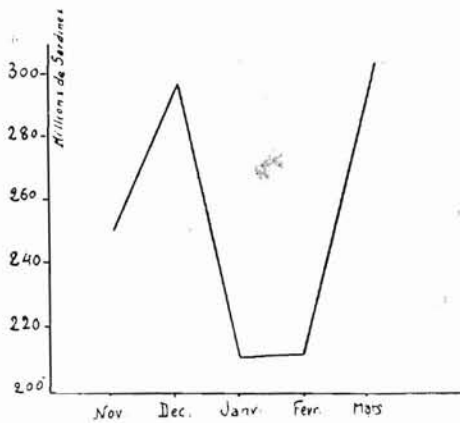


Fig. 62. — Graphique représentant la pêche moyenne des mois d'hiver du port de Saint-Jean-de-Luz, pour 16 années (1926-1941).

la zone côtière, y sont devenus rares en janvier. Par contre, les individus capturés au large au cours de ce dernier mois se montrent tous sexuellement beaucoup plus évolués et se livrent même, pour la plupart, à la ponte. L'étude de leurs caractères raciaux (nombre de vertèbres) nous a montré qu'il s'agissait bien des mêmes individus.

On trouve dans les statistiques de pêches des faits bien caractéristiques de ces réactions : les pêches mensuelles moyennes de janvier à février subissent une chute brusque par rapport à celle des mois précédent et suivant (fig. 62). D'autre part, l'augmentation du nombre des adultes en état de reproduction au mois de mars, près des côtes, nous indique bien que les reproducteurs, provisoirement écartés du rivage y retournent dès que les conditions redeviennent favorables et qu'en particulier la température s'élève.

Il semble également que lorsque la ponte est accomplie, les reproducteurs, moins strictement sténothermes, abandonnent les lieux de ponte au large et pénètrent dans la zone côtière où la nourriture plus abondante leur permet de commencer à récupérer une partie de leurs réserves utilisées pendant l'hiver.

	VALEUR DE L ₁ .	
	1941.	1942.
Janvier.....	7,81	7,56
Février.....	8,00	7,65
Mars.....	8,19	8,32

En effet, les individus les plus âgés d'un même groupe qui sont, nous l'avons vu, les plus précoces, reviennent de plus en plus nombreux dans la zone côtière à la fin de la période de ponte. La valeur croissante de L₁ (comme L₂) entre les mois de janvier et de mars nous le prouve.

De tels déplacements de la côte vers le large, puis du large vers la côte, affectant les immatures les plus jeunes et les adultes à l'état de maturité sexuelle se reproduisent avec une certaine régularité chaque année et nos résultats les traduisent avec beaucoup de netteté. Leur amplitude n'est jamais bien considérable ; elle ne dépasse pas quelques milles, quelques dizaines de milles tout au plus, car la Sardine peut trouver à de courtes distances de la zone côtière dans la nappe permanente d'« Eau Atlantique » du Golfe, une température assez constante, supérieure à 10° qui satisfait ses exigences biologiques.

2° DÉPLACEMENTS LE LONG DES CÔTES DU PRINTEMPS À L'AUTOMNE. — Nous avons démontré que le début du printemps est marqué dans le sud du Golfe, par un renouvellement total de la population locale. Composée

à la fin de l'hiver d'individus de deux ans qui viennent de pondre pour la première fois (Groupe 1) et d'individus moins âgés (Groupe 0), cette population se dissocie et tous ses éléments quittent successivement la région; les plus âgés les premiers, les plus jeunes ne tardant pas à les suivre.

Mais le départ de ces individus qui, suivant leur origine, ont passé un temps plus ou moins long dans le secteur sud, coïncide avec l'arrivée de jeunes individus d'origine locale âgés d'un an environ et commençant leur deuxième cycle de croissance. Ainsi, en quelques semaines, la composition de la population est totalement modifiée.

Cette jeune et nouvelle population printanière se livre à des déplacements particuliers, saisonniers, que les déplacements de la pêcherie nous ont permis de suivre, quotidiennement, peut-on dire, au cours de ces vingt-neuf mois de recherches (fig. 63).

Ces jeunes individus (sardines aquitaniennes) qui apparaissent à partir du printemps, se montrent nombreux dès le début d'avril et principalement en mai et juin, entre le cap Figulier et l'estuaire de l'Adour. Les pêcheurs de Saint-Jean-de-Luz en font alors des captures considérables entre la côte et 5-6 milles au large.

À la fin de juin, quelques bateaux pêchent encore en face de la côte basque, mais les bancs de sardines deviennent clairsemés et disparaissent graduellement vers le nord où la flottille locale établit sa pêcherie, le long de la côte des Landes, dans les parages de Contis, entre juin et juillet. À la fin du mois d'août et en septembre, la pêcherie remonte plus au nord encore, vers le cap Ferret et même jusqu'à Hourtin. Elle se tient dans les mêmes eaux pendant les mois d'automne qui assurent aux pêcheurs du sud-ouest leurs plus fortes captures de l'année.

Mais, dès la deuxième quinzaine d'octobre et le mois de novembre, plus ou moins tôt suivant l'année, la Sardine abandonne ces parages et refait en sens inverse le chemin parcouru. Généralement en novembre-décembre, la pêcherie s'établit de nouveau en face de Contis, puis elle continue à se déplacer vers le sud en face d'Ondres et jusqu'à l'estuaire de l'Adour vers la fin de décembre.

Enfin, au cours de l'hiver, comme nous l'avons vu, les pêcheurs jettent leurs filets dans la zone comprise entre la côte méridionale des Landes et le cap Figulier, jusqu'au moment où la population tout entière émigrera définitivement par bancs successifs à partir d'avril.

Nous savons que de la fin du printemps à la fin de l'hiver suivant, cette population comprend principalement des sardines d'un même groupe d'âge, relativement homogène (Groupe 1) qui sont en grande majorité issues de la même ponte locale : ce sont

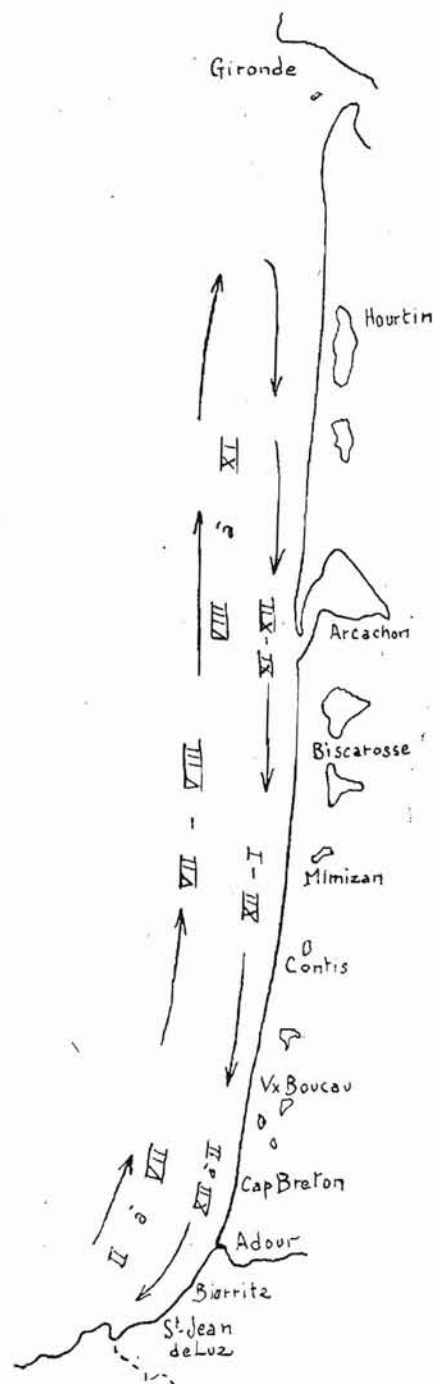


Fig. 63. — Déplacements saisonniers de la Sardine du sud du Golfe de Gascogne (les mois sont indiqués en chiffres romains).

nos sardines aquitaniennes. Elles se déplacent donc au cours de l'année, à partir du moment où elles arrivent dans la zone côtière : 1° du sud où elles passent le printemps, vers le nord (parages d'Arcachon) où elles passent la fin de l'été et une partie de l'automne ;

2° Du nord vers le sud où elles resteront tout l'hiver jusqu'à la fin de leur première ponte.

Chaque année, il en est de même, à quelques semaines près. Les pêcheurs luziens suivant les bancs de poissons dans leurs déplacements, doivent aller de plus en plus vers le nord du printemps à l'été, puis redescendre progressivement vers le sud à la fin de l'automne, tandis que les Arcachonnais qui se contentent généralement de travailler dans les parages de leur port commencent leur saison en été et la terminent en automne.

L'amplitude de ces déplacements saisonniers de la sardine du sud du Golfe n'est pas négligeable puisqu'ils s'étendent sur une centaine de milles en latitude et nous pouvons les considérer comme de véritables migrations. Ils s'accomplissent tout entiers dans la zone côtière, parallèlement au rivage.

Si nous cherchons à connaître les causes de cette double migration, nous voyons que là encore le facteur principal qui la détermine est la température. Lorsque ces jeunes poissons qui viennent d'envahir la zone côtière, commencent leur périple, ils ont de 15 à 16 mois environ ; leur phase immature se termine. On les voit en surface au printemps, en bandes nombreuses paraissant pourchasser sans répit les essaims de plancton dont ils se gavent abondamment et qui leur font souvent négliger les appâts que leur jettent les pêcheurs. Ils forment des bandes compactes apparaissant à la surface et en disparaissant très rapidement. Les pêcheurs renonçant alors à les capturer selon le mode de pêche habituel tâchent d'encercler promptement ces bancs de jeunes sardines avec un filet d'un maniement rapide « le sarda » normalement destiné à la pêche de l'Anchois (*Engraulis encrasicolus*).

Lorsqu'elles se dirigent vers le nord, ce n'est certainement pas un besoin de nourriture qui pousse ces sardines. Le plancton est alors extrêmement abondant et varié dans le secteur qu'elles abandonnent et les Anchois pêchés à ce moment de l'année dans les mêmes parages et qui se nourrissent des mêmes proies sont toujours gavés de copépodes et de larves de décapodes que les sardines semblent affectionner. Elles pourraient donc continuer à s'alimenter abondamment sur place. Elles s'en vont cependant en grand nombre ; quelques bancs assez clairsemés restent seuls dans les parages de la côte basque à la fin du printemps.

A cette période de l'année, les eaux de la côte se réchauffent rapidement, leur salure augmente également et ces jeunes sardines obéissant à l'appel qui en cette saison semble entraîner toutes les espèces vers le nord, gagnent peu à peu les côtes girondines plus fraîches et moins salées.

Les sardines vivent étroitement groupées par bancs de même âge ; elles ne se dispersent pas comme d'autres espèces qui échappent complètement aux investigations des pêcheurs et des naturalistes pendant une certaine partie de l'année. Cependant, au cours de cette montée vers le nord, les bancs deviennent beaucoup moins denses et les captures totales comme les pêches moyennes par bateau s'en ressentent. Il se produit donc une dispersion relative.

En septembre, lorsqu'elle a atteint ses quartiers d'automne (cap Ferret), la Sardine est âgée d'une vingtaine de mois ; son évolution sexuelle est déjà largement amorcée et va se poursuivre activement. Les bancs relativement dispersés se rassemblent de nouveau et constituent entre octobre et décembre une énorme concentration qui permettra aux pêcheurs d'opérer leurs plus fortes captures de l'année (graphiques fig. 65 et 66).

Ce rassemblement d'automne peut être considéré comme une concentration de prématuration ; tous les individus qui y participent ont sensiblement le même âge (de 18 à 22 mois) et sont dans un état sexuel avancé (stade IV).

Puis, de novembre à décembre, alors que les individus les plus précoces sont déjà parvenus à maturité et commencent à pondre, cette concentration se déplace progressivement vers le sud où la ponte s'accomplira à une faible distance du rivage au début de l'hiver, puis au large en janvier, février et mars.

Dans cette migration vers le sud, il faut voir comme dans la précédente un effet des variations thermiques. Dès novembre, en effet, la température s'abaisse très rapidement, surtout dans la région arcachonnaise peu profonde et peu salée, voisine de la Gironde. La Sardine, plus sensible encore du fait de son état physiologique (maturité sexuelle) gagne progressivement le sud, puis le large dans sa recherche incessante du milieu qui convient à sa ponte.

4. — *Migrations annuelles.*

Lorsque la ponte est achevée, à la fin de mars et au début d'avril et qu'avec le printemps recommence une vie active caractérisée par une reprise de la croissance et de l'engraissement, d'importantes modifications se produisent dans la composition de la population sud du golfe; elle se renouvelle en effet entièrement.

Répetons que pendant l'hiver précédant ces phénomènes cette population est composée de deux Groupes principaux : celui des sardines aquitaniennes (Groupe 1) et celui des sardines armoricaines (Groupe 0).

Dès la deuxième quinzaine de mars, la diminution du nombre des sardines aquitaniennes commence à se faire sentir dans les captures. Elles abandonnent rapidement la région d'où elles auront totalement disparu à la fin du mois d'avril, plus tôt même certaines années (1942). En effet, on ne les rencontre plus dans le sud du golfe tant au large qu'à proximité du rivage où sardiniers et chalutiers travaillent avec beaucoup d'activité pendant cette période de l'année particulièrement favorable à la pêche.

Nous retiendrons ici que ces sardines aquitaniennes sont toutes âgées de deux ans environ et qu'elles viennent de se livrer pour la première fois à la ponte après avoir passé une année à peu près complète dans la zone côtière du secteur sud du golfe.

Elles ne partent pas seules. Les sardines armoricaines ne tardent pas à les suivre; leur exode est moins massif mais aussi général. Nous savons, en effet, que ces individus n'abandonnent pas la région d'un seul coup; les individus les plus âgés s'en vont les premiers et sont suivis successivement par d'autres de moins en moins âgés. Ces sardines armoricaines finissent ainsi par disparaître toutes et sont au fur et à mesure remplacées par des individus plus jeunes, d'origine aquitaniennes qui constituent la nouvelle population.

La succession de ces bancs de poissons d'âge différent est, suivant l'année, plus ou moins accentuée. Nous avons vu qu'elle se produisait sur un rythme beaucoup plus rapide et qu'elle se prolongeait davantage en 1942 qu'en 1941.

Avant d'essayer de préciser les causes de cette migration générale d'une population tout entière, nous devons rappeler les caractères essentiels des individus qui l'accomplissent : ils ne se ressemblent pas, sont d'âge différent, d'origine différente et ne sont pas arrivés au même point de leur développement. Ils quittent pourtant à un court intervalle de temps, et vraisemblablement pour la même destination, la région qu'ils ont peuplée ensemble.

Reprenons donc chacun de ces Groupes séparément depuis son apparition dans la zone côtière où nous avons pu le suivre pendant toute la durée de son séjour.

1° MIGRATION DES SARDINES AQUITANIENNES (GROUPE 1). — Ces sardines caractérisées par une valeur de L_1 variant entre 5 et 9 centimètres proviennent de l'aire de ponte du sud du Golfe. Elles passent les premières phases de leur vie larvaire, postlarvaire et juvénile au large, dans les eaux à température et à salinité

stables de la « nappe atlantique ». Leur présence y est souvent relevée soit par la méthode indirecte de l'étude des contenus stomacaux des prédateurs qui les pourchassent, soit par leurs apparitions fréquentes à proximité du rivage au cours de la belle saison.

Lorsqu'elles ont un an révolu, ces sardines arrivent dans la zone côtière (entre avril et juillet) et ce sont elles qui assurent le renouvellement printanier de la population locale. Les ayant suivies, pour ainsi dire jour par jour, depuis leur arrivée dans la zone côtière jusqu'au moment de leur disparition, soit pendant toute leur deuxième année d'existence, nous avons pu étudier de très près leur croissance, leur évolution vers la première maturité, leur engraissement. Nous avons pu également observer leur comportement.

Leur ponte accomplie, à la fin de l'hiver et au début du printemps, elles disparaissent. Une partie infime (moins de 2 p. 100) se retrouvera dans le même secteur l'année suivante, mais l'immense majorité de ces individus sur lesquels des prélèvements considérables ont été faits par tous les pêcheurs de la région pendant une année entière, abandonnent définitivement et très rapidement la région.

Ces individus ne se dirigent pas vers le large ou tout au moins ne s'y établissent pas; aucun engin de pêche n'en capturant après l'hiver et nous pouvons d'ailleurs remarquer que ceci serait contraire à la biologie de toutes les espèces qui, au printemps se rapprochent plus ou moins du rivage.

Leur déplacement ne les entraîne pas non plus vers l'ouest, le long de la côte cantabrique où les individus capturés en été présentent les caractéristiques d'une autre race.

Une seule direction reste donc possible : celle du nord.

Quelles sont les causes de cette migration printanière vers des régions plus septentrionales?

Il est généralement admis que les migrations des poissons sont de deux ordres : les unes ayant pour cause la reproduction sont des migrations génétiques; les autres provoquées par les exigences de l'alimentation sont des migrations trophiques.

On pourrait penser que ces sardines venant de pondre se dispersent en une migration trophique leur permettant de récupérer les réserves perdues au cours de l'hiver précédent. Cependant, il n'en est rien. Dans le secteur sud, aux mois de mars et d'avril qui marquent leur départ, le plancton est d'une richesse très grande. Les jeunes individus qui succèdent à ces reproducteurs y trouvent une pâture abondante qu'ils délaisseront à leur tour pour se livrer à leur migration saisonnière le long de la côte landaise. D'autres espèces, l'Anchois en particulier, dont nous avons déjà parlé, se gavent sur place de nombreux petits crustacés qui peuplent alors les eaux côtières du Golfe. Ce ne sont donc pas les besoins d'ordre alimentaire dont elles pourraient satisfaire les exigences sur place qui poussent ces sardines à émigrer.

D'autres facteurs doivent intervenir. Si nous retenons les facteurs hydrologiques : température et salinité, nous constatons qu'ils ont sensiblement la même valeur qu'à la saison correspondante de l'année précédente marquant l'arrivée de ces individus dans la zone côtière et que ceux-ci s'en accommodaient parfaitement.

Mais si le milieu océanique n'a pas varié le milieu interne de ces sardines a dû, par contre, se modifier profondément. Lorsqu'elles ont envahi la zone côtière, elles étaient immatures. Au cours de leur deuxième année, elles ont suivi une évolution physiologique marquée, elles sont devenues pulcères, puis ont atteint leur première maturité sexuelle, en une période de l'année où la température s'abaissait fortement. Il semble qu'avec la fin de la ponte et le retour à des conditions printanières, l'équilibre établi entre le milieu interne des individus et le milieu océanique se trouve rompu. C'est cette rupture, semble-t-il, qui provoque l'exode des sardines du Groupe 1 tout entier.

Jusqu'où la recherche d'un milieu nouveau, favorable à leur état physiologique pousse-t-elle ces sardines aquitaniennes? S'arrêtent-elles dans la partie médiane du Golfe ou bien accèdent-elles jusqu'aux régions les plus septentrionales de l'aire de distribution de l'espèce?

On ne peut guère répondre d'une façon précise à ces questions étant donné que les différences anatomiques permettant de distinguer l'origine des diverses populations atlantiques septentrionales sont très petites et qu'il est difficile de les repérer et de les suivre, le mode et les engins de pêche des diverses régions du Golfe de Gascogne étant différents.

Cependant, nous pouvons entrevoir une solution satisfaisante de ce problème en nous appuyant sur un fait constaté depuis longtemps, mais généralement négligé parce que l'on pensait que la population méridionale du Golfe était d'une race distincte des autres populations septentrionales et avait pour cette raison une biologie autre. Il s'agit de la différence de composition des populations qui s'échelonnent du sud au nord de la région nord-atlantique. En effet, la population de la côte basco-landaise est pour ainsi dire uniquement composée de jeunes individus de un à deux ans; les individus plus âgés y sont proportionnellement rares. Entre la Gironde et l'Armorique, on a une plus grande diversité de classes d'âge : on y trouve des individus de un à deux ans, ceux de plus de trois ans sont beaucoup plus nombreux que dans le sud, mais ce sont surtout les sardines de deux à trois ans qui dominent.

En Mer Celtique, en Manche et en Mer du Nord, par contre, les sardines de un à deux ans font totalement défaut, celles de deux à trois ans sont très rares, les populations sont constituées par des sardines de grande taille âgées de quatre, cinq, six ans et plus de six ans.

Nous connaissons la longévité de la Sardine; elle dépasse une dizaine d'années. Le cycle vital de chacune des populations échelonnées le long de la côte est incomplet. Il se complète parfaitement au contraire pour l'ensemble de ces populations et fait venir à l'esprit l'idée de migrations successives, du sud vers le nord, permettant à la Sardine de changer de milieu suivant les différentes phases de son évolution.

Il semble donc bien qu'après leur première ponte, les sardines aquitaniennes effectuent leur migration vers le nord, par étapes : la première les amenant dans la partie médiane et septentrionale du Golfe où elles accompliront leur deuxième cycle sexuel. A la fin de leur deuxième cycle, elles se retrouveront, comme à la fin du premier, en rupture d'équilibre avec le milieu externe qui les obligera de nouveau à émigrer plus au nord encore, à la recherche de conditions nouvelles.

En d'autres régions où les conditions hydrologiques sont relativement stables, la répartition des classes d'âge dans chaque population est différente de celle qu'on rencontre dans cette région atlantique. En Méditerranée, par exemple, aussi bien dans le secteur nord (FAGE 1920) que dans le secteur algérien (MURAT 1933), les populations comprennent des sardines de tous âges de un à quatre ans et même davantage. Dans ces régions où la sardine ne peut changer de milieu, même si sa physiologie l'exige et doit s'adapter ou périr, sa croissance est rapidement atténuée et sa longévité paraît également bien moindre que chez la race atlantique septentrionale qui peut se développer largement et trouver pour chacun de ses stades évolutifs un milieu différent du précédent.

Il est également remarquable que les rares individus (qu'on peut considérer comme aberrants) poursuivant leur vie tout entière dans la région sud du Golfe, plus chaude et plus salée que les régions situées plus au nord, aient par rapport aux sardines adultes rencontrées en Bretagne ou dans la Manche une taille moindre à âge égal.

On a voulu voir parfois dans de telles différences de taille, donc de croissance, un caractère distinctif de races. En réalité, ces différences ne sont que le fait d'une adaptation individuelle à des conditions de milieu données.

Il est difficile d'estimer dans quelles proportions de semblables migrations successives en rapport avec les changements physiologiques des individus affectent les différentes populations qui s'égrènent le long du littoral français. Mais les faits que nous venons d'exposer nous permettent de penser que pour une population donnée, la migration affecte un nombre d'autant plus grand d'individus que cette popu-

lation est plus méridionale. Le milieu physico-chimique de la Manche paraissant être celui qui permet le développement optimum (croissance, longévité) des sardines adultes et dans lequel elles paraissent s'installer définitivement une fois qu'elles y sont parvenues, il semble que plus on ira vers le nord, plus les conditions de milieu seront favorables et plus réduit sera le nombre des migrants.

L'hypothèse de semblables migrations s'accomplissant par étapes du sud vers le nord permet d'expliquer les divergences souvent constatées dans les résultats obtenus dans les différents secteurs du Golfe de Gascogne et de Bretagne où la valeur L_1 , notamment, des individus étudiés peut se montrer extrêmement variable d'une saison à l'autre et d'un lieu à l'autre.

Dans ces régions, comme dans le sud du Golfe, les sardines peuvent être groupées suivant leur valeur de L_1 , en deux types principaux : 1° L_1 : 5-9 centimètres; 2° L_1 : 10-15 centimètres, caractérisant des individus issus de pontes différentes et par conséquent d'origine différente.

LE GALL (1939) se basant sur cette dualité de type de la valeur de L_1 reconnue chez les sardines de Bretagne, ainsi que sur la longue durée de la ponte dans la région septentrionale conclut à l'existence, chez la sardine de cette région, de deux types physiologiques distincts : l'un de printemps, l'autre d'automne groupant respectivement les sardines qui se reproduisent à chacune de ces deux saisons. Cette distinction expliquant, selon l'auteur, les anomalies de croissance apparues dans les recherches antérieures.

Notre hypothèse basée sur des faits précis, rend compte d'une façon plus rationnelle semble-t-il, de l'existence en un même lieu, de sardines appartenant à deux types de L_1 différents. La présence simultanée ou successive de ces deux types ne peut être due qu'à des migrations qui amènent dans une région, des individus originaires d'une autre région.

C'est ainsi, nous l'avons vu, que dans le secteur méridional du Golfe où n'existe partout qu'une seule ponte d'hiver bien délimitée, les deux types coexistent. Ce secteur reçoit en hiver des groupes d'individus issus de pontes d'été et d'automne septentrionales (sardines armoricaines) et renvoie vers le nord, un peu plus tard, les mêmes individus précédés de ceux qui sont éclos sur sa propre aire de ponte (sardines aquitaines). Il en est certainement de même à quelques modalités près dans les autres secteurs du littoral français.

Nous avons vu par ailleurs (maturité sexuelle) que l'évolution sexuelle est surtout fonction de l'âge et que les sardines d'origine différente éclosent à des époques différentes de l'année, ont un cycle sexuel (le premier tout au moins) identique, d'une durée de huit à dix mois. Il n'y a donc pas chez la Sardine atlantique septentrionale de types physiologiques distincts. Et ceci nous explique en outre pourquoi la ponte est de plus longue durée dans le nord que dans le sud. Sur les aires de ponte méridionales du Golfe, en effet, les reproducteurs sont du même âge (deux ans) et arrivent tous en même temps à la maturité sexuelle. Plus on s'éloigne vers le nord, par contre, plus nombreuses sont les classes d'âge des reproducteurs et plus étendues les limites entre lesquelles les individus de toutes ces classes atteignent leur maturité.

Ajoutons à cela que la Sardine, beaucoup moins alourdie que d'autres clupéidés comme le hareng, par exemple, par un état avancé de maturité sexuelle, conserve toute sa mobilité et est susceptible, même pendant la période de ponte, de se livrer à de notables déplacements. Ainsi, sur les aires de pontes printanières et estivales du nord, les contingents de reproducteurs concentrés en un même lieu peuvent être renforcés par des contingents nouveaux qui prolongeront ainsi la période de ponte. C'est ce qui doit se produire avec les sardines précoces de notre Groupe 0 qui, en avril-mai, quittent, à un stade de maturité sexuelle déjà avancé, le secteur sud du Golfe pour des régions plus septentrionales où s'accomplissent d'autres pontes auxquelles elles participeront.

2° MIGRATION DES SARDINES ARMORICAINES (GROUPE 0). — Les caractéristiques principales des sardines de ce groupe sont : *a*. Une valeur de L_1 variant entre 10 et 15 centimètres; *b*. Une moyenne vertébrale élevée.

L'analyse de ces deux caractères et de leurs variations mensuelles nous a permis de conclure que ce Groupe 0 relativement hétérogène est constitué en majeure partie par des sardines issues de pontes d'été et d'automne réalisées sur les lieux de pontes septentrionaux.

Ces sardines commencent à disparaître de la région sud du Golfe à la suite de celles du Groupe 1, dès le début du printemps. Les variations corrélatives de L_1 et de la moyenne vertébrale nous ont montré comment s'accomplit leur migration : par départs successifs de bancs groupant les individus suivant leur âge les plus âgés disparaissant d'abord, les moins âgés ensuite, au fur et à mesure de leur remplacement par des sardines plus jeunes encore, originaires du sud du Golfe.

Tandis que pour les sardines aquitaniennes (Groupe 1) la question de leur exode se posait seule, pour celles-ci, deux sortes de migrations sont à considérer : 1° celle qui les a amenées dans la région; 2° celle qui les en fait disparaître.

A. Migration vers le sud. — Ces sardines apparaissent, en formations importantes, dans la zone côtière du secteur sud, à une époque variable de l'année, mais toujours à la fin de l'année (novembre 1940, septembre 1941, janvier 1943). Elles arrivent en troupes nombreuses et dans les années normales constituent environ 50 o/o de la population hivernale de la région. Elles repartent au printemps, de la manière que l'on sait entre les mois d'avril et de juin. Leur séjour, relativement court, ne se prolonge guère au-delà de la mauvaise saison et a une durée de six mois environ.

En nous appuyant sur la valeur de leurs caractères L_1 et moyenne vertébrale nous avons admis que ces sardines proviennent des régions situées au nord du secteur qui nous intéresse.

On ne doit pas les confondre avec les jeunes sardines d'origine locale qu'on rencontre assez fréquemment en été à proximité du rivage et qui n'ont que quelques mois de moins. Cependant, FAGE (1920) qui attribue une grande influence aux courants dans la dispersion des larves de l'espèce, incline à penser qu'une partie des jeunes individus rencontrés dans le sud du Golfe pendant la belle saison y ont été entraînés par les courants venant du nord. Il pense de même que les alevins rencontrés en automne dans la Manche orientale et le sud de la Mer du Nord y seraient amenés par les courants traversant la Manche d'ouest en est. Mais les aires de pontes dont nous avons découvert ou précisé la situation d'une part, dans le sud du Golfe de Gascogne, d'autre part en Manche orientale et en Mer du Nord et dont FAGE ignorait l'existence donnent une explication plus satisfaisante de la présence de ces jeunes alevins dans ces régions respectives.

Les larves qu'on rencontre dans le Pas-de-Calais comme celles que l'on signale en été dans la région basco-landaise proviennent des pontes effectuées quelques semaines ou quelques mois plus tôt dans ces mêmes régions et non d'ailleurs. Il n'est pas improbable toutefois qu'un certain nombre de larves entraînées par les courants aillent peupler des régions relativement éloignées des lieux qui les ont vu naître. Mais, d'une façon générale, on peut considérer que les alevins abandonnant très vite leur passivité restent pendant les mois les plus chauds de l'année à proximité de leurs frayères d'origine. En maints travaux d'ailleurs, la présence de bandes de sardinettes est signalée au cours de la belle saison sur toutes les côtes atlantiques voisines des aires de pontes que nous avons décrites.

De telles bandes de jeunes poissons, nombreuses sur les côtes vendéennes, bretonnes et de la Manche, disparaissent brusquement de la zone côtière dès les premiers froids et les premières tempêtes de l'arrière-saison. Or, c'est justement à cette même époque que les sardines du Groupe 0 font leur apparition en formations serrées, dans le sud du Golfe où elles viennent grossir la population locale déjà dense.

Nous ne pouvons nous empêcher de voir une relation entre cette disparition subite de jeunes sardines du nord du Golfe et l'apparition de poissons de même âge et de même taille, excessivement nombreux certaines années, dans le sud où les conditions de température restent favorables à leur stabulation près

des côtes. Lorsqu'un peu plus tard, la température des eaux côtières s'abaissera, les plus jeunes d'entre ces sardines, plus sensibles aux variations de ce facteur, n'auront, nous l'avons dit, qu'une faible distance à parcourir pour trouver plus au large le milieu qui leur convient.

On peut se demander dans quelles proportions les populations de jeunes individus des régions septentrionales participent à cette migration vers le sud. Bien que les effectifs de notre Groupe o soient très importants, il est vraisemblable que les jeunes éclos au nord du Golfe et dans la Manche ne viennent pas, dans leur totalité jusqu'au sud du Golfe pour y passer l'hiver. Lorsque l'abaissement de température survient dans le nord, le refroidissement étant plus rapide dans la zone côtière qu'au large, les jeunes sardines s'écartent d'abord du rivage. Puis le refroidissement des eaux se faisant sentir du nord vers le sud, il est probable que ces mêmes sardines se dirigent alors vers le sud. Leur migration s'accomplirait donc à la fois vers le large et vers le sud. Il est possible qu'une certaine partie d'entre elles trouve dans les eaux du Plateau continental des conditions de milieu relativement tempérées (température supérieure à 10°) et s'arrêtent ainsi en chemin. D'ailleurs, suivant les années, ainsi que nous l'avons vu, l'importance du Groupe o de la zone sud est variable. Un hiver doux est caractérisé dans le sud par une abondance moindre de ces jeunes individus et par un départ plus rapide des migrants indigènes, tandis qu'un hiver froid se signale par une grande abondance de ces jeunes et un départ plus tardif des adultes d'origine locale.

Mais ce ne sont pas tant les détails que les lignes générales d'un phénomène qu'il importe de saisir. Nos résultats suffisamment précis et en étroite corrélation avec les faits plus généraux observés en divers points de la côte nous autorisent à considérer que la plupart des populations de jeunes sardines originaires du nord du Golfe, et de la Manche participent à une migration générale vers le sud, quelle que soit la latitude, variable suivant les années, à laquelle s'arrêtera cette migration. L'identité de race de toutes les sardines atlantiques septentrionales et la forte moyenne vertébrale caractérisant les individus du Groupe o nous font admettre que la population de la Manche participe dans une certaine mesure au peuplement hivernal de la région sud du Golfe de Gascogne.

Cette migration générale vers le sud telle que nous l'envisageons en nous basant sur les caractères anatomiques (nombre de vertèbres) et œcologiques que nous avons cités explique en effet la disparition restée mystérieuse des jeunes sardines des populations de la Manche. Ces jeunes individus qu'on trouve en abondance sur les côtes du Pas-de-Calais, de la Normandie, du Devon et de la Bretagne pendant leur première année, disparaissent aux mois de novembre et décembre. On ne les y rencontre à nouveau « qu'après deux hivers complets et un été passés dans des régions que nous ignorons complètement ». LE GALL (1928), FAGE (1920) faisant intervenir, là encore, l'action des courants pensent que ces jeunes sardines peuvent prendre une direction est-ouest qui les conduirait sur le Plateau continental celtique où il conviendrait peut-être de les chercher. Mais sur ce Plateau continental celtique, la température s'abaisse au-dessous de 10° (ou tout au moins dans les années les moins froides devient voisine de ce chiffre). Les jeunes sardines ne sauraient supporter une température aussi basse et il est peu vraisemblable qu'elles s'installent pour l'hivernage, dans une région ayant sensiblement les mêmes caractères que celle qu'elles viennent d'abandonner et dans laquelle elles ne manqueraient pas d'ailleurs de revenir, passé l'hiver. FAGE semble d'ailleurs ne se refuser à admettre leur déplacement vers le sud qu'en raison des différences morphologiques (que nous venons de reconnaître inexistantes) séparant les sardines de la Manche de celles du Golfe de Gascogne.

Les eaux froides qui, en hiver et au printemps s'établissent au large de l'entrée occidentale de la Manche et s'étendent vers le large du Golfe, ne permettent pas, nous semble-t-il, à ces jeunes individus d'émigrer vers l'ouest, mais ne leur laisse qu'une direction possible, celle du sud.

Ainsi, en hiver, une partie au moins des sardines septentrionales accomplit une migration qui la conduit

sur les aires d'hivernage de l'extrême sud du Golfe de Gascogne. Le facteur déterminant de cette migration est incontestablement la température qui, s'abaissant au-dessous de 10° provoque le départ des jeunes plus thermophiles que les adultes et les oblige à rechercher plus au sud la température supérieure à 10° qui leur est nécessaire.

B. *Migration vers le nord.* — Au printemps, ces sardines quittent le secteur sud du Golfe à la suite des sardines aquitaniennes plus âgées qui viennent de terminer leur ponte. Nous avons vu en étudiant les variations de L_1 et de la moyenne vertébrale comment s'opère leur départ et dans quel ordre et nous savons que ce mouvement peut se prolonger jusqu'à l'automne, entraînant même dans le sillage de ces sardines armoricaines une partie des individus d'origine aquitaniennes (L_1 : 7-8 cm.) venus les remplacer. Leur migration avons-nous dit n'est donc pas massive, mais se fait par groupes d'âge successifs.

Notons que lorsqu'elles abandonnent la région, ces jeunes sardines ont atteint leur puberté et commencent leur évolution vers la première maturité sexuelle; un certain nombre d'entre elles étant même à un stade plus avancé vont certainement renforcer les concentrations de ponte de la fin du printemps dans le nord du Golfe.

Dans cette migration comme dans la précédente, il faut voir l'influence des facteurs hydrologiques et principalement de la température. L'abaissement de celle-ci au début de l'hiver avait amené ces sardines dans la zone sud plus chaude; l'élévation de cette même température au printemps les ramène vers leur région originelle.

5. — Conclusions du paragraphe 4.

En réalité, la migration de ces sardines armoricaines qui comporte un voyage d'aller et un voyage de retour est en quelque sorte une migration saisonnière comparable à celle que nous avons suivie le long de la côte landaise pour les sardines aquitaniennes, mais elle est de plus grande amplitude.

Ainsi, indépendamment des déplacements peu conséquents de la côte vers le large et de celui-ci vers la côte ainsi que de la petite migration saisonnière le long de la côte des Landes, il existe pour la population sud du Golfe de Gascogne, deux courants annuels de migration (fig. 64). :

1° L'un du nord vers le sud en automne et en hiver qui amène une partie au moins des jeunes individus chassés du Nord par l'abaissement de la température, dans l'extrême Sud où ils hivernent;

2° L'autre du sud vers le nord à partir du printemps, entraînant d'abord les individus d'origine aquitaniennes venant de terminer leur ponte et, à leur suite, les jeunes individus d'origine armoricaine dont l'hivernage est terminé. Cette migration pour les unes comme pour les autres a ceci de particulier qu'elle est sans retour; aucune de ces sardines ne revenant jamais dans la zone sud où les unes sont écloses et ont passé leurs deux premières années et où les autres n'auront fait qu'un bref séjour d'un hiver.

Donc, chaque année, la population tout entière abandonne la région sud du Golfe et est remplacée par une autre population présentant les mêmes caractéristiques générales.

On doit logiquement penser que cette migration printanière vers le nord du Golfe n'est pas particulière à la seule population du secteur sud, mais qu'elle affecte aussi, sinon à un même degré, du moins de manière comparable les populations établies plus au nord. Nous avons, à plusieurs reprises rappelé que la diversité des classes d'âge des sardines croît du sud au nord. Nous voyons cet état de chose comme une conséquence de cette migration. Elle doit se faire par étapes successives et affecter toutes les populations de la race septentrionale qui auront à se déplacer d'autant plus au cours de leur existence, qu'elles seront plus éloignées de la zone nord (Manche) paraissant réaliser les meilleures conditions pour la biologie des adultes. En effet, si on en juge par les réactions des sardines aquitaniennes, il est vraisemblable qu'à mesure que la Sardine

vieillit, les modifications de sa physiologie la poussent à rechercher un milieu répondant à ses nouvelles exigences et qu'elle trouve de plus en plus au nord.

Ces migrations de jeunes vers le sud et d'adultes vers le nord brassent les populations, mélangent les

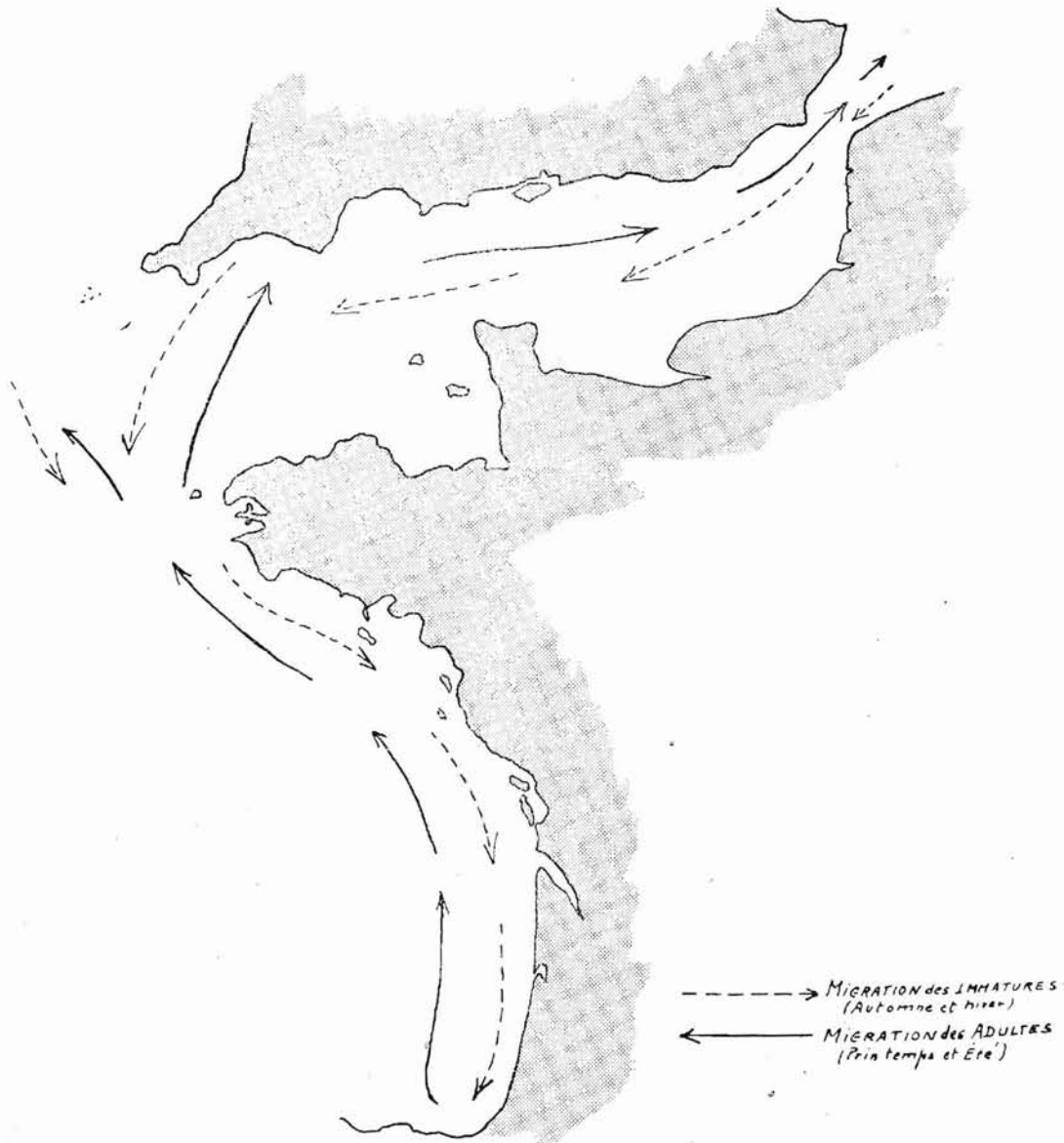


Fig. 64. — Les deux courants de migrations annuelles des Sardines de la race Atlantique septentrionale.

reproducteurs d'origines diverses et contrarient les différenciations tendant à diviser la race comme elles ont divisé l'espèce. Nous avons dit dans le chapitre précédent comment cette tendance, neutralisée dans une large mesure, laisse néanmoins subsister certaines différences anatomiques qu'un échantillonnage systématique et abondant permet de déceler et grâce auquel nous avons pu distinguer deux formes, aquitainienne et armoricaine, d'une même race atlantique septentrionale.

L'analyse des données relatives à la race atlantique méridionale nous a montré que de semblables migrations affectent selon toute probabilité les populations sud et ouest ibériques. Et nous avons montré d'autre part le mécanisme suivant lequel s'opère le peuplement de la zone intermédiaire (côte cantabrique) servant de limites aux deux races européennes.

Ainsi, les résultats obtenus pour une population particulière, celle de la région sud-ouest du littoral français, si on les juge valables, peuvent être généralisés et permettent d'expliquer bien des points restés obscurs de la biologie de la Sardine atlantique.

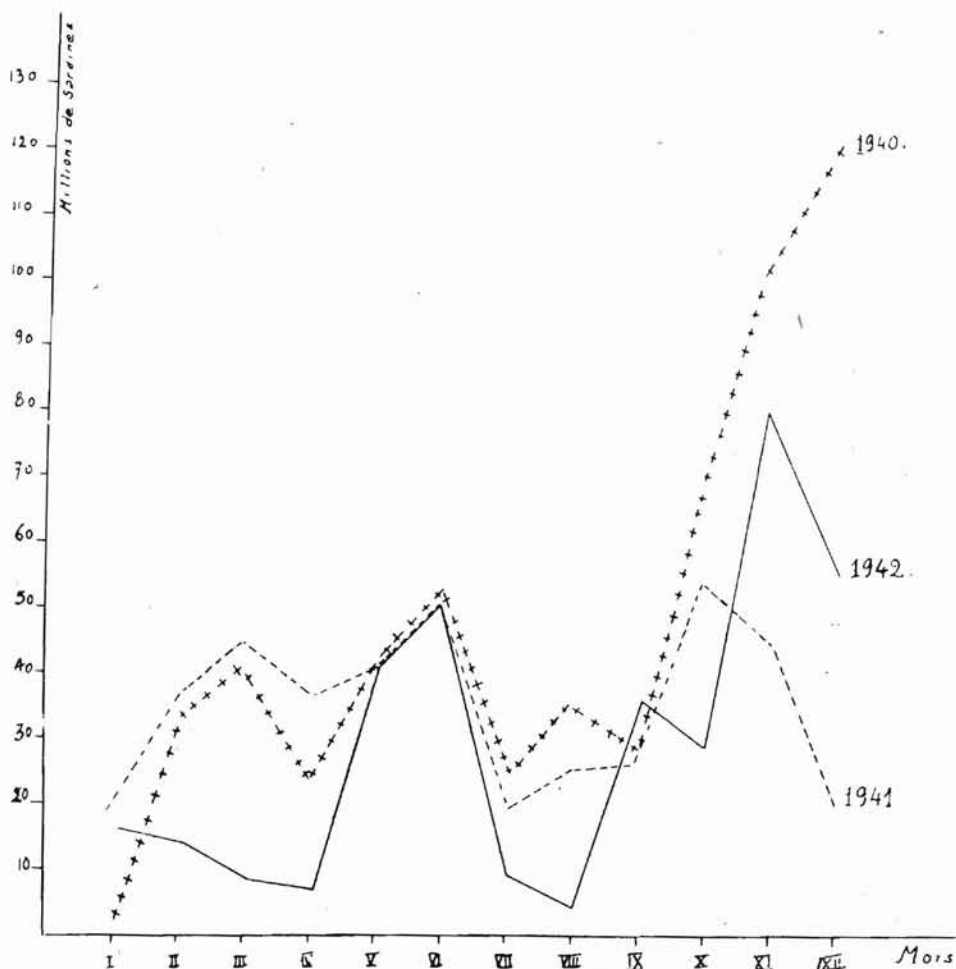


Fig. 65. — Graphique représentant la pêche moyenne pour chaque mois des années 1940, 1941 et 1942. Port de Saint-Jean-de-Luz.

6. — Contrôle de nos résultats par l'examen des statistiques de pêche.

Dans l'examen des statistiques de pêche du port de Saint-Jean-de-Luz, nous trouvons la confirmation de l'existence des différents déplacements que nous venons de décrire. Tout en tenant compte des éléments plus ou moins nombreux qui peuvent fausser une statistique nous voyons que la correspondance entre les courbes du graphique de la figure 65 et nos résultats est significative.

Dans ce graphique, nous avons représenté les pêches moyennes par jour et par bateau pour chaque

mois des années 1940, 1941 et 1942, pendant lesquelles nous avons poursuivi nos observations. Ces courbes nous donneront plus que les chiffres globaux une idée du comportement de la population.

1° La courbe de l'année 1940 présente un premier sommet en mars qui montre le retour vers la côte des individus, immatures et reproducteurs, qui s'en étaient écartés pendant les mois de janvier et de février.

La chute d'avril marque le début de la migration printanière.

Le sommet de juin indique l'arrivée dans la zone côtière des jeunes sardines aquitaniennes remplaçant celles, armoricaines, qui partent.

La chute de juillet-août confirme le déplacement saisonnier et la dispersion relative de cette jeune population le long de la côte landaise. La remontée rapide des mois d'octobre à novembre correspond à la concentration de prématuration et de ponte des sardines atteignant la maturité, ainsi qu'à l'arrivée d'un contingent important d'immatures armoricaines venant grossir la population locale.

Enfin, le minimum de janvier et de février coïncide avec l'éloignement vers le large d'une partie des reproducteurs et des immatures fuyant les conditions de milieu instables de la zone côtière.

2° La courbe de 1941 parallèle à la précédente, traduit la répétition des mêmes phénomènes. Le maximum de fin d'année est moins important toutefois; remarquons qu'il coïncide avec l'absence presque complète des sardines immatures du Groupe 0 lesquelles ne constituent que 16,4 p. 100 de la population de décembre tandis qu'elles comptaient pour 63,3 p. 100 dans la population du mois correspondant de l'année précédente.

3° La courbe de 1942 ne présente pas le maximum habituel de mars. Nous en avons l'explication puisque nous savons que cette année-là, une bonne partie des migrants avait déjà quitté la région dès la fin de la première quinzaine de ce mois.

L'augmentation des captures moyennes des mois de mai et de juin montre que, comme à l'habitude, les jeunes qui les remplacent sont arrivés en leur temps. Pour le reste de l'année, la courbe a la même allure générale que les précédentes.

Les résultats plus généraux tirés des statistiques plus anciennes et portant sur l'ensemble de dix-sept années consécutives nous indiquent que les mêmes phénomènes se reproduisent bien chaque année et que nos conclusions peuvent être généralisées. Toujours d'après les chiffres du port de Saint-Jean-de-Luz, nous avons dressé la courbe des pêches mensuelles moyennes pour la période comprise entre les années 1926 et 1942 incluses ainsi que la courbe des pêches moyennes par sortie pour la même période (fig. 66). Ces courbes ont sensiblement la même allure que les trois courbes annuelles de 1940, 1941 et 1942 et peuvent être interprétées de la même manière. Notons que la pêche mensuelle moyenne présente un sommet particulièrement élevé en mars, beaucoup plus accentué que celui des pêches moyennes par sorties. Ce sommet exprime comme nous l'avons vu le retour à la côte des reproducteurs qui s'en étaient éloignés en hiver, mais il traduit également le fait que la pêcherie se tenant généralement pendant ce mois à proximité du port de Saint-Jean, les bateaux peuvent se livrer chaque jour à deux sorties, ce qui augmente considérablement le tonnage du mois de mars. Notons également que l'abaissement des captures totales en juillet-août est beaucoup plus grand que celui des captures par sortie. Outre le déplacement vers le nord et la dispersion relative de la jeune population nouvellement constituée, il indique qu'à ce moment de l'année les pêcheurs abandonnent provisoirement la pêche de la Sardine pour celle plus profitable d'autres espèces (anchois et thons). Nous ferons remarquer enfin que cette diminution des captures en juillet et en août correspond avec le début de la campagne des sardiniers d'Arcachon plus

au nord; ce qui montre bien la réalité du déplacement de cette jeune population le long de la côte des Landes.

Les rapports de toutes ces courbes avec l'écologie de la Sardine telle que nous l'avons décrite peuvent donc se résumer de la façon suivante :



Fig. 66. — Pêche mensuelle moyenne pour une période de 17 années (de 1926 à 1942 inclus) et pêche moyenne par sortie pour la même période. Port de Saint-Jean-de-Luz.

- 1° *Maximum de mars*: retour à la côte des reproducteurs et des immatures qui s'en étaient écartés en hiver;
- 2° *Minimum d'avril*: migration définitive de la population;
- 3° *Maximum de juin*: arrivée à la côte des jeunes d'origine locale qui constitueront la nouvelle population;
- 4° *Minimum de juillet-août*: dispersion saisonnière le long de la côte des Landes;

5° *Maximum d'automne* : concentration de prématuration, puis de ponte des adultes et arrivée des immatures venant hiverner dans le Sud ;

6° *Minimum d'hiver* (janvier et février) : éloignement vers le large d'une partie de la population (reproducteurs et immatures les plus jeunes).

Ces différentes courbes tirées des statistiques de pêche de Saint-Jean-de-Luz trouvent donc une explication logique dans les résultats que nous avons obtenus et, en même temps, les confirment.

7. — Migrations périodiques mais non annuelles en rapport avec le phénomène des transgressions atlantiques.

Les migrations dont nous venons de parler sont annuelles ; mais la Sardine est susceptible de se livrer à d'autres déplacements moins fréquents, mais d'amplitude plus grande encore et paraissant présenter une

certaine périodicité. De tels déplacements amènent hors de leur domaine habituel les populations de race différente ; ils sont en relations directes avec les mouvements périodiques des masses d'eau atlantiques et correspondent aux maxima principaux des Transgressions définies par LE DANOIS (1934, 1938).

Les migrations de cette sorte sont mises en évidence par l'analyse des données antérieurement acquises sur les variations de la moyenne vertébrale des sardines du nord du Golfe de Gascogne et par nos observations personnelles sur la présence de sardines du type septentrional en des régions (Dogger-Bank) où l'espèce n'avait encore jamais été rencontrée.

On sait que les populations du Golfe de Gascogne qui appartiennent toutes à la race atlantique septentrionale sont caractérisées par une moyenne vertébrale égale ou supérieure à 52,00. Cependant, les moyennes calculées sur les côtes vendéennes en 1934 (Les Sables-d'Olonne : 51, 66), (BELLOC, DALMON, in LE GALL, 1937) et sur la côte bretonne en 1938 (Le Croisic : 51,46 et 51,55) sont nettement inférieures à celles des sardines fréquentant habituellement ces régions. Elles se rapprochent des moyennes des populations du type méridional et, avec les auteurs précités, on

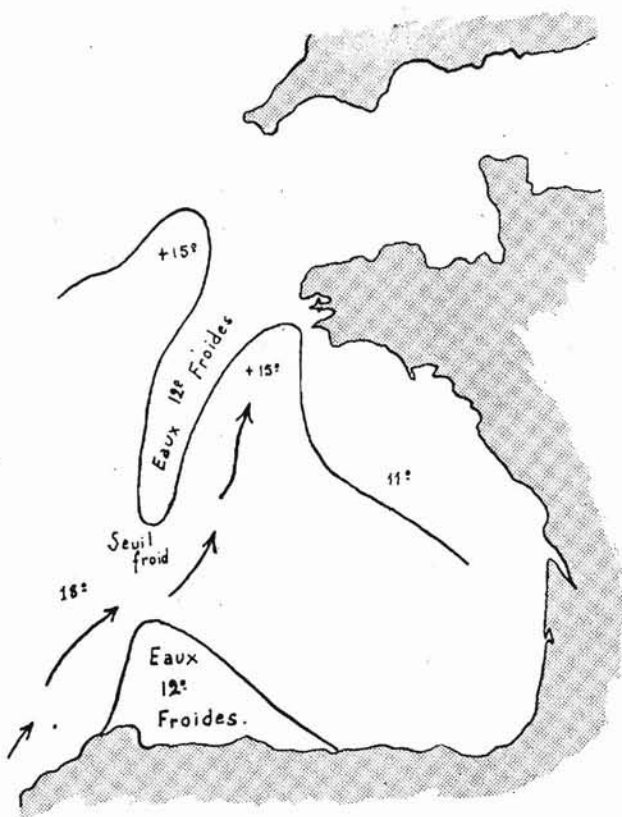


Fig. 67. — Carte montrant le cheminement probable de la migration des Sardines méridionales vers le nord en 1938.

ne peut les attribuer qu'à une poussée vers le nord de populations méridionales, à la faveur d'une puissante transgression.

En effet, du point de vue hydrologique, l'année 1934 a été caractérisée par un mouvement transgressif important (maximum semi-novennal, LE DANOIS 1934). L'année 1938 prévue par LE DANOIS comme devant être celle d'un maximum octodécimal a été marquée effectivement par une avancée précoce et particulière-

ment forte des eaux atlantiques (FURNESTIN 1939). La diminution de la moyenne vertébrale s'est donc montrée d'autant plus grande que la transgression a été plus forte et elle indique bien que la présence de sardines du type méridional dans le nord du Golfe est liée à la puissance de ce phénomène hydrologique.

Nos observations sur la moyenne vertébrale des populations annuelles de la région de Saint-Jean-de-Luz pour seize années consécutives (de 1928 à 1943) nous permettent de préciser le cheminement de ces sardines méridionales rencontrées en 1934 et en 1938 au nord du 46° Nord. En effet, l'abaissement de la moyenne vertébrale constaté sur les côtes de Vendée et de Bretagne au cours de ces deux années n'a pas affecté les populations du sud du Golfe de Gascogne. Pour ces dernières, en effet, qui appartiennent à la race septentrionale, la moyenne est restée très élevée (52,30 en 1938); aucun apport anormal d'origine méridionale n'est par conséquent venu modifier leur composition.

Les bandes de sardines méridionales présentes dans la région armoricaine et venues très vraisemblablement des côtes ouest ibériques n'ont donc pas progressé le long du littoral, car leur passage aurait été marqué dans le sud du Golfe par une diminution de la moyenne vertébrale de la population de Saint-Jean-de-Luz. Leur migration s'est effectuée selon toute probabilité directement à travers le Golfe de Gascogne, suivant l'axe transgressif qui franchit le seuil froid des Asturies et se dirige vers le Nord-Est atteignant ainsi la partie septentrionale du Golfe (fig. 67).

Il est intéressant de remarquer qu'à cette extension de la Sardine méridionale vers le Nord a correspondu un déplacement d'étendue égale de la Sardine septentrionale hors de son domaine, en des régions où sa présence peut être considérée comme exceptionnelle. Nous avons examiné, en effet, des individus adultes de 4 à 6 ans (FURNESTIN 1939) pêchés en juillet 1938 sur le « Tail-End » à l'extrémité nord-est du Dogger-Bank. Ces individus, comme nous l'écrivions devaient provenir des populations de la Manche orientale et du sud de la Mer du Nord auxquelles leur moyenne vertébrale de 52,11 les rattachait.

Ainsi que le montre la carte ci-contre (fig. 68), les limites des domaines respectifs des deux races atlantiques se sont déplacées d'une égale distance vers le Nord, au cours de cet été de l'année 1938.

La cause de ces déplacements doit être recherchée dans les variations des facteurs hydrologiques. Au cours de l'été 1938, les eaux à forte salinité (plus de 36 p. 1.000) et à température élevée se sont avancées jusqu'aux abords du Massif armoricain. Ces eaux se trouvant normalement très loin au large ainsi qu'à la latitude de la péninsule ibérique et constituant le milieu habituel des sardines de la Race atlantique

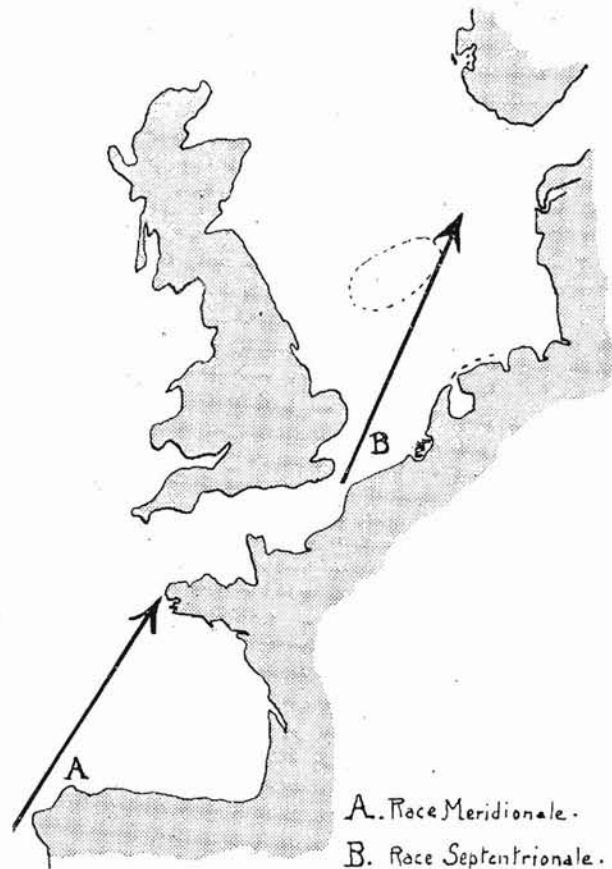


Fig. 68. — Migration vers le nord de populations des deux races Atlantiques pendant l'été de l'année 1938.

méridionale ont dû entraîner avec elles, dans leur progression vers le Nord une partie des individus appartenant à cette race.

Pareillement, dans la Mer du Nord, les conditions hydrologiques estivales rencontrées au Sud se sont retrouvées identiques jusqu'à une latitude élevée et ainsi les sardines adultes reproduisant normalement sur l'air de ponton du « Sandettié » ont pu progresser vers le Nord jusqu'à l'extrémité nord-est du Dogger-Bank.

Une telle migration a donc, en définitive, des causes différentes de celles qui provoquent la migration printanière de chaque année. Tandis que celle-ci est due soit aux changements de la physiologie des individus qui ne s'accommodent plus du milieu qui était le leur (Groupe 1), soit à une variation des conditions de ce même milieu (température) [Groupe 0]; celle-là est due simplement à un déplacement du milieu habituel de la Sardine, laquelle se déplace avec lui.

TROISIÈME PARTIE.

LA CROISSANCE ET L'ENGRAISSEMENT DE LA SARDINE DE LA ZONE SUD DU GOLFE DE GASCOGNE.

CHAPITRE PREMIER.

LA CROISSANCE.

1. — *Préliminaire.*

Les données que nous avons acquises sur la valeur des caractères L_1 et L_2 représentant respectivement les tailles atteintes au cours du premier et du second cycle de croissance vont nous permettre de préciser la notion de croissance chez la Sardine atlantique.

Comme les individus de la population sud du Golfe ne séjournent dans leur immense majorité dans la région basco-landaise qu'entre leur première et leur deuxième année, cette étude s'est pratiquement trouvée limitée au second cycle de croissance.

Nous avons dit qu'un cycle de croissance comporte deux périodes : l'une d'activité, l'autre de repos; pendant cette dernière, la croissance très ralentie pouvant être considérée comme nulle.

Nous commencerons donc par déterminer la durée exacte de chacune de ces deux périodes.

Pour la Sardine de la Méditerranée, leur durée est relativement bien connue. FAGE (1913, 1920) a montré que la période d'activité peut débuter en mars pour quelques individus et qu'elle s'arrête à l'automne pour reprendre au printemps suivant.

Il en est vraisemblablement de même pour la Sardine atlantique, mais en dehors des observations peu précises que rapporte F. DE BUEN (1925) sur la Sardine de Vigo et suivant lesquelles la période de repos comprendrait au moins les mois de janvier, février et même mars, on ne possède, à notre connaissance, aucune donnée.

La durée de chacune de ces périodes reste donc à établir; l'examen de près de 15.000 écailles nous a permis d'y parvenir en situant pour trois années consécutives le moment exact où commence et où se termine la période de croissance active.

2. — *Apparition de l'anneau d'hiver sur les écailles. Reprise de la croissance.*

On sait que le début d'un cycle de croissance se manifeste lorsque les écailles, élargissant leur surface par l'adjonction d'une nouvelle bande concentrique, laissent apparaître l'anneau qui s'est formé à la périphérie au cours de l'hiver précédent. L'examen des écailles systématiquement et régulièrement prélevées permettra donc de situer une nouvelle phase de croissance.

1^o Année 1941. — Cet examen des écailles nous a montré que pendant toute la période comprise entre

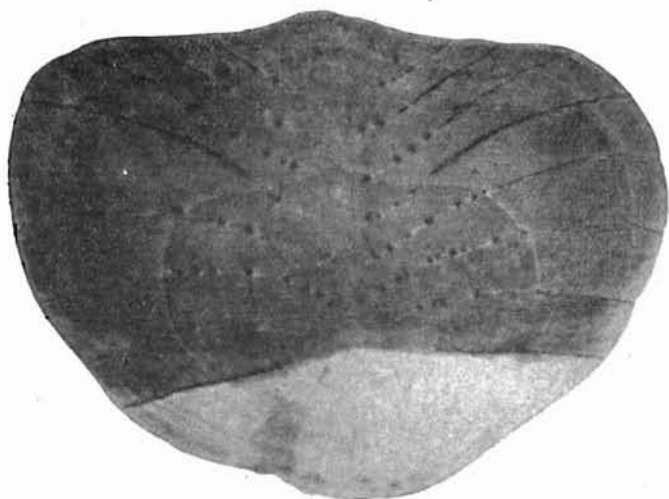


Fig. 69. — Écaille d'une sardine âgée de 3 ans révolus montrant l'auréole marginale qui précède l'apparition de l'anneau d'hiver au début d'un nouveau cycle de croissance.



Fig. 70. — Écaille d'une sardine âgée de 2 ans révolus, montrant le deuxième anneau d'hiver nouvellement dégagé et le début d'une troisième zone de croissance.

les mois de novembre 1940 et de mars 1941, leur structure externe n'est pas modifiée d'une manière apparente. Cependant, dès la deuxième quinzaine de mars, l'aspect des écailles change; on peut distinguer à leur périphérie une zone étroite, plus claire, en auréole, qui fait pressentir la fin de la période de repos, (fig. 69).



Fig. 71. — Écaille d'une sardine âgée d'un an révolu montrant le premier anneau d'hiver, nouvellement dégagé, et le début d'une deuxième zone de croissance.

Puis, brusquement, aux premiers jours d'avril, l'anneau devient visible, au delà duquel une autre zone de croissance se développe (fig. 70 et 71).

Quel que soit leur âge, toutes les sardines entrent dans une phase nouvelle de croissance à la même époque.

Le tableau suivant, dans lequel sont condensés les résultats des observations de cette année montre la rapidité et la simultanéité de ce phénomène.

DATE DE LA CAPTURE.	NOMBRE D'INDIVIDUS EXAMINÉS.	NOMBRE D'INDIVIDUS DONT LES ÉCAILLES portent la marque d'un nouvel anneau d'hiver.
Jusqu'au 21 mars 1941	Plusieurs centaines.	0 soit 0 0/0.
Du 21 au 26 mars 1941	265	2 soit 0,8 0/0.
Le 4 avril 1941	131	121 soit 91,5 0/0.
Après le 4 avril 1941	Plusieurs centaines.	Tous soit 100 0/0.

2^o Année 1942. — C'est à partir du 18 mars que l'auréole périphérique précédant le dégagement de l'anneau d'hiver se dessine sur les écailles de la plupart des individus. Puis la reprise de

la croissance s'amorce aussi rapidement qu'en 1941; elle se produit à la même date, à deux ou trois jours près.

DATE DE LA CAPTURE.	NOMBRE D'INDIVIDUS EXAMINÉS.	NOMBRE D'INDIVIDUS DONT LES ÉCAILLES portent la marque d'un nouvel anneau d'hiver
Jusqu'au 20 mars 1942	Plusieurs centaines.	0 soit 0 0/0.
Du 20 au 25 mars 1942	149	1 soit 0,7 0/0.
Le 31 mars 1942	41	35 soit 85,4 0/0.
Du 6 au 11 avril 1942	221	213 soit 95,9 0/0.
Après le 11 avril 1942	Plusieurs centaines.	Tous soit 100 0/0.

3° Année 1943. — Dès le 15 février, un certain nombre d'individus ont les écailles bordées de la zone claire annonçant la fin du repos hivernal et dans la première quinzaine du mois de mars quelques-uns ont déjà commencé leur croissance.

Dans l'ensemble les sardines de 1943 sont plus précoces de deux semaines environ que celles des deux années précédentes.

DATE DE LA CAPTURE.	NOMBRE D'INDIVIDUS EXAMINÉS.	NOMBRE D'INDIVIDUS DONT LES ÉCAILLES portent la marque d'un nouvel anneau d'hiver.
Avant le 1 ^{er} mars 1943	Plusieurs centaines.	0 soit 0 0/0.
Du 1 ^{er} au 22 mars 1943	168	11 soit 6,5 0/0.
Du 19 au 22 mars 1943	53	39 soit 73,6 0/0.
Le 6 avril 1943	50	50 soit 100 0/0.

Il ressort donc de ces observations répétées pendant trois années successives que toutes les sardines du sud du Golfe de Gascogne, quel que soit leur âge, commencent un nouveau cycle de croissance chaque année à la même époque : entre la deuxième quinzaine de mars et la première semaine d'avril.

3. — *Durée de la période d'activité et de la période de repos constituant un cycle complet de croissance.*

A partir des valeurs de L_1 et de L_2 qui représentent les tailles successives de la Sardine au cours de son premier et de son second cycle de croissance, nous pouvons obtenir la *croissance* correspondant à chacun de ces deux cycles. Nous la désignons par la lettre t .

T_1 qui est égal à L_1 représentera la croissance de la première année et t_2 qui est égal à $L_2 - L_1$ représentera la croissance de la deuxième année.

Les variations mensuelles de t_2 vont nous permettre de déterminer la durée des deux périodes d'activité et de repos du second cycle de croissance pour les deux Groupes 1 homologues, des années 1941-1942 et 1942-1943.

1° *Groupe 1 de l'année 1941-1942.* — Les valeurs successives de t_2 figurant dans le tableau ci-contre sont croissantes d'avril à novembre. Elles montrent que la croissance se poursuit jusqu'à la première quinzaine de novembre, puis cesse à partir de la deuxième quinzaine de ce mois. Elle ne reprendra qu'après une période de repos qui dure tout l'hiver, à la fin du mois de mars suivant.

MOIS.	VALEURS SUCCESSIVES DE t_2 . (en cms.)
Avril.....	0,81
Mai.....	2,79
Juin.....	4,61
Juillet.....	5,87
Août.....	6,67
Septembre.....	7,10
Octobre.....	7,54
Novembre (1 ^{re} quinzaine).....	7,73
Novembre (2 ^e quinzaine).....	7,73
Décembre.....	7,57
Janvier.....	7,75
Février.....	7,89
Mars.....	7,68

La période de croissance active comprise entre le 1^{er} avril 1941 et le 15 novembre 1941 a donc une durée de sept mois et demi et la période de repos qui lui succède, du 15 novembre 1941 au 31 mars suivant s'étend donc sur quatre mois et demi.

2° *Groupe 2 de l'année 1942-1943.* — La valeur de t_2 croît à partir d'avril jusqu'à la première quinzaine d'octobre. Cette année, la croissance s'arrête donc un mois plus tôt que l'année précédente et la période de repos qui se poursuivra jusqu'à la deuxième quinzaine de mars 1943 comprendra 5 mois environ.

Le cycle de croissance de 1942-1943 n'englobe donc pas l'année tout entière, mais seulement 11 mois environ.

MOIS.	VALEURS SUCCESSIVES DE t_2 . (en cms.)
Avril.....	1,37
Mai.....	3,62
Juin.....	5,49
Juillet.....	6,31
Août.....	7,34
Septembre.....	7,92
Octobre (1 ^{re} quinzaine).....	7,95
Octobre (2 ^e quinzaine).....	7,90
De novembre à mars (moyenne).....	7,90

Voici donc établie la durée de la croissance de la Sardine du Golfe de Gascogne pour deux années consécutives. Elle peut varier de manière assez sensible suivant l'année mais on peut dire qu'en général, la croissance débute au printemps (fin mars, début avril), se poursuit jusqu'à l'automne (mi-octobre, mi-novembre) et s'arrête pendant tout l'hiver, pour reprendre au printemps suivant.

4. — *Vitesse de la croissance mensuelle au cours du second cycle.*

Les chiffres portés sur les deux tableaux du paragraphe précédent permettent d'établir pour chaque année une courbe régulière de croissance (fig. 72) dans laquelle apparaît la vitesse de la croissance au printemps, puis son ralentissement à la fin de l'été.

Mais, à partir de ces mêmes chiffres, on peut calculer la vitesse de l'accroissement mensuel ⁽¹⁾ qui traduit en courbe (fig. 73) donnera une image plus frappante et plus détaillée du rythme de cette croissance.

Compte tenu des changements qui interviennent au cours de l'année dans la composition de la popu-

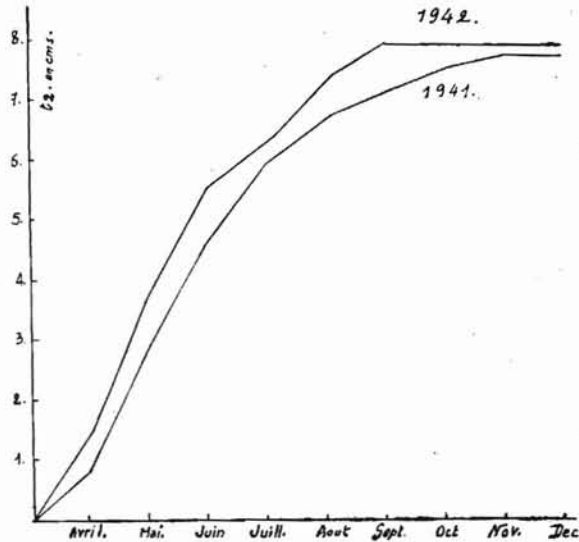


Fig. 72. — Courbes de la croissance moyenne (t_2) de la sardine pendant le deuxième cycle de croissance.

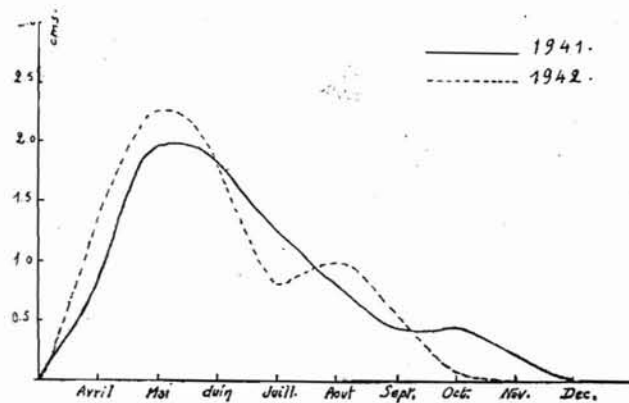


Fig. 73. — Courbes de l'accroissement mensuel de la sardine pendant le deuxième cycle de croissance.

lation et qui peuvent, dans une certaine mesure, troubler ces résultats, on remarque dans le tableau ci-contre que : pour les sardines de 1942 comme pour celles de 1941, la courbe d'accroissement a la même forme. Elle se divise en trois parties :

MOIS.	ACCROISSEMENT (en cm.).	
	ANNÉE 1941.	ANNÉE 1942.
Avril.....	0,81	1,37
Mai.....	1,98	2,25
Juin.....	1,82	1,87
Juillet.....	1,26	0,82
Août.....	0,80	1,03
Septembre.....	0,43	0,58
Octobre.....	0,44	0,00
Novembre.....	0,19	0,00
Décembre.....	0,00	0,00

(1) L'accroissement mensuel est obtenu en soustrayant la valeur t_2 d'un mois donné de la valeur t_2 du mois précédent.

- 1° Une branche ascendante marquant une courte période de croissance accélérée (avril-mai);
- 2° Une branche descendante traduisant une croissance encore rapide, mais atténuée, d'une durée variable suivant l'année;
- 3° Une troisième partie également plus ou moins longue caractérisée par une accélération secondaire puis un arrêt complet de la croissance.

Ainsi, la croissance s'effectue avec une vitesse variable mais sur un rythme qui reste le même chaque année.

Comme nous le montrent les courbes précédentes, la vitesse de la croissance peut subir, d'une année à l'autre, des variations assez importantes. Lorsqu'on cherche à définir les causes possibles de ces différences, l'une des premières hypothèses qui vient à l'esprit est celle qui lie la vitesse de la croissance actuelle (du second cycle) à l'amplitude de la croissance du cycle précédent.

Les données qui sont à notre disposition nous permettent de saisir ces relations; il suffit pour cela de confronter les valeurs respectives de l'accroissement pendant le second cycle (c'est-à-dire, d'une part t_2) et pendant le premier cycle (c'est-à-dire d'autre part, t_1).

	VALEUR MOYENNE DE t_1 . (en cm.)	VALEUR MOYENNE DE t_2 . (en cm.)
Hiver 1940-1941.....	8,10	7,00
Hiver 1941-1942.....	7,82	7,70
Hiver 1942-1943.....	5,66	7,90

Les chiffres du tableau ci-dessus résument l'essentiel du phénomène et montrent que la valeur de t_2 augmente lorsque celle de t_1 diminue.

Nous savons que t_1 qui est égale à L_1 traduit d'une façon précise l'âge du poisson puisqu'elle dépend de la durée du premier cycle de croissance. Ce sont donc les individus les plus jeunes (valeur t_1 la plus faible) qui ont, comme il est naturel, la plus forte croissance au cours du second cycle.

Afin de préciser la valeur de la croissance des sardines des différents âges, nous avons calculé la valeur moyenne de t_2 de tous les individus éclos au cours d'une même année, en les groupant suivant les valeurs successives de L_1 (ou t_1). Nos résultats figurent dans les deux tableaux suivants et sont graphiquement exprimés par les courbes de la figure 74.

Année 1941-1942. Valeur moyenne de t_2 suivant la classe d'âge (L_1).

MOIS.	VALEUR DE t_2 EN FONCTION DE L_1 (en cms).								
	L_1 5.	L_1 6.	L_1 7.	L_1 8.	L_1 9.	L_1 10.	L_1 11.	L_1 12.	L_1 13.
Avril.....	#	#	#	2,0	1,7	1,3	0,9	0,6	0,4
Mai.....	#	#	4,4	3,8	2,8	2,1	2,2	2,0	#
Juin.....	6,0	5,8	5,4	4,8	4,4	4,0	3,5	3,0	#
Juillet.....	8,0	7,1	6,3	5,7	5,1	4,6	4,4	#	#
Août.....	8,6	7,8	6,9	6,3	5,4	5,2	#	#	#
Septembre.....	8,8	8,1	7,3	6,7	5,8	5,5	#	#	#
Octobre.....	9,1	8,8	8,0	7,3	6,6	6,0	#	#	#
Novembre.....	10,0	9,1	8,2	7,4	6,7	6,0	#	#	#
Décembre à mars.....	10,0	9,1	8,3	7,4	6,8	6,4	#	#	#

Année 1942-1943. Valeur moyenne de t_2 suivant la classe d'âge (L_1)

MOIS.	VALEUR DE t_2 EN FONCTION DE L_1 (en cms).							
	L_1 5.	L_1 6.	L_1 7.	L_1 8.	L_1 9.	L_1 10.	L_1 11.	L_1 12.
Avril.....	#	#	3,3	3,3	1,7	1,0	1,0	0,9
Mai.....	#	4,3	4,7	3,9	3,7	3,0	2,9	#
Juin.....	6,0	5,8	5,7	5,2	4,8	4,2	#	#
Juillet.....	7,2	6,4	6,2	5,6	#	#	#	#
Août.....	7,9	7,3	6,9	6,1	#	#	#	#
Septembre.....	8,5	7,7	7,0	6,1	#	#	#	#
Octobre.....	8,5	7,8	7,1	6,3	#	#	#	#
Novembre à mars.....	8,3	7,8	7,5	#	#	#	#	#

La différence d'âge entre les sardines de deux classes voisines, par exemple la classe L_1 5 centimètres et la classe L_1 6 centimètres, est très petite. Issues d'une même ponte, les premières ont seulement quelques semaines de moins que les secondes. Leur croissance au cours du second cycle est cependant nettement plus forte.

Il en est de même pour les autres classes, bien que pour toutes, la croissance débute et se termine à la même époque. Les résultats de nos deux tableaux sont, à ce point de vue, concordants.

Le potentiel de croissance de la Sardine est donc variable; dès la seconde année, il décroît rapidement et sa diminution est appréciable même pour une différence d'âge très petite.

On pourra remarquer, en comparant les chiffres des deux tableaux ci-dessus que, en dehors de ces résultats, si pour les individus d'âge correspondant de 1941 et de 1942 la croissance est sensiblement identique aux mois d'avril, mai et juin, par la suite les individus de 1941 ont grandi davantage que ceux de 1942. La différence se solde par un écart de 1 centimètre à 1 cm. 5 à l'avantage des premiers. Notre échantillonnage n'ayant pas été faussé par la sélectivité des filets qui a si souvent gêné les auteurs dans leurs recherches sur la croissance, ceci nous montre que, indépendamment de l'âge, il existe des variations annuelles assez considérables de la croissance. On voit que ces variations n'affectent pas seulement telle ou telle catégorie de sardines; elles sont parallèles pour toutes les classes d'âge. De telles variations sont donc dues, vraisemblablement, aux mêmes facteurs généraux : conditions de milieu et de nutrition.

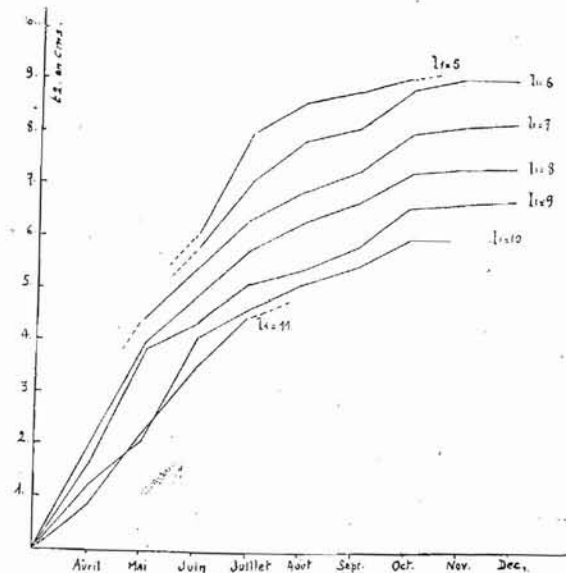


Fig. 74. — Courbes des valeurs mensuelles moyennes de t_2 (croissance du deuxième cycle) en fonction de L_1 (durée du premier cycle). Sardines du Groupe 1 (année 1941).

5. — Rapport entre l'âge et la taille.

Nous avons admis, et les faits exposés nous l'ont montré, que la Sardine du Golfe de Gascogne a un an révolu lorsqu'elle atteint la taille de 7-8 centimètres; la croissance de sa deuxième année est donc la même (ta 7-8 cm.) que celle de sa première année. A deux ans, elle aura par conséquent une taille de 15-16 centimètres. Il sera donc légitime d'attribuer, sans

risque d'erreur trop grande, l'âge de deux ans aux individus mesurant cette taille.

Cependant, la détermination de l'âge de la Sardine à partir des mensurations directes restera précaire. Ce qui précède nous a montré, en effet, que les jeunes éclos au printemps compensaient à la fin de leur deuxième cycle de croissance, une partie de la différence de taille qui les séparait initialement des sardines provenant de pontes de l'été précédent et ayant par conséquent une dizaine de mois de plus.

Nous disposons d'un matériel suffisamment abondant pour rechercher dans quelle mesure cette différence initiale de taille se trouve compensée à la fin du second cycle de croissance.

Prenons à cette fin la taille (L_2) moyenne des différentes classes de sardines pendant l'hiver (de novembre à mars) qui termine leur deuxième cycle de croissance (voir tableau p. suivante).

Retenons de ce tableau les classes L_1 5 centimètres à L_1 10 centimètres pour lesquelles nous avons un nombre suffisamment élevé d'individus.

La différence de taille est nettement moindre à la fin du second cycle de croissance qu'à la fin du premier (fig. 75).

En 1940-1941, cette différence entre les extrêmes L_1 5 centimètres et L_1 10 centimètres qui était initialement de :

$$\begin{aligned} 10 \text{ centimètres moins } 5 \text{ centimètres} &= 5 \text{ centimètres n'est plus que de :} \\ 15 \text{ cm. } 62 \text{ moins } 14 \text{ cm. } 10 &= 1 \text{ cm. } 52. \end{aligned}$$

Par un calcul très simple on voit que les individus les plus jeunes éclos au printemps ont comblé 70 p. 100 environ de la différence de taille les séparant un an plus tôt des individus nés à l'automne précédent et âgés de 6 mois de plus environ.

Pour l'année 1941-1942, la même opération nous donne : une taille initiale de 10 centimètres — 5 centimètres, soit une différence de 5 centimètres; puis à la fin du second cycle, une taille de 16 cm. 45 — 15 cm. 04, soit une différence de 1 cm. 41. Les individus les plus jeunes ont donc comblé, là encore, 70 p. 100 environ de la différence de taille les séparant, un an plus tôt, des plus âgés.

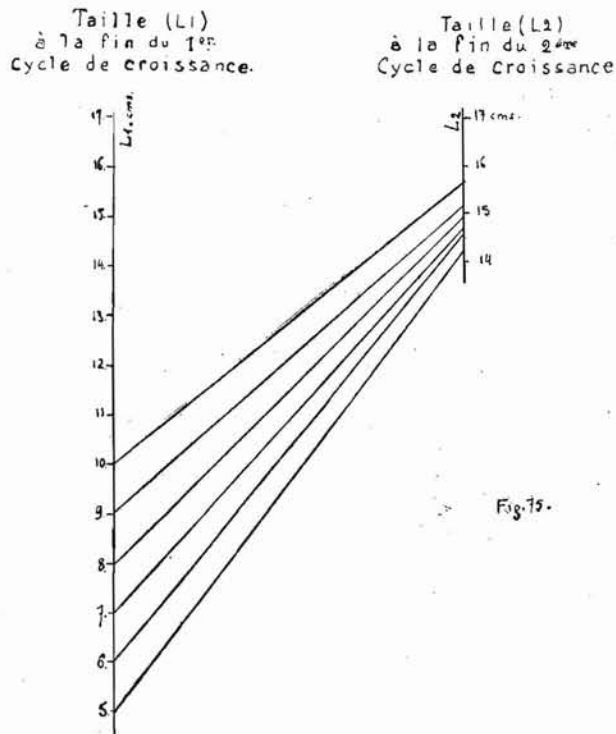


FIG. 75. — Schéma montrant la régularisation de la taille au cours du second cycle de croissance pour des sardines écloses à des moments différents d'une même période de ponte. (Groupe 1 de l'année 1941-1942.)

Ainsi, la croissance du second cycle est nettement régulatrice; pas autant cependant que ne le suppose FAGE (1920) selon qui la deuxième période de croissance s'achève pour tous les individus, quelle que soit la latitude (dans la période d'éclosion) à peu près à la même taille, soit 15 cm. 5. Nos résultats montrent, en effet, qu'il subsiste encore une différence sensible de 1 cm. 5 environ.

CLASSES.	VALEUR MOYENNE DE L ₂ .	
	HIVER 1940-1941.	HIVER 1941-1942.
Classe L ₁ 5 cm.....	14,10	15,04
Classe L ₁ 6 cm.....	14,62	15,12
Classe L ₁ 7 cm.....	14,82	15,31
Classe L ₁ 8 cm.....	15,00	15,48
Classe L ₁ 9 cm.....	15,18	15,86
Classe L ₁ 10 cm.....	16,62	16,45

Les données apportées dans cette étude montrent bien, en outre, que la croissance des deux premières années, dépendant essentiellement de la période d'éclosion des individus, sans tenir compte de leur origine, n'a pas la valeur que certains auteurs ont voulu lui attribuer comme caractère différentiel de races.

6. — Résumé du chapitre I.

En résumé, l'étude de la croissance pendant le second cycle nous a permis :

1° De connaître la durée de chacune des deux périodes (période d'activité et période de repos) qui constituent un cycle complet de croissance. La période de croissance active commence chaque année, à la même date; rendue perceptible par l'apparition de l'anneau d'hiver sur les écailles, elle débute dans les derniers jours de mars et les premiers jours d'avril et se termine, suivant l'année, entre la mi-octobre et la mi-novembre. Sa durée est donc de six mois et demi à sept mois et demi. La période de repos qui lui succède s'étend donc sur quatre mois et demi à cinq mois et demi pendant la période d'hiver;

2° De calculer la vitesse de cette croissance : accélérée entre les mois d'avril et de mai, elle se ralentit fortement au cours des mois suivants;

3° De préciser l'influence de l'âge sur la croissance. La croissance, au cours du second cycle, est d'autant plus forte que la durée du premier cycle a été plus courte, donc que l'individu est plus jeune. En conséquence, cette croissance du second cycle est compensatrice. Pour un groupe provenant d'une même ponte, les individus ayant 5 à 6 mois de moins que les autres comblent 70 p. 100 de la différence de taille qui les en séparait un an plus tôt.

CHAPITRE II.

LA TENEUR EN GRAISSES.

1. — *Préliminaire.*

Le fait que la teneur en graisse de la Sardine augmente puis diminue au cours d'une même année est bien connu des pêcheurs, des industriels et des naturalistes. Cet engraissement et cet amaigrissement successifs de la Sardine ont été étudiés systématiquement en quelques points du littoral atlantique, notamment par RAMALHO et WAGNER (1936) au Portugal, par LEGENDRE et FAGE (1914) à Concarneau, par HICKLING (1938) en Cornouaille britannique.

Nous avons de même étudié ce phénomène dans la région de Saint-Jean-de-Luz. Les variations de la teneur en graisses de la Sardine de cette région ont été ainsi observées pendant deux années et demie complètes et nous avons recherché les relations possibles de ces variations avec celles des facteurs biologiques tels que l'âge, la croissance, l'état sexuel, ou éthologique comme l'alimentation, ainsi que les conditions de milieu : état de la mer, température.

2. — *Variations mensuelles de la teneur en graisses.*

Les dosages de graisses que nous avons effectués pendant la période comprise entre novembre 1941 et mai 1943 figurent dans le tableau n° XV; on trouvera également dans les tableaux n°s XIII et XIV, la répartition suivant la teneur en graisse mésentérique de tous les individus examinés au cours de nos recherches ainsi que leur stade moyen d'adiposité.

Comme pour l'étude des autres caractères, notre matériel a été divisé, suivant l'âge des individus, en un Groupe 1 et un Groupe 0 que nous étudierons successivement.

1° GROUPE 1 (fig. 76). — Chez ces sardines que nous pouvons suivre pendant toute une année, entre leur 12^e et 24^e mois, la teneur en graisses augmente d'une façon continue à partir du mois d'avril. Elle atteint son maximum en automne, se maintient à un taux élevé jusqu'en décembre-janvier, puis diminue brusquement et dans de fortes proportions à la fin de l'hiver; elle est extrêmement faible en mars. Au mois d'avril suivant, elle augmente de nouveau légèrement et un nouveau cycle d'engraissement commence. La migration des individus de ce Groupe à la fin de leur deuxième année ne nous permet pas d'observer plus avant ce nouveau cycle, mais les résultats obtenus par FAGE et LEGENDRE pour les sardines de Concarneau, âgées de 3 ans et par HICKLING pour les pilchards de Cornouaille qui sont des sardines âgées de plus de 3 ans nous montrent bien que pendant toute une partie de son existence, la Sardine est soumise à un engraissement cyclique annuel.

Chaque année, du printemps à l'automne, elle accumule des réserves de graisses dans ses tissus et dans sa cavité générale, puis consomme rapidement ces réserves au cours des derniers mois d'hiver.

Dans nos résultats, on remarquera que si le rythme de l'engraissement reste sensiblement le même, la quantité des graisses emmagasinées peut varier considérablement d'une année à l'autre. Il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer les chiffres obtenus d'une part, pour les individus du Groupe 1 de la fin de l'année 1941 et d'autre part pour ceux du Groupe correspondant de la même période de l'année 1942

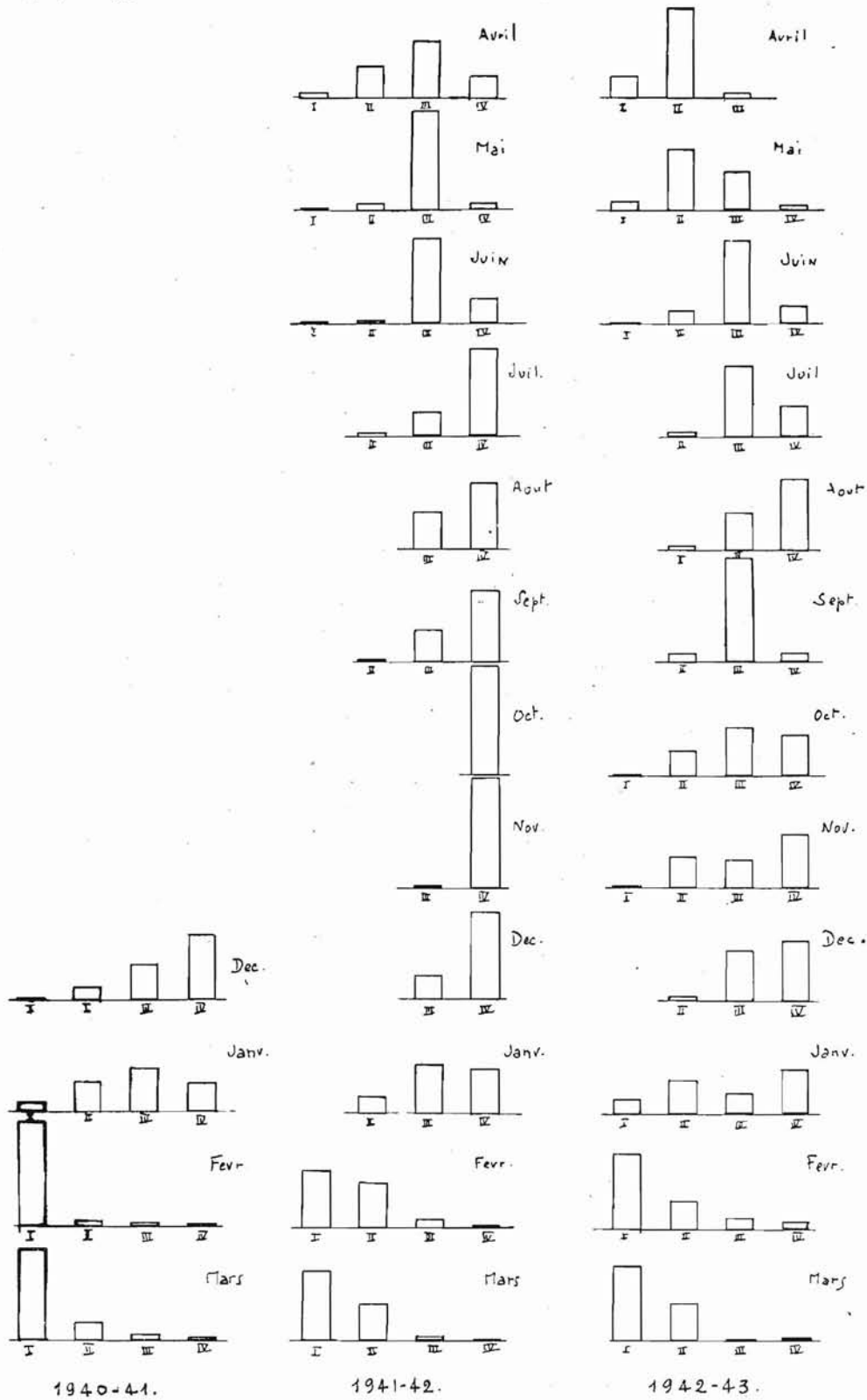


Fig. 76. — Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 1 suivant le stade d'adiposité (graisse mésentérique).

(fig. 14). Ils peuvent varier du simple au double. Nous passerons tout à l'heure en revue les causes possibles de telles variations qui, nous le verrons, sont principalement dues aux différences d'âge que les individus présentent entre eux.

2° GROUPE 0 (fig. 77). — Nous ne pouvons suivre les sardines de ce Groupe que pendant les derniers mois de l'année puisqu'ils n'arrivent dans la zone côtière de la région qu'à l'arrière-saison ou même en hiver.

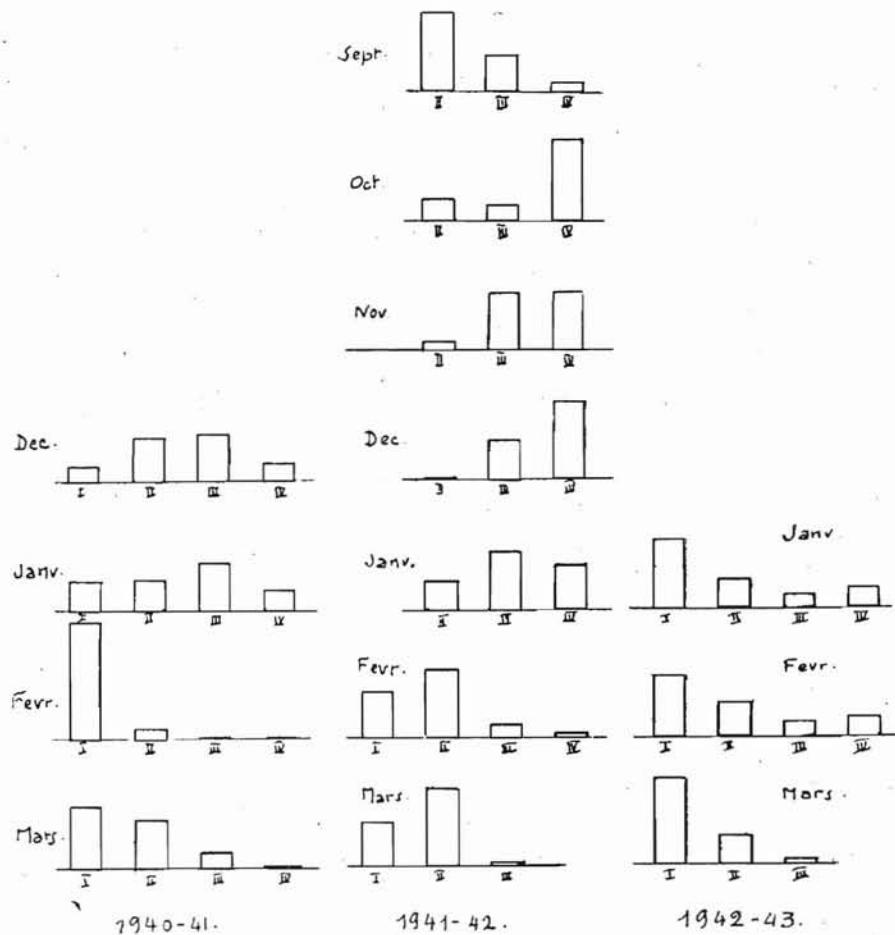


Fig. 77. — Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 0 suivant le stade d'adiposité (graisse mésentérique).

Mais les résultats portés dans le tableau n° XIV sont suffisants pour nous montrer que le cycle d'engraissement de ces jeunes individus est le même que celui des sardines plus âgées du Groupe 1. Moyennement gras lorsqu'ils arrivent en automne ou au début de l'hiver, ils perdent rapidement leurs réserves pendant les deux derniers mois de l'hiver et, dès le début du printemps, en avril, commencent à les récupérer.

La périodicité de l'engraissement et de l'amaigrissement consécutif des sardines du Golfe de Gascogne, quel que soit leur âge, étant démontrée, nous rechercherons quelle peut être l'influence des différents facteurs énumérés plus haut, sur la teneur en graisses de ces sardines. Mais auparavant, nous parlerons de la teneur en eau que nous avons dû calculer en même temps que la teneur en graisses lors de nos dosages par la méthode Soxhlet.

3. — Variations de la teneur en eau.

Comme on peut le voir dans le tableau n° XV, le pourcentage d'eau contenue dans les tissus varie en raison inverse de celui des graisses. L'eau peut constituer de 66,26 à 78,90 p. 100 du poids total de la chair. Les pourcentages d'eau et de graisses additionnés donnent un chiffre à peu près constant, oscillant faiblement entre 76,16 et 80,60 p. 100 du poids total de la Sardine étêtée et éviscérée; sa moyenne est de 78,39 p. 100.

Ces résultats concordent avec ceux des auteurs précités. Il semblerait comme l'écrit FAGE (1920) que la teneur en eau augmente lorsque celle des matières grasses diminue et inversement. Cependant, il résulte des travaux de WAGNER et RAMALHO que cette déshydratation des tissus de la Sardine proportionnellement à l'augmentation des quantités de graisses n'est qu'apparente. Ces auteurs ont, en effet, constaté que lorsque la quantité de graisses augmente, la quantité d'eau ne diminue pas; elle augmente au contraire, mais dans des proportions bien moindres d'où une déshydratation apparente. Cette remarque est importante, nous n'avons pu la vérifier car nos analyses portent sur des lots d'individus et non sur des individus isolés, mais elle est très vraisemblable. En effet, l'eau étant plus dense que la graisse, si la Sardine perdait de l'eau en proportion de ses gains en lipides, son poids devrait diminuer; or, il est bien établi que la Sardine gagne du poids au fur et à mesure de son engraissement. Sa teneur en eau reste donc au moins stationnaire et le gain de poids supplémentaire qu'elle réalise est dû surtout à l'accumulation de matières grasses dans les tissus et dans la cavité viscérale.

4. — Influence de l'âge sur l'engraissement.

Au cours de nos observations, nous avons très vite remarqué que l'âge est un des facteurs déterminant de l'engraissement de la Sardine. Parmi les nombreux exemples que nous avons relevés, en voici quelques-uns de particulièrement concluants :

1° Les individus du Groupe 1 ont toujours une teneur en graisses supérieure à ceux du Groupe 0, prélevés et analysés le même jour. Ainsi, les teneurs en graisses fournies par l'analyse du 1^{er} mars 1942, sont de : 3,75 p. 100 pour les sardines du Groupe 1 âgées de 2 ans et de 1,70 p. 100 seulement pour celles du Groupe 0 âgées de 14-15 mois.

Il en est de même pour l'analyse du 25 janvier 1942; les individus du Groupe 1 ont 5,16 p. 100 de graisses et ceux du Groupe 0 2,07 p. 100 seulement.

2° Cela apparaît également pour les individus d'un même Groupe séparés par une très petite différence d'âge : les deux analyses faites le 25 juin 1942 nous montrent que les individus mesurant 15 cm. 65 et ayant deux à quatre mois environ de plus que ceux de 13 cm. 30 sont nettement plus gras (9,01 p. 100 contre 3,97 p. 100).

Un autre exemple : le Groupe 1 de l'hiver 1942-1943 avec une taille moyenne de 13 cm. 56, plus jeune de quelques mois que le Groupe correspondant de l'hiver 1941-1942 (taille moyenne : 15 cm. 52) a une teneur en graisses près de deux fois moins forte (6 à 7,5 p. 100 contre 11 à 12,25 p. 100).

5. — Rapports entre la croissance et l'engraissement.

Ainsi, tout au moins au cours des deux premières années de sa vie, la Sardine est d'autant plus grasse qu'elle est plus âgée. FAGE (1920) enregistrant le même phénomène écrit que le faible engraissement constaté au cours de la première année est en rapport avec la croissance rapide du corps, laquelle est incompat-

tible avec la constitution de réserves. Nous avons vu, en effet, que la croissance est inversement proportionnelle à l'âge; c'est le contraire qui se produit pour la teneur en graisses. C'est vraisemblablement une des raisons pour lesquelles les individus âgés de 3 ans dont le potentiel de croissance est déjà fortement diminué sont toujours beaucoup plus gras (automne 12 à 16 p. 100 de graisses) que les individus de 1 an et de 2 ans (5 à 10 p. 100 de graisses) dont les possibilités de croissance sont encore très fortes. Mais si la croissance peut, dans une certaine mesure, ralentir l'engraissement, ces deux phénomènes ont cependant une marche parallèle. Au cours d'un même cycle annuel, ils passent l'un et l'autre par une phase positive

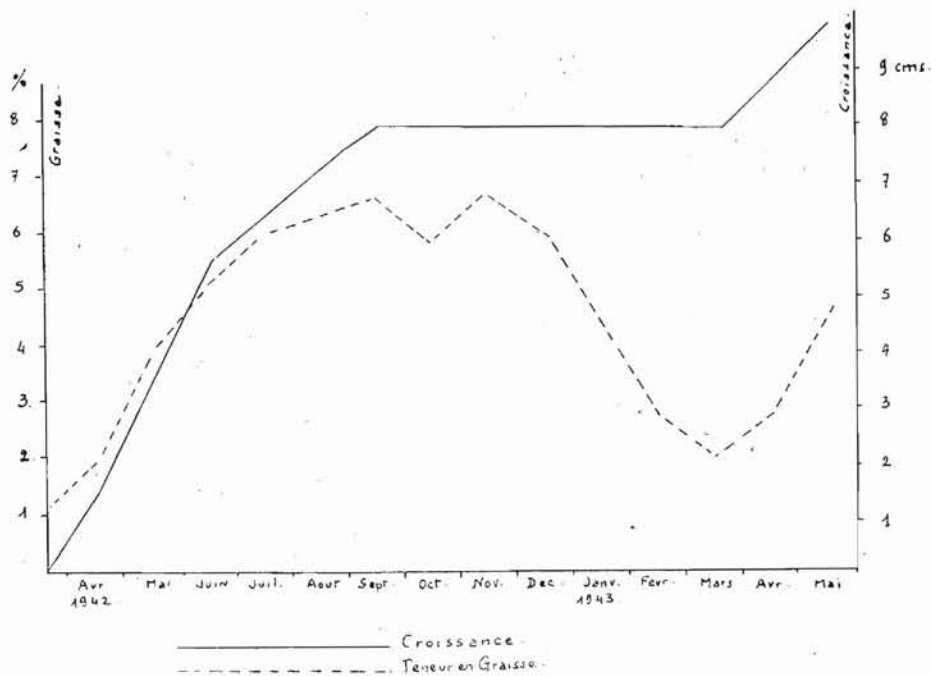


Fig. 78. — Courbes représentatives de la croissance et de la teneur en graisses (en p. 100 de la substance humide) des Sardines du sud du Golfe de Gascogne au cours de leur deuxième année d'existence.

et une phase négative ayant respectivement la même durée pour chacun d'eux. Ceci est normal si on considère que croissance et engraissement ne font que traduire le même phénomène général de croissance : l'un représentant l'allongement du corps, l'autre participant de l'augmentation en poids de l'individu.

C'est ce que nous indiquent les valeurs mensuelles moyennes de ces deux caractères pour une même population annuelle, celle de 1942-1943. Ces valeurs transcrites en courbes (fig. 78) nous montrent que l'allongement du corps et l'engraissement débutent ensemble en avril et sont sensiblement parallèles jusqu'en automne. La légère divergence des deux courbes entre les mois de juillet et d'octobre provient de ce que la migration que nous avons constatée est encore très forte à cette époque. Les individus qu'elle entraîne sont remplacés par d'autres plus jeunes qui, de ce fait, ont une croissance plus forte et, par conséquent, une teneur en graisses moindre.

Mais pour tous les individus, l'augmentation de taille et l'accumulation de réserves cessent en même temps. En effet, à partir de septembre, la croissance s'arrête et la teneur en graisses commence à diminuer.

6. — *Rapports entre l'évolution sexuelle et l'engraissement.*

On sait que chez la plupart des espèces, l'élaboration des produits sexuels a un grand retentissement sur toute l'activité biologique de l'individu. Elle engendre des troubles plus ou moins profonds se manifestant toujours par une perte considérable des réserves accumulées au cours de la phase de vie active précédant l'évolution vers la maturité sexuelle.

Dès que cette évolution sexuelle commence, les individus frappés d'anorexie ne s'alimentent plus, maigrissent; toutes leurs fonctions semblent être sacrifiées à celle de la reproduction.

Les auteurs admettent que l'influence de l'évolution sexuelle sur l'état d'adiposité de la Sardine est consi-

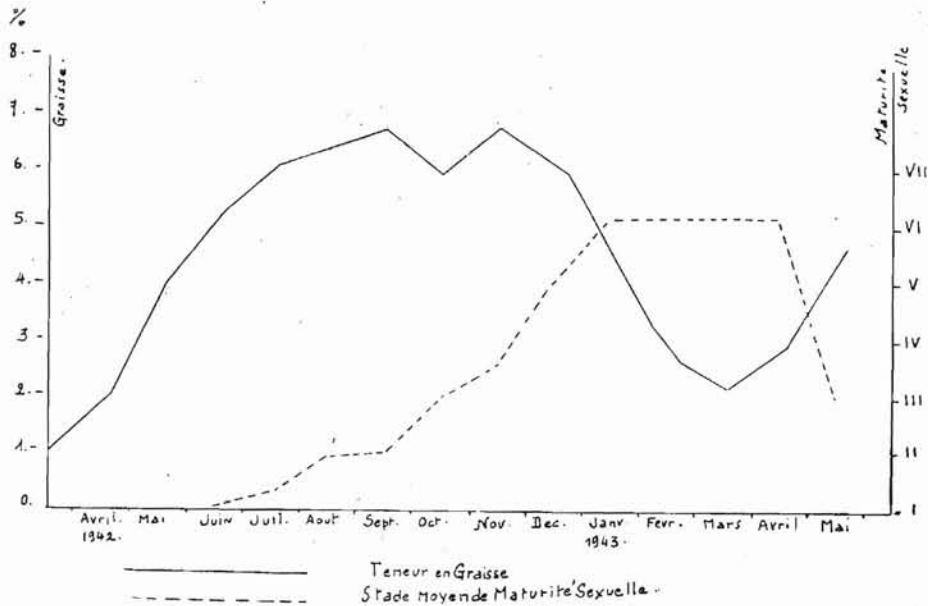


Fig. 79. — Courbes représentatives de la teneur en graisses (en p. 100 de la substance humide) et du stade mensuel moyen de maturité sexuelle des Sardines du sud du Golfe de Gascogne au cours de leur deuxième année d'existence.

dérable et très apparente; les reproducteurs seraient fort maigres tant que durerait l'élaboration des produits sexuels tandis que leur teneur en graisses augmenterait rapidement après la ponte.

Cependant, les résultats de nos recherches nous font rejeter cette opinion. Contrairement à ce qui se passe chez nombre d'espèces, l'évolution sexuelle n'a qu'une répercussion très secondaire sur l'état d'adiposité de la Sardine.

Il va sans dire que pour élaborer ses produits sexuels, ce poisson comme tous les autres, puise les éléments nécessaires dans les réserves qu'il s'est préalablement constituées. Mais son équilibre biologique n'est pas sensiblement affecté par l'élaboration de ses produits sexuels non plus que par sa ponte, et pendant cette période d'évolution si critique chez d'autres espèces, la Sardine ne modifie guère son comportement. Son alimentation reste active, sa mobilité très grande et ses possibilités d'engraissement et de croissance ne sont pas apparemment diminuées.

Notre matériel nous permet de saisir assez nettement les rapports existant entre les phénomènes de l'évolution sexuelle et de l'engraissement. Les sardines étudiées par nous sont des jeunes âgées de 1 à 2 ans. Nous les suivons à partir d'un âge où elles sont encore immatures pendant toute une période particulièrement importante de leur vie. Elles vont en effet successivement atteindre leur puberté, boucler leur premier cycle sexuel qui les conduira à la complète maturité et à la ponte à la fin de l'année.

Dressons les courbes du stade moyen de maturité sexuelle et de la teneur en graisses au cours de la deuxième année d'existence de la Sardine du sud du Golfe de Gascogne (fig. 79). Nous voyons que l'engraissement débute dès avril alors que la Sardine âgée de 13 à 15 mois à peine n'a pas encore commencé son évolution sexuelle. Cette évolution s'amorcera en juillet-août, à l'âge de 16-18 mois, mais la Sardine continuera pendant ce temps à emmagasiner des réserves sans que cette crise de puberté paraisse la gêner.

Durant l'automne, l'évolution sexuelle se poursuit, amenant les individus à maturité et l'engraissement cesse. Mais pendant le premier mois de la ponte, entre la fin de novembre et la fin de décembre, les reproducteurs sont toujours très gras : leurs viscères sont enrobés dans de gros cordons de graisse blanche et leurs tissus contiennent également un pourcentage important de lipides (voir tableau n° XV). En voici un exemple : les individus analysés le 15 décembre 1941 se trouvant en pleine ponte (stade moyen de maturité sexuelle : V, 6) ont encore une teneur en graisse élevée (11,52 p. 100).

Ce n'est que vers le milieu de la période de ponte (mi-janvier) que se produit la fonte massive des graisses ; elle s'accroît encore en février et en mars.

Mais dès que le beau temps revient, en avril, pour tous les individus effectuant encore leur ponte, comme pour ceux qui l'ont terminée, les réserves perdues se reconstituent en même temps que reprend la croissance. Nous en avons un exemple précis au début de chaque printemps.

Les sardines de deux ans, étudiées en mars 1941 et se trouvant en pleine période de reproduction (stade moyen de maturité sexuelle : V, 70) étaient maigres (stade moyen d'adiposité : 1,28). Un mois plus tard, en avril, les derniers reproducteurs encore présents dans la région et y terminant leur ponte (stade moyen V, 60) avaient amorcé un nouveau cycle de croissance et déjà récupéré une partie de leurs réserves perdues au cours de l'hiver ; ils présentaient une quantité de graisse intestinale beaucoup plus grande que les précédents (stade moyen d'adiposité : 2,44).

Le même fait s'est renouvelé en avril 1943 où les reproducteurs restés encore au début du printemps menaient de pair une nouvelle poussée de croissance et la reconstitution de leurs réserves de graisses bien que leur ponte ne soit pas encore achevée.

Ni l'élaboration des produits sexuels, ni leur évacuation n'influent donc d'une façon marquée sur l'engraissement non plus que sur la croissance.

Pour l'ensemble des reproducteurs de la population sud du Golfe de Gascogne, la diminution de leur teneur en graisse et leur ponte se produisent à la même époque, en hiver. Mais ceci résulte d'une simple coïncidence. La confrontation de nos résultats avec ceux qui ont été obtenus en d'autres régions nous en fournira une preuve supplémentaire. D'ailleurs comme on peut le constater dans les tableaux où figurent nos données, les immatures (Groupe 0) présents en hiver dans la zone sud perdent eux aussi la presque totalité de leurs graisses au cours des mois de janvier et principalement de février et de mars. Pour eux, cependant, il ne peut s'agir d'une influence quelconque de l'évolution sexuelle puisque la plupart d'entre eux sont encore impubères.

La Sardine échappe donc dans une large mesure à la règle que subissent d'autres espèces pour lesquelles l'élaboration des produits sexuels et la ponte entraînent une décrépitude marquée.

7. — Influence de l'alimentation sur l'engraissement.

Cette indépendance relative de l'engraissement (comme de la croissance) vis-à-vis de l'état sexuel paraît être dû surtout au fait que la Sardine, pendant toute son évolution sexuelle comme pendant sa ponte échappe à l'anorexie qui caractérise d'autres espèces. Elle continue à s'alimenter et à poursuivre activement toutes les proies qui lui sont offertes. Le mode de pêche utilisé par les marins des côtes atlantiques en est d'ailleurs l'exemple le plus concluant; ils attirent la Sardine au moyen d'appâts qu'ils sèment à la volée à la surface de la mer où adultes en état de reproduction et immatures se laissent capturer en hiver aussi bien sinon mieux qu'aux autres saisons.

L'examen de 15.000 contenus stomacaux nous a apporté la preuve de l'appétit constant de la Sardine. Outre l'appât artificiel dont ils étaient bourrés, les estomacs des reproducteurs contenaient toujours en plus ou moins grande quantité suivant la richesse des eaux, des êtres planctoniques animaux ou végétaux.

Le cycle de l'engraissement est étroitement lié à celui du plancton. La constitution de réserves dans les tissus et sur les viscères débute au printemps avec l'éclosion d'une vie planctonique intense. L'amaigrissement rapide constaté entre janvier et mars tient surtout à l'appauvrissement considérable des eaux en plancton.

La Sardine est extrêmement vorace et dans les contenus stomacaux nous avons trouvé indifféremment des algues (diatomées) des Siphonophores (*Muggia atlantica*), des Chaetognathes (*Sagitta*), des œufs de poissons (*Clupea sprattus*, *Sardina pilchardus*, *So'lea*) et principalement des crustacés, larves zoés et mégalops de Décapodes, Mysiidés, Cirripèdes et plus particulièrement des Copépodes.

Même au printemps, lorsque le plancton est très abondant et très riche en espèces, la Sardine, contrairement à ce qu'on a souvent écrit, ne semble pas choisir sa nourriture, mais plutôt happer toutes les proies qui se présentent à elle. Nous avons maintes fois noté dans les estomacs une stratification nette de différentes espèces qui nous renseignent sur la façon dont la Sardine s'alimente. C'est ainsi qu'une même espèce, par exemple le Copépode *Anomalocera pattersoni* bien caractéristique par sa forme et sa couleur bleue, figurait souvent en deux couches distinctes entre lesquelles s'intercalaient d'autres Copépodes ou des larves de Décapodes. On peut se représenter les bandes de sardines se tenant à contre-courant et prélevant ainsi leur nourriture sur les essaims successifs d'êtres planctoniques passant à leur portée, sans qu'elles aient à se livrer à des déplacements notables.

En hiver, les contenus stomacaux sont souvent presque uniquement constitués par une purée verte, généralement indéterminable, mais certainement d'origine végétale avec laquelle on trouve quelques rares copépodes et des œufs de poissons, seule nourriture dont la sardine doive se contenter car les eaux de la zone côtière sont extrêmement pauvres en plancton à ce moment de l'année.

Mais, dès que le printemps survient, avec sa manne de petits crustacés, la Sardine se gave à nouveau et reconstitue les réserves sur lesquelles elle a vécu pendant la mauvaise saison.

8. — Influence de la température sur l'engraissement.

Ainsi l'engraissement dépend beaucoup plus des conditions d'alimentation que de l'état physiologique de la Sardine. Mais comme l'abondance du plancton est liée dans une large mesure aux facteurs du milieu océanique l'accumulation des graisses se trouve subordonnée plus ou moins directement à ces facteurs dont le plus important là encore semble bien être la température.

Si nous rapprochons la courbe des températures des eaux du sud du Golfe de celle de la teneur en graisses des sardines de cette région (fig. 80), nous voyons qu'elles ont une allure générale très semblable. La teneur

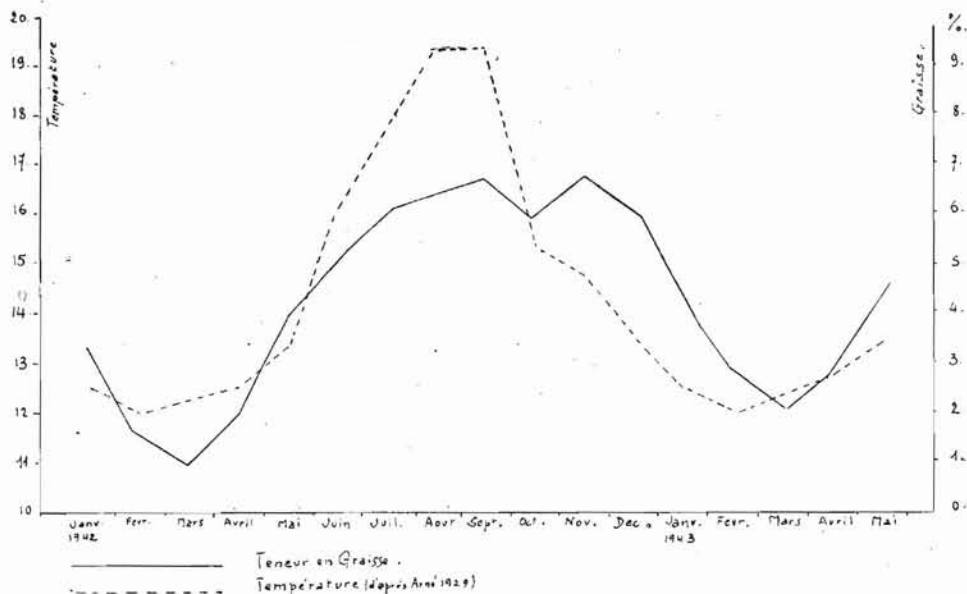


Fig. 80. — Courbes représentatives de la teneur en graisses (en p. 100 de la substance humide) des Sardines du sud du Golfe de Gascogne au cours de leur deuxième année d'existence et des températures mensuelles moyennes à une profondeur de 25 mètres.

en graisses augmente en même temps que la température et atteint son maximum pendant les mois les plus chauds de l'année. Puis, à l'abaissement de la température correspond une diminution de la teneur en graisses qui devient minima au cours de la saison la plus froide.

9. — Influence de l'état de la mer sur la teneur en graisses de la sardine.

Cette influence n'est pas négligeable. Nous avons remarqué à maintes reprises que les individus capturés aussitôt après une tempête prolongée présentent un amaigrissement certain; leur graisse mésentérique est toujours moins abondante que celle des individus capturés quelques jours plus tôt au cours d'une période de beau temps. Nous avons voulu préciser la valeur de ces variations de la teneur en graisses en fonction du temps, en analysant des individus de même âge et de même état physiologique avant et après de fortes tempêtes. Le résultat des analyses suivantes nous a permis de constater la réalité de ce phénomène

DATE DE PRÉLÈVEMENT DE L'ÉCHANTILLON ET TAILLE DES INDIVIDUS ANALYSÉS.	ÉTAT DE LA MER.	TENEUR EN GRAISSE.
		0/0
14 avril 1941. Taille moyenne : 10,77 cm.	Beau temps.	2,05
29 avril 1941. Taille moyenne : 10,92 cm.	Après forte tempête de N. O.	1,64
5 juin 1941. Taille moyenne : 12,90 cm.	Beau temps.	3,97
16 juin 1941. Taille moyenne : 12,90 cm.	Après forte tempête de N. O.	3,20
20 octobre 1941. Taille moyenne : 13,85 cm.	Beau temps.	6,56
20 octobre 1941. Taille moyenne : 13,60 cm.	Après forte tempête.	5,15

Ces quelques exemples montrent bien que l'état de la mer joue un rôle appréciable dans l'engraissement de la Sardine. On sait d'ailleurs que ce clupe est très sensible aux variations des conditions atmosphériques et que sa disparition de la zone côtière, dans le nord du Golfe de Gascogne principalement, coïncide souvent avec les périodes de gros temps.

L'amaigrissement passager des Sardines pendant ces périodes de mauvais temps doit tenir aux difficultés d'alimentation qu'elles rencontrent; les tempêtes provoquent une raréfaction de la nourriture soit par destruction partielle du plancton, soit à cause des migrations vers le fond que celui-ci accomplit alors. De ce fait, la Sardine doit utiliser les réserves déjà emmagasinées et, si le mauvais temps se prolonge, leur épuisement devient sensible.

10. — *Confrontation de nos résultats avec les résultats précédemment acquis en d'autres régions atlantiques.*

1° *Nord du Golfe de Gascogne.* — D'avril à juillet 1911 et de juillet à octobre 1913, FAGE et LEGENDRE (1914) ont procédé à une série d'analyses portant sur des Sardines âgées de 1 à 4 ans, provenant des parages de Concarneau. Dans cette région, les jeunes sont relativement maigres (3,55 p. 100 à 5,75 p. 100 de graisses en septembre-octobre). Les individus de 2 ans sont, par contre, susceptibles d'un engraissement appréciable. Basse en avril (1,87 p. 100), leur teneur en graisses croît progressivement (3,66 p. 100 en mai, 4,36 p. 100 en juin, 5,13 p. 100 en juillet) et peut atteindre 13 à 14 p. 100 en septembre-octobre.

Les sardines de 3 et 4 ans ont à peu de chose près la même quantité de graisses que celles de 2 ans. La marche de l'engraissement est la même pour tous ces individus pourtant d'âge différent.

Pour les sardines de Saint-Jean-de-Luz, nous avons constaté la même maigreur relative des immatures par rapport aux individus de 2 ans beaucoup plus gras et noté qu'elle tient à la différence d'âge.

Remarquons, en outre, que: 1° le cycle d'engraissement des sardines de Concarneau est identique à celui des sardines de Saint-Jean-de-Luz;

2° Que le maximum de la teneur en graisse des individus de 2 ans est sensiblement le même dans les deux cas: Concarneau (octobre, 13,28 p. 100), Saint-Jean-de-Luz (novembre, 12,25 p. 100). Il n'y a donc au point de vue de l'engraissement aucune différence importante entre les sardines du nord et celles du sud du Golfe de Gascogne. Nous avons vu d'ailleurs que rien de fondamental ne les sépare; elles appartiennent à la même race et selon toute vraisemblance ce sont les mêmes individus que l'on retrouve à des époques différentes entre le Pays basque et l'Armorique.

Notons enfin que l'identité du processus d'engraissement des sardines de Saint-Jean-de-Luz et de Concarneau, bien qu'elles pondent à des époques différentes: les premières en hiver, les secondes au printemps ajoute une nouvelle preuve de l'indépendance de ce phénomène vis-à-vis de l'évolution sexuelle.

2° *Côtes du Portugal.* — WAGNER et RAMALHO (1936) ont également dosé les graisses de la Sardine du Portugal. Ces auteurs ont fait porter leurs recherches sur les individus de trois régions différentes: nord, centre et sud de la côte portugaise. Dans chacun de ces trois secteurs, la Sardine, dont la teneur en graisses peut être considérable, suit la même marche d'engraissement que celle du sud et du nord du Golfe de Gascogne. Voici les chiffres de la teneur en graisses (calculée en p. 100 du poids de la substance humide) pour la Sardine de Sétubal (centre du Portugal).

MOIS.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Teneur en graisses...	9,08	3,89	2,81	2,36	3,03	5,92	9,98	14,37	17,84	18,98	20,36	12,49

Très amaigrie à la fin de l'hiver, la Sardine récupère ses réserves perdues à partir du printemps et les porte à leur maximum en octobre-novembre, c'est-à-dire au moment de l'élaboration des produits sexuels car la ponte de cette Sardine portugaise s'effectue en hiver et au printemps (jusqu'en juin). Remarquons en outre que pendant les trois derniers mois de la ponte (d'avril à juin), la teneur en graisses augmente d'une façon notable. Ceci est une preuve supplémentaire de l'indépendance de l'engraissement par rapport à l'élaboration des produits sexuels et à la ponte.

3° *Cotes de la Manche.* — Dans une note préliminaire sur la biologie de la Sardine de Cornouaille HICKLING (1938) donne une série de courbes annuelles relatives à la teneur en graisse des tissus, à celle des viscères, au poids, à la quantité de nourriture absorbée des sardines mesurant de 20 à 22 centimètres. Les courbes de la teneur en graisse des tissus et de la graisse mésentérique ont, comme les nôtres sensiblement la même allure. Elles montrent que pendant l'hiver la teneur en graisses décroît, est à son minimum en mars, puis augmente à partir d'avril jusqu'en août, diminue légèrement en septembre-octobre pour augmenter de nouveau et atteindre son maximum en novembre-décembre. De janvier à mars, les réserves fondent rapidement et le cycle recommence.

La courbe de la teneur en graisse et celle de la quantité de nourriture ingérée correspondent; la quantité de graisses augmente lorsque les contenus stomacaux sont abondants; elle diminue lorsque ces derniers sont plus réduits.

La période de ponte maxima de ces sardines âgées de plusieurs années se situe entre les mois d'avril et d'août; elle correspond à une période de forte alimentation et par conséquent à une augmentation rapide de la teneur en graisses.

11. — Conclusions du chapitre II.

Ainsi, pour trois régions différentes de l'Atlantique : Portugal, sud et nord du Golfe de Gascogne, Manche où la ponte se fait à des saisons très différentes, le cycle annuel d'engraissement est identique, quel que soit l'âge et l'état sexuel de la Sardine.

De la Baie d'Espagne à la Manche, les derniers mois de l'hiver marquent une chute brusque de la teneur en graisses, puis le printemps et l'été, une augmentation rapide des réserves qui seront accumulées au maximum en automne.

L'engraissement de la Sardine atlantique, comme sa croissance est donc lié principalement aux conditions du milieu océanique qui commandent la distribution du plancton dont elle fait sa nourriture. C'est la diminution du plancton animal en hiver et l'abaissement de la température qui amènent l'amaigrissement considérable constaté entre janvier et mars. Le retour à la vie active au printemps marqué par une nouvelle augmentation de la teneur en graisses et aussi par une reprise de la croissance, coïncide avec l'élévation de la température et l'abondance du plancton dans les eaux de ces différentes régions atlantiques.

CONCLUSION.

Les sardines des côtes européennes de l'Atlantique se groupent en deux races géographiquement bien délimitées et qui diffèrent par certains de leurs caractères anatomiques et biologiques. Ce sont :

1° La race atlantique méridionale réunissant les populations de la Baie d'Espagne à la Côte cantabrique et caractérisée par une moyenne vertébrale variant entre 51,00 et 51,50 ;

2° La race atlantique septentrionale groupant les populations de la côte cantabrique à la mer du Nord et caractérisée par une moyenne vertébrale variant entre 52,00 et 52,50.

Chacune de ces deux races comprend des formes que séparent de légères différences anatomiques et biologiques, mais dont les contingents se mélangent et se croisent plus ou moins, maintenant ainsi entre eux une étroite communauté de caractères. Nous avons défini deux de ces formes: armoricaine et aquitanienne dans la région sud du Golfe de Gascogne.

Dans leur zone de contact (littoral cantabrique) les sardines des deux races atlantiques forment des populations mixtes dans lesquelles chacune prédomine suivant la saison et le lieu ; mais ces populations ne constituent pas, contrairement à l'opinion généralement admise un groupement racial indépendant.

Les individus du type méridional et du type septentrional vivent et se reproduisent dans des eaux de nature différente auxquelles ils ont dû s'adapter.

Exigeant une température de 10 à 17° pendant la période de maturité sexuelle et la ponte, la Sardine ne la rencontre, du sud au nord du littoral européen qu'en des saisons différentes. Il s'ensuit une grande diversité des lieux et époques de ponte favorisant ainsi l'isolement des reproducteurs et par conséquent la différenciation des jeunes. En effet, la Sardine ne tient pas compte des autres facteurs de milieu dans la même mesure que de la température. Ces facteurs, la salinité notamment, sont susceptibles d'écarts assez considérables (salinité: de 1,5 à 2,5 p. 1000) entre les lieux de ponte des deux races. Comme ils interviennent très probablement d'une façon marquée dans le développement des individus, des différences de caractères s'en suivent. Mais pour que la différenciation ainsi ébauchée se maintienne et s'accroisse, aucun échange important de populations ne doit se produire entre les deux groupes raciaux. Leur isolement se trouve réalisé du fait d'une barrière hydrologique qui, sous forme d'un lobe d'eaux continentales froides s'étendant du Plateau continental celtique aux côtes asturiennes, sépare pendant une bonne partie de l'année leurs domaines respectifs. Ce n'est qu'à leur frontière, et seulement en hiver que ces deux habitats offrent des conditions de température et de salinité à peu près identiques. Mais l'adaptation biologique des deux races est devenue telle que ces conditions semblables (température 10-12°) déclenchent de la part de chacune d'elles des réactions inverses: concentration des sardines du type septentrional, retrait des sardines du type méridional. Le mécanisme des transgressions atlantiques explique le peuplement de cette région cantabrique intermédiaire au printemps et en été. A ce moment-là, la poussée transgressive en progression vers le Golfe de Gascogne rompt la barrière d'eaux continentales froides de la région asturienne et la température s'élevant, les sardines méridionales envahissent la côte que les sardines septentrionales abandonnent en grande partie.

Dans son aire de distribution, chacune des deux races se livre à des migrations et même nous l'avons vu,

certaines années, les phénomènes transgressifs déplaçant vers le nord des masses d'Eau Atlantique plus considérables que d'habitude, entraînent à plusieurs centaines de milles de leur domaine normal les sardines de ces deux races.

L'étude de la population sud du Golfe de Gascogne nous a permis de mettre en évidence les différentes migrations qui caractérisent l'écologie de la Sardine de cette région. Certaines d'entre elles, saisonnières, se produisent soit normalement à la côte, soit suivant la latitude et ramènent les sardines sensiblement à leur point de départ. Les autres, annuelles, font apparaître puis disparaître totalement et définitivement la population d'une même région.

Ces différentes migrations tiennent essentiellement aux relations existant entre les conditions du milieu océanique et la physiologie des individus. Aux différents âges, aux différents états physiologiques de la Sardine correspondent des habitats différents. L'établissement d'un groupe déterminé dans une certaine

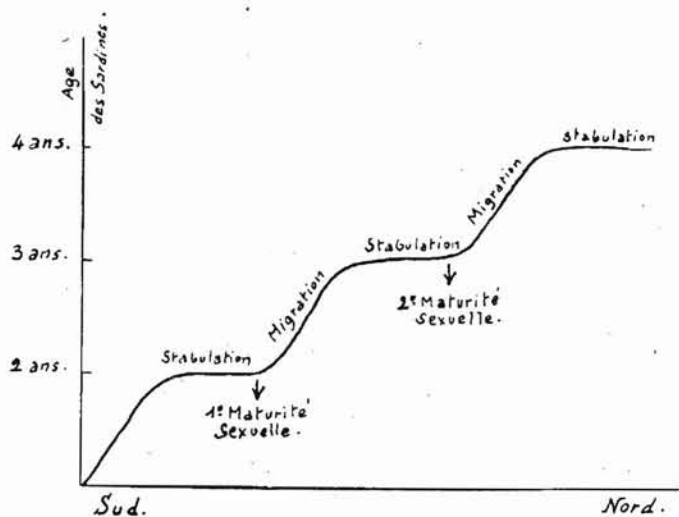


Fig. 81. — Courbes expliquant les migrations par étapes annuelles des sardines adultes de la race Atlantique septentrionale.

région résulte, semble-t-il, de l'équilibre qui se produit entre le milieu interne des individus et le milieu externe. Si les conditions hydrologiques caractérisant ce dernier viennent à changer, l'équilibre est rompu et pour le rétablir les sardines doivent rechercher un nouveau milieu leur offrant les conditions de l'ancien. C'est ainsi que s'explique, sous l'effet d'un abaissement de la température, la migration des jeunes sardines septentrionales vers le sud du Golfe de Gascogne au début de l'hiver et, d'une façon générale, toutes les migrations saisonnières que nous avons observées.

Si l'état physiologique des individus évolue, les conditions de milieu restant inchangées, il y aura, de même, rupture de l'équilibre établi et une migration s'ensuivra; les individus devant abandonner leur ancien milieu et en rechercher un autre convenant à leur nouvel état. Un tel phénomène rend compte des migrations qui font disparaître définitivement les sardines aquitaniennes de la région sud du Golfe de Gascogne à chaque printemps. Restant deux années consécutives dans cette région où elles sont écloses ces sardines la quittent immédiatement après leur première maturité sexuelle et leur ponte; le milieu hydrologique est cependant le même qu'au cours des printemps précédents, mais la maturité sexuelle est survenue et l'écologie des individus s'en est trouvée modifiée. Il semble en être de même pour toutes

les sardines atlantiques septentrionales après chacune de leurs maturités sexuelles successives, de sorte qu'au cours de leur existence elles sont amenées à effectuer des migrations qui les conduisent progressivement, par étapes annuelles, du sud au nord de l'aire de répartition de leur race (fig. 81). Ainsi s'explique l'âge moyen des individus atlantiques septentrionaux, de plus en plus élevé du sud au nord de leur habitat.

Le domaine de la race atlantique septentrionale se trouve donc pratiquement divisé en trois secteurs :

1° Un secteur sud s'étendant sur la partie méridionale du Golfe de Gascogne, peuplé par une immense majorité d'immatures et de jeunes de 1 à 2 ans;

2° Un secteur intermédiaire couvrant sensiblement la région armoricaine, fréquenté par une population mixte du point de vue de l'âge, qui groupe principalement des jeunes de 1 an et demi à 3 ans et, en proportions moindres, des adultes de 3 à 5 ans et des immatures de 1 an à 1 an et demi;

3° Un secteur nord, englobant les régions du Plateau continental celtique, de la Manche et de la Mer du Nord, où les sardines de cette race passent les dernières années de leur existence.

On conçoit qu'entre les jeunes de 1 à 2 ans mesurant 10 à 15 centimètres de la région de Saint-Jean-de-Luz et les grands pilchards de 5 à 10 ans mesurant de 20 à 27 centimètres des côtes du Northumberland séparés par une si grande différence d'âge et de taille et vivant dans un milieu différent, les auteurs aient voulu voir des groupements raciaux distincts.

Nous avons montré cependant que ces sardines sont racialement identiques et que leur évolution seule explique les variations de leur œcologie et leur distribution.

Nous pensons que ces migrations annuelles déclanchées par l'évolution physiologique de l'individu et le conduisant dans un nouveau milieu qui convient à son nouvel état ne se limitent pas au cas de la Sardine septentrionale étudiée plus particulièrement ici.

Il doit en être de même pour la Sardine méridionale et, bien que nous manquions de données suffisamment nombreuses à son sujet, nous pouvons rapprocher certains faits qui sont d'accord avec l'hypothèse envisagée plus haut. Ce sont en effet surtout des jeunes de 1 à 2 ans, mesurant de 12 à 17 centimètres que l'on capture sur les côtes portugaises (RAMALHO, 1931) tandis que les individus rencontrés en été, à la limite septentrionale de l'aire de distribution de la race (Santander) mesurent de 16 à 19 centimètres et sont âgés de 2 à 4 ans (SANCHEZ, 1931) ou même davantage si on en juge par les sardines de Saint-Vincent-de-la-Barquera, étudiées par nous et qui étaient âgées de 4 à 6 ans.

Il est probable que des phénomènes analogues seront mis à jour dans l'étude d'autres groupements raciaux non seulement de la Sardine, mais encore d'autres espèces voisines.

APPENDICE.

(DONNÉES NUMÉRIQUES.)

TABLEAU N° 1. — RÉPARTITION MENSUELLE DES SARDINES DE LA POPULATION SUD DU GOLFE DE GASCOGNE, SUIVANT LA TAILLE.

MOIS.	RÉPARTITION (en %) DES SARDINES SUIVANT LA TAILLE en centimètres).														TAILLE MOYEN- NE.	NOM- BRE D'INDI- VIDUS.
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1940.																
Novembre.....	-	-	-	-	-	23,0	3,0	8,1	54,8	11,1	-	-	-	-	14,75	135
Décembre.....	-	0,2	7,7	17,1	16,1	18,1	6,9	7,7	21,7	3,2	1,1	0,2	-	-	12,34	651
1941.																
Janvier.....	-	-	-	6,5	16,3	27,9	23,9	13,0	8,3	3,3	0,8	-	-	-	12,62	276
Février.....	-	-	-	0,4	10,8	28,7	24,6	13,0	14,2	4,7	2,1	1,1	0,2	0,2	13,20	508
Mars.....	-	-	-	0,8	4,8	10,4	11,5	14,2	36,5	14,1	5,1	1,9	0,5	0,2	14,42	767
Avril.....	-	-	0,6	2,2	13,2	33,9	23,7	13,7	8,4	3,5	0,6	0,2	-	-	12,73	634
Mai.....	-	-	-	-	19,1	52,3	20,2	5,9	2,1	0,4	-	-	-	-	12,20	565
Juin.....	-	-	-	-	0,4	16,7	47,4	24,6	9,7	1,2	-	-	-	-	13,30	690
Juillet.....	-	-	-	-	-	1,3	41,2	45,4	9,3	2,1	0,6	0,1	-	-	13,71	822
Août.....	-	-	-	-	-	0,5	11,7	69,4	13,4	4,4	0,3	0,3	-	-	14,11	386
Septembre.....	-	-	0,6	6,4	7,8	10,5	11,6	35,8	18,8	7,9	0,6	-	-	-	13,54	670
Octobre.....	-	-	-	-	0,5	2,4	4,1	10,2	50,9	27,8	3,1	0,5	0,5	-	15,09	627
Novembre.....	-	-	-	0,2	1,4	2,0	7,3	9,9	47,9	28,9	2,2	0,2	-	-	14,97	637
Décembre.....	-	-	-	-	-	0,9	5,1	13,3	42,2	31,1	5,3	1,2	0,9	-	15,24	566
1942.																
Janvier.....	-	-	0,6	0,6	-	2,5	7,3	23,2	37,8	25,0	3,0	-	-	-	14,80	164
Février.....	1,0	2,9	6,6	18,6	12,7	11,7	9,8	5,5	11,5	13,1	2,5	0,4	0,2	-	12,48	726
Mars.....	0,1	1,9	7,0	16,9	18,0	15,7	11,6	6,0	6,4	10,5	2,7	2,8	0,3	0,1	12,36	1.002
Avril.....	-	-	3,1	36,1	33,7	19,4	5,9	1,6	0,2	-	-	-	-	-	10,94	815
Mai.....	-	2,0	4,1	1,9	21,1	32,0	31,5	6,6	0,8	-	-	-	-	-	12,07	841
Juin.....	-	-	-	0,2	7,7	23,7	46,4	16,7	4,3	0,8	0,1	-	-	-	12,88	970
Juillet.....	-	-	-	-	2,4	29,5	41,0	17,4	9,5	0,5	-	-	-	-	13,04	190
Août.....	-	-	-	-	-	15,2	35,7	43,8	4,9	0,4	-	-	-	-	13,40	244
Septembre.....	-	-	-	-	0,8	-	33,9	61,8	3,1	-	-	-	0,4	-	13,69	254
Octobre.....	-	-	-	-	-	-	33,7	58,5	7,2	0,6	-	-	-	-	13,74	181
Novembre.....	-	-	-	-	1,3	-	65,8	25,7	5,1	-	1,7	0,4	-	-	13,42	234
Décembre.....	-	-	-	-	-	2,4	70,2	25,0	1,2	1,2	-	-	-	-	13,28	168
1943.																
Janvier.....	-	-	5,8	14,8	5,4	17,0	39,5	11,7	4,0	0,9	0,9	-	-	-	12,30	223
Février.....	-	-	0,4	2,4	4,8	6,9	17,3	31,9	27,8	7,7	0,4	0,4	-	-	13,88	248
Mars.....	-	-	-	0,6	5,6	11,2	25,8	36,8	15,2	3,7	0,8	-	0,3	-	13,56	356
NOMBRE TOTAL d'individus mesurés.....															14.550	

TABLEAU N° III. — RÉPARTITION DES SARDINES DU GROUPE O SUIVANT LES DIFFÉRENTES VALEURS DE L 1.

MOIS.	RÉPARTITION (en %) DES SARDINES DU GROUPE O SUIVANT LA VALEUR DE L 1 (en centimètres).									VA- LEUR MOYEN- NE DE L 1.	NOM- BRE D'INDI- VIDUS.
	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ANNÉE 1940-1941.											
Novembre 1940.....	-	-	-	-	-	83,3	16,7	-	-	12,16	18
Décembre 1940.....	-	0,2	11,8	26,1	24,5	27,5	9,0	0,7	0,2	10,99	425
Janvier 1941.....	-	-	-	8,6	21,4	35,3	29,0	5,7	-	12,01	210
Février 1941.....	-	-	-	0,5	15,2	40,4	33,4	10,0	0,5	12,38	362
Mars 1941.....	-	-	-	2,5	15,4	32,9	30,0	16,7	2,5	12,50	240
ANNÉE 1942-1943.											
Septembre 1941.....	-	-	1,7	18,5	22,3	28,7	23,6	5,2	-	11,70	233
Octobre 1941.....	-	-	-	-	4,8	23,8	33,3	36,5	1,6	13,06	63
Novembre 1941.....	-	-	-	0,7	6,9	10,0	35,4	40,8	6,2	13,73	130
Décembre 1941.....	-	-	-	-	-	25,4	29,0	52,7	2,9	13,74	93
Janvier 1942.....	-	-	2,0	2,0	-	6,1	24,5	53,3	12,1	13,58	49
Février 1942.....	1,4	4,2	9,7	27,2	18,6	17,1	13,9	6,5	1,4	11,05	496
Mars 1942.....	0,1	2,4	8,9	21,6	23,1	20,2	14,7	7,7	1,3	11,26	783
ANNÉE 1941-1942.											
Janvier 1943.....	-	-	18,6	47,0	14,4	10,0	10,0	-	-	10,54	70
Février 1943.....	-	-	2,5	15,4	30,8	30,8	14,4	5,1	-	11,57	39
Mars 1943.....	-	-	2,0	20,2	34,4	32,3	11,1	-	-	12,30	99

TABLEAU N° IV. — RÉPARTITION DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LES DIFFÉRENTES VALEURS DE L 1.

(ANNÉE 1940-1941).

ANNÉE 1940-1941.	RÉPARTITION (en %) DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LA VALEUR DE L 1 (EN CENTIMÈTRES).										VA- LEUR MOYEN- NE DE L 1.	NOM- BRE D'INDI- VIDUS.
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Novembre.....	-	2,6	12,1	46,6	29,3	7,7	1,7	-	-	-	7,32	116
Décembre.....	-	0,5	4,6	23,4	43,1	22,0	5,0	0,5	0,9	-	8,03	218
Janvier.....	-	1,6	12,7	27,0	33,3	14,0	9,5	1,6	-	-	7,81	63
Février.....	-	0,8	8,5	24,8	32,5	26,4	4,6	0,8	0,8	0,8	8,00	129
Mars.....	0,2	0,9	5,6	19,6	34,9	28,0	8,0	1,7	0,7	0,4	8,19	464

TABLEAU N° V. — RÉPARTITION DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LES DIFFÉRENTES VALEURS DE L 1
(ANNÉE 1941-1942).

ANNÉE 1941-1942.	RÉPARTITION (en %) DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LA VALEUR DE L 1 (EN CENTIMÈTRES).												VA- LEUR MOYEN- NE DE L 1.	NOM- BRE D'INDI- VIDUS.
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1 ^{re} quinzaine avril...	-	-	-	-	0,7	1,3	3,3	31,1	44,3	22,5	6,6	0,3	12,02	303
2 ^e quinzaine avril...	-	-	-	-	-	5,4	30,4	35,8	19,2	7,9	1,3	-	10,97	239
1 ^{re} quinzaine mai...	-	-	-	-	6,7	31,6	42,9	15,8	3,0	-	-	-	9,76	266
2 ^e quinzaine mai...	-	-	-	3,1	31,4	39,1	15,3	6,6	3,8	0,7	-	-	9,02	289
1 ^{re} quinzaine juin...	-	-	0,3	6,1	34,2	34,2	13,4	8,3	2,9	0,6	-	-	8,96	313
2 ^e quinzaine juin...	-	0,3	1,6	17,7	40,1	25,7	10,0	3,8	0,8	-	-	-	8,38	369
Mois de juillet.....	-	0,5	7,0	31,2	41,4	12,8	4,6	2,0	0,4	0,1	-	-	7,83	813
Mois d'août.....	-	3,2	17,8	31,0	36,3	6,9	3,5	0,8	0,5	-	-	-	7,42	377
Mois de septembre...	-	5,3	21,9	28,6	29,3	8,6	4,0	1,2	1,2	-	-	-	7,37	430
Mois d'octobre.....	-	1,4	12,2	27,8	34,8	15,6	5,9	1,6	0,5	0,2	-	-	7,76	558
Mois de novembre...	-	1,2	14,1	28,7	36,4	13,7	4,2	1,3	0,4	-	-	-	7,67	505
Mois de décembre...	-	1,7	9,5	26,7	36,0	15,2	6,9	2,4	0,7	0,7	0,2	-	7,92	458
Mois de janvier.....	-	2,6	16,7	29,8	29,0	18,4	1,8	1,7	-	-	-	-	7,56	114
Mois de février.....	0,4	3,6	12,9	26,7	35,6	15,1	3,1	1,8	0,8	-	-	-	7,65	225
Mois de mars.....	-	1,0	5,6	19,7	34,3	22,2	9,6	6,1	0,5	1,0	-	-	8,32	198

TABLEAU N° VI. — RÉPARTITION DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LES DIFFÉRENTES VALEURS DE L 1
(ANNÉE 1942-1943).

ANNÉE 1942-1943.	RÉPARTITION (en %) DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LA VALEUR DE L 1 (EN CENTIMÈTRES).											VA- LEUR MOYEN- NE DE L 1.	NOM- BRE D'INDI- VIDUS.	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1 ^{re} quinzaine d'avril.....	-	-	-	0,2	10,0	18,5	35,0	26,4	8,8	1,1	-	-	10,08	363
2 ^e quinzaine d'avril.....	-	-	-	3,0	25,9	42,2	20,7	5,7	1,9	0,6	-	-	9,08	367
1 ^{re} quinzaine de mai.....	-	-	1,8	15,7	34,7	34,5	10,2	2,6	0,3	0,3	-	-	8,45	383
2 ^e quinzaine de mai.....	-	-	1,1	14,2	38,5	35,2	9,9	0,9	0,2	-	-	-	8,42	457
1 ^{re} quinzaine de juin.....	-	0,2	7,6	35,7	40,9	14,0	1,6	-	-	-	-	-	7,65	445
2 ^e quinzaine de juin.....	-	4,8	19,0	41,0	27,0	6,9	1,0	-	-	-	-	-	7,18	522
Mois de juillet.....	-	13,9	26,7	38,3	15,6	5,0	-	0,5	-	-	-	-	6,73	180
Mois d'août.....	2,1	31,1	34,4	24,1	7,1	1,2	-	-	-	-	-	-	6,06	241
Mois de septembre.....	1,6	41,0	39,8	14,8	2,4	0,4	-	-	-	-	-	-	5,76	249
Mois d'octobre.....	0,6	48,8	25,6	21,5	2,3	0,6	0,6	-	-	-	-	-	5,80	172
Mois de novembre.....	2,6	53,0	34,8	7,4	0,9	0,9	0,4	-	-	-	-	-	5,55	230
Mois de décembre.....	3,1	62,1	27,4	5,0	2,4	-	-	-	-	-	-	-	5,41	161
Mois de janvier.....	4,7	54,0	30,7	6,0	3,3	1,3	-	-	-	-	-	-	5,53	150
Mois de février.....	2,0	38,8	24,3	22,8	10,2	1,5	-	-	-	-	0,4	-	6,04	206
Mois de mars.....	1,7	52,3	31,8	9,5	2,6	2,1	-	-	-	-	-	-	5,65	233

TABLEAU n° VII. — RÉPARTITION DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LES DIFFÉRENTES VALEURS DE L 2
(ANNÉES 1940-1941, 1941-1942, 1942-1943).

MOIS.	RÉPARTITION (en %) DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LA VALEUR DE L 2 (EN CENTIMÈTRES).												VA- LEUR MOYEN- NE DE L 2.	NOM- BRE D'INDI- VIDUS.	
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			20
1940-1941.															
Novembre	-	-	-	-	-	0,9	9,5	63,8	25,8	-	-	-	-	15,14	116
Décembre	-	-	-	-	-	3,7	20,2	64,2	9,6	2,8	-	-	-	14,88	218
Janvier	-	-	-	-	4,8	7,9	38,1	36,5	12,7	-	-	-	-	14,44	63
Février	-	-	-	-	-	3,1	22,5	54,3	17,8	2,3	-	-	-	14,94	129
Mars	-	-	-	-	0,2	2,7	13,8	56,1	22,2	4,4	0,6	-	-	15,13	478
1941-1942.															
Avril	-	0,7	2,5	15,3	38,8	27,2	13,8	1,5	0,2	-	-	-	-	12,37	551
Mai	-	-	-	19,3	52,5	20,4	5,7	2,1	-	-	-	-	-	12,18	560
Juin	-	-	-	0,4	16,7	47,4	24,4	9,7	1,2	-	-	-	-	13,29	688
Juillet	-	-	-	-	1,3	41,4	45,7	9,2	1,8	0,5	0,1	-	-	13,70	817
Août	-	-	-	-	0,5	11,8	70,4	13,1	3,9	0,3	-	-	-	14,09	381
Septembre	-	-	-	-	0,7	5,3	52,5	28,6	12,2	0,7	-	-	-	14,48	434
Octobre	-	-	-	-	-	0,9	7,3	56,8	31,1	3,2	0,5	0,2	-	15,30	560
Novembre	-	-	-	-	-	-	2,0	58,7	36,3	2,8	0,2	-	-	15,40	506
Décembre	-	-	-	-	-	0,4	5,0	49,3	37,6	5,9	1,1	0,7	-	15,49	458
Janvier	-	-	-	-	0,9	-	10,5	48,2	36,0	4,4	-	-	-	15,31	114
Février	-	-	-	-	-	0,9	3,5	45,1	41,6	8,0	0,9	-	-	15,54	226
Mars	-	-	-	-	-	0,5	-	27,3	52,0	13,1	6,1	0,5	0,5	16,00	198
1942-1943.															
Avril	-	3,1	26,1	33,7	19,4	5,9	1,6	0,2	-	-	-	-	-	10,94	814
Mai	2,0	4,1	1,9	21,1	32,0	31,5	6,6	0,8	-	-	-	-	-	12,07	841
Juin	-	-	0,2	7,7	23,7	46,4	16,8	4,3	0,8	0,1	-	-	-	12,88	969
Juillet	-	-	-	2,1	29,5	41,0	17,4	9,5	0,5	-	-	-	-	13,04	190
Août	-	-	-	-	15,2	35,7	43,3	4,9	0,4	-	-	-	-	13,40	244
Septembre	-	-	-	-	-	34,4	62,8	2,8	-	-	-	-	-	13,68	250
Octobre	-	-	-	-	-	34,1	59,7	6,2	-	-	-	-	-	13,72	176
Novembre	-	-	-	-	-	67,0	25,7	5,2	-	1,7	0,4	-	-	13,45	230
Décembre	-	-	-	-	1,8	70,0	25,8	1,2	1,2	-	-	-	-	13,30	163
Janvier	-	-	-	-	17,1	57,3	17,1	5,9	1,3	1,3	-	-	-	13,21	152
Février	-	-	-	-	2,4	17,7	36,8	33,0	9,1	0,5	0,5	-	-	14,32	209
Mars	-	-	-	-	2,3	23,4	46,9	21,1	5,1	0,2	-	-	-	14,10	256

TABLEAU n° VIII. — RÉPARTITION DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LE NOMBRE DE VERTÈBRES.

MOIS:	RÉPARTITION (en %) DES SARDINES DU GROUPE 1 SUIVANT LE NOMBRE DE VERTÈBRES.							NOM- BRE D'INDI- VIDUS.	MO- YENNE VERTÉ- BRALE.	INDICE DE VARI- ABILITÉ.	Fl. m.
	49	50	51	52	53	54	55				
1940-1941.											
Novembre.....	—	0,9	6,3	50,8	40,2	1,8	—	112	52.357	0,67	0,21
Décembre.....	—	0,5	6,0	58,3	33,3	1,9	—	216	52.300	0,63	0,14
Janvier.....	—	—	14,3	54,0	27,0	4,7	—	63	52.222	0,75	0,31
Février.....	—	—	10,9	54,7	29,7	4,7	—	128	52.281	0,72	0,21
Mars.....	—	—	7,1	57,0	34,0	1,9	—	477	52.306	0,62	0,09
TOTAL.....	—	0,2	7,7	56,1	33,6	2,4	—	996	52.302	0,65	0,06
1941-1942.											
Avril.....	—	—	5,4	56,2	35,1	3,3	—	519	52.362	0,63	0,09
Mai.....	—	—	7,7	56,6	35,2	0,5	—	557	52.285	0,60	0,08
Juin.....	—	0,2	8,7	56,5	32,4	2,2	—	632	52.278	0,65	0,08
Juillet.....	0,1	—	9,7	60,6	28,0	1,6	—	796	52.212	0,64	0,07
Août.....	—	—	9,2	63,5	26,1	1,2	—	348	52.192	0,60	0,10
Septembre.....	—	—	10,3	59,1	26,8	1,4	—	418	52.217	0,63	0,10
Octobre.....	—	—	10,9	62,2	24,6	2,3	—	525	52.182	0,64	0,09
Novembre.....	—	0,6	8,6	61,2	28,0	1,4	0,2	490	52.216	0,64	0,09
Décembre.....	—	—	13,0	58,3	27,6	1,1	—	456	52.168	0,65	0,10
Janvier.....	—	—	11,5	56,7	30,1	1,7	—	113	52.221	0,66	0,20
Février.....	—	—	7,6	62,7	28,8	0,9	—	225	52.231	0,59	0,12
Mars.....	—	—	10,1	59,6	28,8	1,5	—	198	52.217	0,63	0,15
TOTAL.....	0,0	0,1	9,2	59,3	29,7	1,7	0,0	5.277	52.236	0,63	0,02
1942-1943.											
Avril.....	—	0,1	8,5	55,4	33,3	3,2	—	812	52.299	0,66	0,07
Mai.....	—	—	9,9	58,4	29,6	2,0	0,1	829	52.241	0,65	0,07
Juin.....	—	0,3	10,4	58,9	29,0	1,4	—	966	52.209	0,64	0,07
Juillet.....	—	—	13,7	57,9	26,8	1,6	—	190	52.163	0,66	0,16
Août.....	—	—	11,5	64,8	23,0	0,4	—	244	52.114	0,59	0,12
Septembre.....	—	—	14,1	65,8	19,7	0,4	—	249	52.064	0,59	0,12
Octobre.....	—	—	17,3	65,9	15,9	0,6	—	176	51.995	0,60	0,15
Novembre.....	—	—	19,6	62,6	16,5	1,3	—	230	51.996	0,64	0,14
Décembre.....	—	—	21,4	61,4	17,2	—	—	163	51.958	0,62	0,16
Janvier.....	—	—	20,5	62,1	17,4	—	—	132	51.970	0,61	0,17
Février.....	—	—	16,6	63,4	20,0	—	—	175	52.034	0,60	0,15
Mars.....	—	—	20,5	66,2	13,3	—	—	166	51.928	0,57	0,15
TOTAL.....	—	0,1	12,5	60,0	26,0	1,4	0,0	4.332	52.162	0,64	0,03

TABLEAU n° XI. — RÉPARTITION DES SARDINES DU GROUPE O SUIVANT LE STADE DE MATURITÉ SEXUELLE.

MOIS.	RÉPARTITION (EN o/o) DES SARDINES DU GROUPE O SUIVANT LE STADE DE MATURITÉ SEXUELLE.								STADE MOYEN DE MATURITÉ SEXUELLE.	NOMBRE D'IN- DIVIDUS.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VII-II.		
1940-1941.										
Novembre	100,0	-	-	-	-	-	-	-	I. 00	18
Décembre	97,4	1,9	0,7	-	-	-	-	-	I. 63	427
Janvier.....	90,0	8,1	1,9	-	-	-	-	-	I. 11	210
Février.....	83,2	8,3	0,3	1,1	1,1	4,4	0,8	0,8	I. 48	362
Mars	64,9	18,5	5,5	1,7	4,6	4,2	1,2	-	I. 64	238
1941-1942.										
Septembre.....	87,9	11,7	0,4	-	-	-	-	-	I. 12	232
Octobre.....	7,1	78,6	11,9	2,4	-	-	-	-	II. 09	42
Novembre	16,5	47,2	18,1	10,3	7,9	-	-	-	II. 44	127
Décembre.....	-	21,5	34,4	12,9	18,3	10,7	2,2	-	III. 68	93
Janvier.....	4,1	16,3	8,2	14,2	30,6	24,6	2,0	-	IV. 33	49
Février.....	79,8	7,4	1,5	2,6	3,9	4,3	0,5	-	I. 57	391
Mars	78,2	10,7	3,2	2,7	3,4	1,5	0,3	-	I. 48	783
1942-1943.										
Janvier.....	85,7	4,3	1,4	1,4	-	2,9	4,3	-	I. 51	70
Février.....	76,9	15,4	5,1	2,6	-	-	-	-	I. 33	39
Mars.....	61,2	31,7	2,0	-	-	-	5,1	-	I. 68	98

TABLEAU N° XII. — RÉPARTITION DES SARDINES DE LA POPULATION SUD DU GOLFE DE GASCogne
(ZONE CÔTIÈRE) SUIVANT LE NOMBRE DE VERTÈBRES. (ANNÉES 1940-41, 1941-42 ET 1942-43).

MOIS.	RÉPARTITION (EN 0/0) DES SARDINES DE LA POPULATION SUD DU GOLFE, SUIVANT LE NOMBRE DE VERTÈBRES.							NOMBRE D'IN- DIVIDUS.	MOYENNE VER- TEBRALE.	INDICE DE VARIABILITÉ	Fl. m.
	49	50	51	52	53	54	55				
	1940-1941.										
Novembre	-	0,8	7,7	50,0	39,3	2,3	-	130	52.346	0,69	0,20
Décembre	-	0,2	6,7	54,1	37,3	1,8	-	645	52.339	0,63	0,08
Janvier.....	-	-	9,1	48,2	38,0	4,7	-	276	52.384	0,71	0,14
Février.....	-	-	9,0	47,8	38,6	4,6	-	500	52.388	0,71	0,10
Mars.....	-	-	7,8	55,8	33,9	2,5	-	765	52.300	0,65	0,07
TOTAL.....	-	0,1	7,9	52,4	36,6	3,0	-	2.316	52.345	0,67	0,04
1941-1942.											
Avril.....	-	-	5,8	57,0	34,4	2,8	-	602	52.342	0,63	0,08
Mai.....	-	-	7,7	56,6	35,2	0,5	-	557	52.285	0,60	0,08
Juin.....	-	0,2	8,7	56,5	32,4	2,2	-	632	52.278	0,65	0,08
Juillet.....	0,1	-	9,7	60,6	28,0	1,6	-	796	52.217	0,63	0,07
Août.....	-	-	9,1	63,8	25,9	1,2	-	351	52.190	0,60	0,10
Septembre.....	-	-	11,4	61,2	26,2	1,2	-	641	52.173	0,62	0,08
Octobre.....	-	-	12,9	61,8	23,3	2,0	-	592	52.145	0,64	0,09
Novembre.....	-	0,6	10,4	61,3	26,4	1,1	0,2	617	52.175	0,65	0,08
Décembre.....	-	-	13,7	58,8	26,4	1,1	-	564	52.148	0,64	0,09
Janvier.....	-	-	17,3	51,9	29,6	1,2	-	162	52.148	0,70	0,18
Février.....	-	0,1	10,1	57,7	30,1	2,0	-	612	52.235	0,65	0,08
Mars.....	-	0,1	9,2	56,1	31,7	2,8	0,1	995	52.281	0,67	0,07
TOTAL.....	0,0	0,1	10,0	58,8	29,3	1,8	0,0	7.121	52.226	0,64	0,02
1942-1943.											
Avril.....	-	0,1	8,5	55,4	33,3	2,7	-	812	52.299	0,66	0,07
Mai.....	-	-	9,9	58,4	29,6	2,0	0,1	829	52.241	0,65	0,07
Juin.....	-	0,3	10,4	58,9	29,0	1,4	-	966	52.209	0,64	0,07
Juillet.....	-	-	13,7	57,9	26,8	1,6	-	190	52.163	0,66	0,16
Août.....	-	-	11,9	64,7	27,0	0,4	-	244	52.114	0,59	0,12
Septembre.....	-	-	14,2	65,6	19,8	0,4	-	253	52.063	0,59	0,12
Octobre.....	-	-	17,7	65,7	16,0	0,6	-	181	51.995	0,60	0,15
Novembre.....	-	-	20,5	62,0	16,2	1,3	-	234	51.983	0,64	0,14
Décembre.....	-	-	20,9	61,9	17,2	-	-	168	51.965	0,61	0,16
Janvier.....	-	-	16,7	63,0	19,8	0,5	-	167	52.040	0,61	0,14
Février.....	-	-	17,7	60,3	22,0	-	-	209	52.042	0,63	0,14
Mars.....	-	-	17,6	65,6	16,8	-	-	221	51.991	0,58	0,13
TOTAL.....	-	0,1	12,6	59,9	26,0	1,4	0,0	4.504	52.162	0,64	0,03
TOTAL général.....	-	0,1	10,5	58,1	29,4	1,9	0,0	13.941	52.225	0,65	0,018

TABLEAU N° XV. — DOSAGE DES GRAISSES (MÉTHODE SOXHLET).

MOIS.	GROUPE D'ÂGE.	NOMBRE D'IN- DIVIDUS.	TAILLE MOYENNE. (CM.).	STADE MOYEN DE MATURETÉ sexuelle.	GRAISSE MÉSÉNTÉ- RIQUE. (ST. MOY.)	EN O/O DU POIDS TOTAL DU CORPS		
						TENEUR en GRAISSE.	TENEUR en EAU.	GRAISSE + EAU.
3 novembre 1941.....	Gr. 1.	20	15,23	III. 8	IV. 0	10,97	66,74	77,71
17 novembre 1941.....	Gr. 1.	20	15,29	IV. 5	IV. 0	12,25	66,26	78,51
3 décembre 1941.....	Gr. 1.	20	15,27	IV. 4	III. 9	11,60	66,87	78,47
3 décembre 1941.....	Gr. 1.	20	15,27	IV. 4	III. 9	12,60	68,03	80,63 (1)
15 décembre 1941.....	Gr. 1.	20	15,31	V. 6	III. 9	11,52	67,86	79,38
12 janvier 1941.....	Gr. 1.	9	15,37	V. 7	III. 1	6,13	73,08	79,21
12 janvier 1941.....	Gr. 0.	5	13,16	II. 2	II. 4	5,06	73,50	78,56
6 février 1942.....	Gr. 1.	5	15,40	V. 6	I. 8	4,58	74,89	79,47
16 février 1942.....	Gr. 1.	6	15,36	V. 2	I. 5	3,36	76,12	79,48
16 février 1942.....	Gr. 0.	5	13,38	II. 6	I. 4	3,33	75,28	78,61
1 mars 1942.....	Gr. 1.	10	15,27	V. 8	I. 4	3,75	75,46	79,21
1 mars 1942.....	Gr. 0.	20	10,16	I. 0	I. 3	1,70	78,90	80,60
14 mars 1942.....	Gr. 0.	30	9,30	I. 0	I. 1	1,39	78,73	80,12
16 mars 1942.....	Gr. 1.	6	15,75	VI. 3	I. 2	3,09	75,48	78,57
31 mars 1942.....	Gr. 1.	25	10,04	I. 0	I. 1	0,93	77,20	78,13
14 avril 1942.....	Gr. 1.	52	10,77	I. 0	I. 9	2,05	77,11	79,16
29 avril 1942.....	Gr. 1.	25	10,92	I. 0	I. 8	1,64	78,79	80,43
12 mai 1942.....	Gr. 1.	20	11,90	I. 0	II. 1	1,85	77,50	79,35
15 mai 1942.....	Gr. 1.	20	11,80	I. 0	II. 1	2,21	75,55	77,76
29 mai 1942.....	Gr. 1.	20	12,30	I. 1	II. 95	3,55	74,60	78,15
5 juin 1942.....	Gr. 1.	30	12,90	I. 1	III. 0	3,97	72,73	76,70
16 juin 1942.....	Gr. 1.	26	12,90	I. 26	III. 1	3,20	74,97	78,17
26 juin 1942.....	Gr. 1.	20	13,30	I. 5	III. 4	4,67	73,70	78,37
26 juin 1942.....	Gr. 1.	14	15,65	I. 8	IV. 0	9,01	69,24	78,25
30 juin 1942.....	Gr. 1.	24	13,63	I. 1	III. 6	4,92	72,19	77,11
16 juillet 1942.....	Gr. 1.	32	14,43	I. 3	IV. 0	7,94	69,21	77,15
29 juillet 1942.....	Gr. 1.	19	12,70	I. 8	III. 1	4,04	72,73	76,77
14 août 1942.....	Gr. 1.	24	14,10	II. 0	III. 9	6,62	71,26	77,88
26 août 1942.....	Gr. 1.	21	14,00	II. 0	III. 1	6,07	70,74	76,81
14 septembre 1942.....	Gr. 1.	19	13,86	II. 1	III. 6	6,67	71,25	77,92
15 septembre 1942.....	Gr. 1.	13	13,87	II. 0	III. 6	6,70	70,22	76,92
13 octobre 1942.....	Gr. 1.	22	13,85	II. 3	III. 6	6,56	70,43	76,99
20 octobre 1942.....	Gr. 1.	20	13,60	III. 2	II. 9	5,15	72,47	77,62
5 novembre 1942.....	Gr. 1.	16	15,00	IV. 6	III. 4	6,14	72,50	78,64
16 novembre 1942.....	Gr. 1.	26	13,53	IV. 0	III. 5	7,46	70,52	77,98
26 décembre 1942.....	Gr. 1.	27	13,48	V. 0	II. 9	5,91	72,40	78,31
5 janvier 1943.....	Gr. 1.	24	13,00	VI. 8	III. 0	6,15	72,84	78,99
25 janvier 1943.....	Gr. 1.	25	12,38	VI. 7	II. 3	5,15	72,58	77,74
26 janvier 1943.....	Gr. 0.	29	9,94	I. 0	II. 0	2,07	76,89	78,96
5 février 1943.....	Gr. 1.	12	14,41	VI. 5	II. 0	3,91	72,25	76,16
18 février 1943.....	Gr. 1.	20	14,95	V. 7	I. 4	2,10	76,93	79,03
1 mars 1943.....	Gr. 1.	22	13,63	V. 4	I. 1	2,14	76,81	78,95
16 mars 1943.....	Gr. 1.	20	14,60	VI. 8	I. 5	2,15	75,85	78,00
12 avril 1943.....	Gr. 2.	21	14,47	VII. 0	I. 2	3,89	73,42	77,31
1 ^{er} mai 1943.....	Gr. 2.	21	14,72	II. 7	I. 3	4,02	73,87	77,89
14 mai 1943.....	Gr. 1.	18	12,11	I. 5	I. 2	1,70	76,20	77,90
20 mai 1943.....	Gr. 2.	8	16,75	III. 2	I. 87	4,84	73,84	78,68
9 juin 1943.....	Gr. 1.	18	12,94	I. 2	I. 2	1,56	75,65	77,21
18 juin 1943.....	Gr. 1.	14	13,07	I. 3	I. 3	1,51	76,07	77,58

(1) Poissons non étetés et non éviscérés.

BIBLIOGRAPHIE.

1887. ALBERT I^{er}, prince de MONACO. — La Pêche de la Sardine sur les côtes d'Espagne. (*Revue Scientifique*, 23 avril.)
1889. — — Sur les courants superficiels de l'Atlantique Nord. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CVIII.)
1889. — — Expériences de flottage sur les courants superficiels de l'Atlantique Nord. (IV. *Congrès Internat. Sciences géographiques*, Paris, vol. 1.)
1917. ALLEN (E.-J.). — Post larval Teleosteans collected near Plymouth during the summer of 1914. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, vol. XI, N. S. 2.)
1931. ANCONA (U. d'). — Clupeoidei. Uova, larva e stadi giovanili di Teleostei. (*Fauna e flora del Golfo di Napoli*, Monographia, 36.)
1937. — — Biologie générale. 8^e rapport. La croissance chez les Animaux méditerranéens. (*Rapp. et Proc. Verb.*, vol. X, N. S. Commission internat. Explorat. Mer Méditerranée.)
1892. ANDERSON SMITH (W.). — Report on spanish Sardines. (10 *Ann. Rep. Fisher. Board Scotland.*, Part. III.)
1905. ANTIPA (G.). — Die Clupeinen des Westlichen Teiles des Schwarzen Meeres und der Donaumündung. (*Denkschr. Mathemat. Naturwissensch. Klasse Kaiserlich. Akad. Wissenschaft. Wien.*, Bd LXXVIII.)
1928. ARNE (P.). — La Pêche de la Sardine dans la région de Saint-Jean-de-Luz en 1927. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. I, fasc. 1.)
1929. — — La Pêche de la Sardine dans la région de Saint-Jean de-Luz en 1928. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. II, fasc. 2.)
1931. — — Contribution à l'étude de l'Anchois du golfe de Gascogne. (*Engraulis encrassicholus* L.) [*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. IV, fasc. 2.]
1932. — — Résultats contrôlés du rendement du filet tournant dans la région de Saint-Jean-de-Luz. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. V, fasc. 4.)
1928. BELLOC (G.). — La Croisière de « La Tanche » [août 1927]. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. I, fasc. 1.)
1930. — — La question de la Sardine dite « Sauvage ». (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. III, fasc. 1.)
1930. BELLOC et DESBROSSES (P.). — Remarques sur la sexualité de la Sardine. *Clupea pilchardus* WALB. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. III, fasc. 1.)
1932. BELLOC (G.). — Contribution à l'étude de la Sardine des côtes françaises de l'Atlantique [entre Loire et Gironde]. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. V, fasc. 2.)
1903. BESNARD (Ch.). — Les courants de l'Atlantique Nord et du golfe de Gascogne. (*La Géographie*, t. VII.)
1905. — — Les courants du golfe de Gascogne. (*La Géographie*, t. XI.)
1925. BERTIN (L.). — Recherches bionomiques, biométriques et systématiques sur les Épinoches [Gasterosteidés]. (*Ann. de l'Institut Océanographique*, N. S., t. II.)
1890. BIETRIX. — L'œuf de la Sardine. (*Journal Anatomie et Physiologie*, nov.-déc.)
1923. BLIN. — Note sur l'alimentation de la Sardine. Euterpes et Sardines. (*Bulletin Soc. Zool. France*, XLVII, n° 23.)
1933. BORCEA. — Nouvelles observations sur les migrations et sur la période de ponte des espèces de poissons migrateurs de la Mer Noire. (*Ann. Scient. Université de Jassy*, XVII, fasc. 3-4.)
1930. BOTO (R.) et RAMALHO (A.). — Sur la relation entre la croissance de la Sardine [*Sardina pilchardus* Walb.] et celle des écailles. (*C. R. Société Biologie*, Lisbonne.)
1932. — — Étude biométrique [moyenne vertébrale] de la Sardine du Portugal. (*Trav. Station Biologie maritime*, Lisbonne, n° 29, janvier 1932.)

1901. DUCLOUX (X.). — La Pêche en Espagne. État actuel de cette industrie dans les provinces maritimes de Vigo et de Villagarcia. (*Bulletin de la Marine Marchande*, t. III, janvier 1901.)
1892. EHRENBAUM (E.). — Die Sardelle. (*Mitt. Section Küsten Hochseefischerei*, Jahrg. 1892. Sonderbeilage.)
1897. — Eier und Larven von Fischen. (*Nordisches Plankton*.)
1883. FABER (G.-L.). — The Fisheries of the Adriatic. London.
1896. FABRE-DOMERGUE et BIETRIX. — Sur l'existence et le développement des œufs de la Sardine dans les eaux de Concarneau. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CXXII.)
1913. FAGE (L.). — Recherches sur la biologie de la Sardine (*Clupea pilchardus* WALB.) I. Premières remarques sur la croissance et l'âge des individus principalement en Méditerranée. (*Archives Zool. experim. et générale*, t. LII, fasc. 3.)
1914. FAGE (L.) et LEGENDRE (R.). — Teneur des Sardines en eau et matières grasses. (*Bulletin Museum Histoire Naturelle*, n° 2.)
1920. FAGE (L.). — Rapport sur la Sardine. (*Notes et Mémoires*, n° 5. *Office scient. et techn. Pêches maritimes*.)
1920. — Engraulidae, Clupeidae. (*Rep. on the Danish Oceanographical Expeditions 1908-1910 to Mediterranean and adjacent seas*, vol. II, A. 9 nov. 1920.)
1931. FORD (E.). — Growth in length during the transition from larva to adolescent in the Pilchard and Sprat. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S. vol. XVII, n° 3.)
1939. FURNESTIN (J.). — Recherches sur le Maquereau en mer Celtique. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. CXI. Rapport atlantique 1937-1938. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1939. — Observations diverses sur la ponte de la Plie (*Pleuronectes platessa* L.) de l'Équille (*Ammodytes tobianus* L.) au « Sandettié » et sur la présence de la Sardine (*Clupea pilchardus* WALB.) et l'extension de son aire de Ponte en Mer du Nord et en Manche. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. CXI. Rapport atlantique. Conseil Internat. Explorat. de la Mer.)
1898. GARSTANG (W.). — Report on the surface Drift of the english Channel and neighbouring Seas during 1897. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S. vol. V.)
1894. GOURRET (P.). — *Les Pêcheries et les Poissons de la Méditerranée*, Paris.
1907. — Topographie zoologique des étangs de Caronte, Labillon, Berre et Bolmon. (*Ann. Museum Histoire Naturelle*, Marseille, t. XI.)
1888. GRAEFFE (Ed.). — Uebersicht der Seethierfaune des Golfes von Triest. (*Arb. Zool. Institut*, Wien, t. VII.)
1931. GRAHAM (M.). — The value of the scale method in Ichthyology. (*VII^e Congrès internat. Aquicult. et Pêche*, Paris.)
1910. GRENIÉ (M.). — La Pêche automobile en France sur le littoral de l'Atlantique. (*V^e Congrès nation. des Pêches Maritimes*, Les Sables-d'Olonne, t. I.)
1887. GUERNE (de). — Sur la nourriture de la Sardine. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CIV.)
1930. GUYENOT (E.). — *La variation et l'évolution*, t. I. La variation.
1924. HARVEY (H.-W.). — Hydrography of the English Channel. (*Rapp. et Proc. ver.*, vol. XXXVII. Rapport atlantique 1924. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1900. HAUTREUX (A.). — La côte des Landes. Les courants. (*La Géographie*, t. II.)
1910. HEFFORD (A.-E.). — Notes on Teleosteans. Ova and Larvae. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. IX, n° 1.)
1877. HEINCKE (C. F.). — Die Varietäten des Heringes. (*Jahresb. Komm. Wissen. untersuch Deutschen Meere in Kiel*, Jahrg. IV-VI. 1874-1876.)
1882. — Die Varietäten des Heringes (II. Teil. IV. *Jahresb. Komm. Wissen. untersuch. Deutschen Meere in Kiel*, t. 11. 1877-1881.)
1898. — Naturgeschichte des Heringes. I. Die Localformen und die Wanderungen des Heringes in den europäischen Meeren. (*Abhandlungen Deutschen Seesfischerei Vereins*, Bd. II, Berlin, 1898.)
1888. HENNEGUY et VAILLANT. — Rapport sur les mœurs, la reproduction de la Sardine et les causes probables de sa disparition. (*Revue maritime et Coloniale*, juin-juill.)
1938. HICKLING (G.-F.). — Notes on the Biology of the Cornish Pilchard. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. CXII, 3^e part. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)

1939. — The selective action of the Drift-Net on the Cornish Pilchard. (*Journal du Conseil Explorat. de la Mer*, vol. XIV, n° 1.)
1910. HJORT (J.). — Report on Herring Investigations until January 1910. (*Publicat. Circonstance. CONSEIL INTERNAT. EXPLOR. DE LA MER*, n° 53. Copenhague 1910.)
1913. — Dem Franske Industrie Kamp mot de Nordske Sardinier. (*Aarsberet. verdk. Norg. Fisk.* 4)
1913. HOEK (P.-P.-C.). — Les Clupeides (le Hareng excepté) et leurs migrations. II. La Sardine. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. XVI. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1899. HOFFBAUER (C.). — Die Alterbestimmung des Karpfen an seiner Schuppe. (*Jahresb. Schles. Fischerei Vereins.*)
1899. HOLT (E.-W.-L.). — Recherches sur la reproduction des poissons osseux principalement dans le golfe de Marseille. (*Ann. Musée d'Histoire Naturelle de Marseille, Zool.* t. V, Mémoire 2.)
1925. HUBBS (C.-L.). — Racial and Seasonal variation in the Pacific Herring California Sardina and California Anchovy. (*Fish and Game Comm. Fish.*, Bulletin n° 8.)
1929. — The generic relationships and nomenclature of the California Sardine. (*Proceedings of the California Academy of Sciences*, Fourth series., vol. XVII, n° 11.)
1928. JOUBIN (L.). — Éléments de Biologie marine.
1900. KRISCH (A.). — Die Fischerei im adriat. Meere m. bes. Berucks d. österreicherungar. Küsten. Pola.
1910. LEA (E.). — On the Methods used in the herring investigations. (*Publicat. Circonstance*, n° 55. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1930. — Reports prepared by special Reporters nominated by the Council and indicating the main results brought out by the papers read at the biological meeting of London in 1929. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. XLVII. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1921. LEBOUR (M.-V.). — The larval and post larval Stages of the Pilchard, Sprat and Herring from Plymouth District. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XII, n° 3.)
1927. — The Food of Sardine pilchard. (T. VII, 1927. *Bulletin Soc. Sciences Naturelles du Maroc.*)
1921. LE DANOIS (E.). — Recherches sur la Biologie du Thon blanc ou Germon. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. XXIX. Rapport atlantique 1921. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1922. — Croisière du Chalutier *Tanche*. Conclusions hydrologiques. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. XXXI. Rapport atlantique 1922. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1923. — Remarques hydrologiques. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. XXXV. Rapport atlantique 1923. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1924. — Remarques hydrologiques. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. XXXVII. Rapport atlantique 1924. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1926. — Remarques hydrologiques. La Transgression atlantique de 1926. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. XLIV. Rapport atlantique 1926. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1927. — Remarques hydrologiques [secteur nord]. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. LX. Rapport atlantique 1927. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1928. — Remarques hydrologiques [secteur nord]. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. LXII. Rapport atlantique 1928. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1929. — Les Races locales de la Sardine des côtes françaises [Manche et Atlantique]. (*Racial investigations of Fish. Rapp. et Proc.-verb.*, vol. LIV. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1934. — Les Transgressions atlantiques. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. VII, fasc. 4.)
1936. — Résultats des croisières scientifiques du navire *Président-Théodore-Tissier*, 1^{re} livraison. Observations hydrologiques des 4 premières croisières, 1933-1935. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. IX, fasc. 2.)
1938. LE DANOIS (E.). — *L'Atlantique* (Albin Michel).
1920. LEE (R.). — A review of Methods of Age and Growth determination in Fishes by means of Scales. (*Fishery investigat.* Série II, vol. IV, n° 2.)
1928. 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 techn. Pêches maritimes*, t. I, fasc. 2.)

1930. — Contribution à l'étude de la Sardine des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. III, fasc. 1.)
1930. — L'état actuel de la notion de « races » chez la Sardine. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. LXVIII. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1933. LE GALL (J.) et PRIOL (E.-P.). — Observations sur la ponte de la Sardine du nord du Golfe de Gascogne et de la Manche. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. VI, fasc. 3.)
1935. LE GALL (J.). — Le Hareng [*Clupea harengus* LINNE]. (*Ann. Institut océanographique*, t. XV, 1935, N. S.)
— Note préliminaire sur la biologie de la Sardine marocaine. (*Bulletin Soc. Sciences Naturelles Maroc*, 3^e trimestre 1935.)
1937. — Rapport préliminaire sur les recherches effectuées de 1931 à 1935 sur la biologie de la Sardine des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. (*Rapp. et Proc.-verb.*, vol. CIV. Rapport atlantique 1934-1936. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1939. — Note sur les concentrations de sardines dites « de rogue » observées sur les côtes de Bretagne pendant l'été 1938 (appendice n° 5). Note préliminaire sur la croissance de la Sardine [appendice n° 5]. (*Rapport et Proc.-verb.*, vol. CXI. Rapport atlantique 1937-1938. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1914. LEGENDRE (R.) et FAGE (L.). — Teneur des sardines en eau et matières grasses. (*Bulletin Museum Histoire Naturelle*, n° 2.)
1943. LEGENDRE (R.). — Températures de l'eau de la côte à Concarneau. (*Bulletin Institut océanographique*, n° 840.)
1909. LO BIANCO (S.). — Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturita sessuale degli animali del golfo di Napoli. (*Mittheilungen aus der Zool. Stat. zu Neapel.*, vol. XIX.)
1897. MAC INTOSH (W. C.) and MASTERMAN (A. T.). — *The Life Histories of the British Marine Food-Fishes*. London.
1909. MADER (G.). — Recherches sur la Sardine du Golfe de Gascogne. (*Bulletin Station Biol. Arcachon*, 2^e année, fasc. 2, 15 déc.)
1889. MARION (A.-F.). — Recherches sur la Sardine de la Méditerranée. (*Ann. Musée Histoire Naturelle Marseille*, t. III.)
1891. — La Sardine sur les côtes de Marseille durant la campagne de 1889-1890. (*Ann. Musée Histoire Naturelle Marseille*, t. IV.)
1891. — La Sardine sur les côtes de Marseille durant la campagne de 1890-1891. (*Ann. Musée Histoire Naturelle Marseille*, t. IV.)
1916. MEEK (A.). — The migration of Fishes.
1930. MIRANDA (A. de). — Investigaciones metodicas realizadas en 1928 en el Laboratorio de Malaga. Nota I. Biología aplicada. (*Notas y Resum. Instituto espan. Oceanografía*, série II, n° 9.)
1927. MONOD (Th.) et CHABANAUD (P.). — Les poissons de Port-Étienne. Contribution à la Faune ichthyologique de la région de Cap Blanc [Mauritanie française]. (*Extrait Bulletin Comité d'Études histor. et scient. de l'Afrique Occidentale française*, 1926.)
1881. MOREAU (E.). — *Histoire Naturelle des Poissons de France*, vol. III.
1935. MURAT (M.). — Contribution à l'étude de la Sardine (*Sardina pilchardus* WALB.) de la Baie de Castiglione. (*Bulletin Station Aquicult. et Pêche Castiglione*, fasc. 2, 1933.)
1926. NAVARRO (F. de P.). — Estudios sobre los clupeados de Baleares. I. Estados juvenes de la Sardina. (*Notas y Resum. Instituto espan. Oceanografía*, série II, n° 9.)
1927. — Observaciones sobre el Mare Menor [Murcia]. (*Notas y Resum. Instituto espan. Oceanografía*, série II, n° 16.)
1912. NINNI (E.). — *Catalogo dei Pesci del Mare Adriatico*. Venezia.
1895. ODIN (A.). — Histoire de la Pêche de la Sardine en Vendée et sur les côtes les plus voisines. (*Revue Sciences Naturelles de l'Ouest*.)
1896. — Recherches sur les relations apparentes du rendement de la pêche de la Sardine aux Sables-d'Olonne (Vendée) avec les variations météorologiques survenues sur cette côte depuis 1871. (*Bulletin Soc. Aquicult. et Pêche*, t. VIII.)
1887. POUCHET (G.) et DE GUERNE. — Sur la nourriture de la Sardine. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CIV.)

1887. POUCHET (G.). — La question de la Sardine. (*Revue scientifique*, n° 24.)
1888. — Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire de Concarneau. (*Enquêtes et documents relatifs à l'Enseignement supérieur*, XXV, Paris.)
1888. — Le régime de la Sardine sur les côtes océaniques de France en 1887. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CVI.)
1889. — Le régime de la Sardine en 1888 sur la côte bretonne. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CIX.)
1889. — Sur l'œuf de la Sardine. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CIX.)
1889. — Sur la croissance de la Sardine océanique. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CIX.)
1889. — Sur des graphiques représentant le régime de la Sardine. (*C. R. Société de biologie*, Paris, 20 juillet.)
1890. — Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire de Concarneau en 1889 et sur la Sardine. (*Journal Anatomie et Physiologie*, nov.-déc.)
1891. — Nouvelles observations sur la Sardine océanique. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CXII.)
1891. — Sur le régime de la Sardine océanique en 1890. (*C. R. Académie des Sciences*, Paris, t. CXIII.)
1891. — Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire de Concarneau en 1890 et sur la Sardine. (*Journal Anatomie Physiologie*, nov.-déc.)
1892. — Sur des sardines présentant des œufs à maturité. (*C. R. Société Biologie*, Paris, 14 mai.)
1937. PRIOL (E.-P.). — Quelques observations sur la Sardine de Bretagne de 1934 à 1936. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. X, fasc. 1.)
1933. PRIOL (E.-P.) et LE GALL (J.). — Observations sur la ponte de la Sardine du nord du Golfe de Gascogne et de la Manche. (*Revue Trav. Office scient. et techn. Pêches maritimes*, t. VI, fasc. 3.)
1888. RAFFAELE (F.). — Le uova gallegianti e le larva dei Teleostei nel golfo de Napoli. (*Mitt. Zool. St. Neapel.*, Bd. 9.)
1927. RAMALHO (A.). — A Sardinha em Portugal. Notas biologicas. (*Trav. Station biologie Maritime Lisbonne*, n° 14, dezembro.)
1928. RAMALHO (A.) et DENTINHO (L.). — Notas sobre as condições oceanograficas ao largo da costa de Portugal em 1927. (*Trav. Station Biologie Maritime, Lisbonne*, n° 15, février 1928.)
1929. RAMALHO (A.). — Contribution à l'étude des races de la Sardine. (*Sardina pilchardus* WALB.) au Portugal, à Madère et aux Açores. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. LIV. Conseil Internat. Explorat. de la Mer.)
1930. RAMALHO (A.) et BOTO (R.). — Sur la relation entre la croissance de la Sardine et ses écailles. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. LXXVII. Rapport atlantique 1930. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1931. RAMALHO (A.). — Notice sur la pêche au Portugal. (*Rapp. et Proc. verb.*, vol. LXXXIV. Rapport atlantique 1931. Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1932. RAMALHO (A.) et BOTO (R.). — Étude biométrique (moyenne vertébrale) de la Sardine du Portugal. (*Trav. Station Biologie maritime Lisbonne*, n° 29, janvier 1932.)
1933. RAMALHO (A.). — Fluctuations saisonnières du poids moyen de la Sardine. (*C. R. Société de Biologie*, vol. CXIII.)
1936. RAMALHO (A.) et WAGNER (D.). — Estudos sobre as conservas de Sardinha. (Separata do n° 732 da *Revista da Assoc. dos Engenheiros civis Portugueses*. Lisboa.)
1916. REGAN (C. Tate). — The British Fishes of the subfamily Clupeinae and related Species in other seas. (*Ann. and Magaz. Natural History*, série 8, vol. XVIII, July.)
1904. RIDEWOOD (W. G.). — On the cranial osteology of the Clupeoid Fishes. (*Proc. Zool. Soc. London*, vol. II.)
1908. RODRIGUEZ (B.). — La Sardina en la provincia de Santander. (*Annuario de Pesca y Estadístico*.)
1929. ROULE (L.). — Voyages et migrations. (*Les Poissons et le Monde vivant des Eaux*, t. III.)
1930. RUSSELL (F. S.). — The seasonal abundance and distribution of the pelagic young of teleostean Fishes caught in the Ring-Trawl in offshore Waters in the Plymouth Area. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XVI, v° 3, 1930.)
1935. — The seasonal abundance and distribution of the pelagic young of teleostean Fishes caught in the Ring-Trawl in offshore Waters in the Plymouth Area. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XX, n° 2, 1935.)

1936. RUSSELL (F. S.). — The seasonal abundance of the pelagic young of teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part. III, the year 1935. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XX, n° 3.)
1937. ——— The seasonal abundance of the pelagic young of teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part. IV, the year 1936. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XXI, n° 2, 1937.)
1938. ——— The seasonal abundance of the pelagic young of teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part. V, the year 1937. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XXII, n° 1938.)
1939. ——— The seasonal abundance of the pelagic young of teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part. VI, the year 1938. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XXIII, n° 2, 1939.)
1940. ——— The seasonal abundance of the pelagic young of teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part. VII, the year 1939. January to August. (*Journal Marine Biol. Assoc.*, N. S., vol. XXIV, n° 1, 1940.)
1915. RUSSO (A.). — Ulteriori ricerche sur la pesca con sorgenti luminose nel golfo di Catania. (*Atti Accad. Gioenia di Scienz. Naturali*, Série 56, vol. VIII.)
1917. ——— Esperimenti di pesca con luce subacquea. (*Atti Accad. Gioenia di Scienz. Naturali*, Série 5a, vol. X.)
1925. ——— Studi sulla pesca nel golfo di Catania. (*Bollet. di Pesca di Piscicoltura e di Idrobiologia*, Anno I, fasc. 2.)
1933. SANCHEZ (M. E.). — Caracteres de la populacion sardinera en Santander [An. 1931]. (*Notas y Resum. Instituto espan. Oceanografia*, série II, n° 73.)
1928. SANZ (J.). — Investigacions sobre los otolitos de peces de Espana Subord. Clupeiformes y Anguilliformes. (*Boletin de la Sociedad Espan. de Historia Natural*, XXVII.)
1890. SAUVAGE (H.-E.). — De la présence du Celan sur les côtes du Boulonnais. (*Bull. Soc. Nation. Acclimation, France*.)
1914. SCHMIDT (Johs.). — First report on eel investigations. (*Rapp. Proc.-verb.*, vol. XVIII, Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1914. ——— On the classification of the freshwater eels. (*Medd. Komm. Hav. Fisk.*, Copenhagen, 1914, t. IV.)
1916. ——— Second report on eel investigations. (*Rapp. Proc.-verb.*, vol. XXIII, Conseil internat. Explorat. de la Mer.)
1917. ——— Racial Investigations I : *Zoarces viviparus* L. and local races of the same. (*C. R. trav. Lab. Carlsberg.*, vol. XIII.)
1904. STEINDAGNER. — Referat über die in der Adria warzunehmenden ichthyologischen Forschung und Studien. (*Jahresbericht der Vereines zur Förderung der naturwiss. Erforschung der Adria*, I Jahrg. Wien u. Leipzig.)
1908. STEUER (A.). — Materialien zu einer Naturgeschichte der adriatischen Sardine. (*Osterreichische Fischereizeitung*, Jahrg. V.)
1914. STORROW (B.). — Notes. (*Dove Marine Laborat. Cullercoats. Northumberland*, Rep. for 1914, N. S., III.)
1915. ——— The age and growth of the Pilchard. (*Dove Marine Laborat. Cullercoats. Northumberland.*, N. S., VI.)
1913. SWITHINBANK (H.). and BULLEN (G. E.). — The scientific and economic aspects of the Cornish Pilchard Fishery. I. Food and Feeding Habits of the Pilchard in coastal waters. (*Mera Publications*, n° 1.)
1914. ——— Id. 2. The Plankton of the inshore waters in 1913 considered in relation to the Fishery. (*Mera Publications*, n° 2.)
1926. THOMPSON (W. F.). — The California Sardine and the Study of the available Supply. The California Sardine. (*Fish Bulletin*, n° 11, Fish and Game Comm. of California.)
1888. VAILLANT (L.) et HENNEGUY. — Rapport sur les mœurs, la reproduction de la Sardine et les causes probables de sa disparition. (*Revue Maritime et Coloniale*, juin-juill.)
1936. WAGNER (D.) et RAMALHO (A.). — Estudos sobre as conservas de Sardinha. (Separata do n° 732 da *Revista da Assoc. dos Engenheiros civis Portugueses*, Lisboa.)

TABLE DES FIGURES ET DES CARTES.

Figures.		Pages.
1.	Polygone de variation du nombre de vertèbres chez <i>Anguilla anguilla</i> (espèce européenne) et chez <i>Anguilla rostrata</i> (espèce américaine). [D'après SCHMIDT.]	228
2.	Littoral sud-ouest de la France.	230
3.	Courbe de fréquence.	234
4.	Courbe en cloche.	234
5.	Courbe de fréquence dissymétrique à un seul sommet.	235
6.	Courbe de fréquence à deux sommets.	235
7.	Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne.	236
8.	Grande écaille à bord subrectiligne.	237
9.	Petite écaille à bord arrondi.	237
10.	Mesures faites sur les écailles.	239
11.	Courbes représentatives de la teneur en graisses des tissus (en p. 100 de la substance humide) et de la teneur en graisse mésentérique (estimation empirique).	243
12.	Courbes représentant la répartition mensuelle des sardines du sud du Golfe de Gascogne, suivant la taille.	245
13.	Courbes représentant la répartition saisonnière des sardines du sud du Golfe de Gascogne, suivant la taille.	247
14.	Diagrammes montrant la répartition mensuelle des Groupes d'âge constituant la population sud du Golfe de Gascogne.	249
15.	Diagramme représentant les variations périodiques de l'amplitude du « moule » (nombre de poissons au kilogramme) de la Sardine.	253
16.	Courbe de croissance de la Sardine méditerranéenne pendant la première année. (D'après FAGE.)	254
17.	Courbe de fréquence des différentes valeurs de L ₁ des Sardines provenant des pontes de 1910. (D'après FAGE.)	255
18.	Écaille d'une sardine dont la durée du premier cycle de croissance est supérieure à une année. (L ₁ : 12 cm.)	255
19.	Écaille d'une sardine dont la durée du premier cycle de croissance est égale à une année. (L ₁ : 8 cm.)	255
20.	Écaille d'une sardine dont la durée du premier cycle de croissance est inférieure à une année. (L ₁ : 5 cm.)	255
21.	Courbes de fréquence des valeurs de L ₁ des Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1 pour l'ensemble des hivers 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.	257
22.	Courbes de fréquence des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 0 de trois années consécutives.	258
23.	Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 0. (Année 1940-1941.)	259
24.	Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 0. (Année 1941-1942.)	259
25.	Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 0. (Année 1942-1943.)	260
26.	Courbes de fréquence annuelles des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 1.	262
27.	Courbes de fréquence bimensuelles et mensuelles des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 1.	263
28.	Courbe de fréquence des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 1. (Hiver 1941-1942.)	264
29.	Courbe de fréquence des valeurs de L ₁ pour les Sardines du Groupe 1. (Hiver 1942-1943.)	265
30.	Courbes de fréquence mensuelles des valeurs de L ₂ pour les Sardines du Groupe 1. (Années 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.)	267
31.	Courbe de fréquence des valeurs de L ₂ pour les Sardines du Groupe 1 de l'hiver 1940-1941.	266
32.	Courbe de fréquence des valeurs de L ₂ pour les Sardines du Groupe 1 de l'hiver 1941-1942.	268
33.	Courbe de fréquence des valeurs de L ₂ pour les Sardines du Groupe 1 de l'hiver 1941-1943.	269
34.	Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale des Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1 pour l'ensemble des trois hivers 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.	272
35.	Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale mensuelle des Sardines du Groupe 1 de l'année 1941-1942.	274
36.	Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale mensuelle des Sardines du Groupe 1 de l'année 1942-1943.	275
37.	Courbes montrant la corrélation existant entre les variations mensuelles de la valeur de L ₁ et de la moyenne vertébrale des Sardines du Groupe 0 (1941-1942).	276
38.	Courbes montrant la corrélation existant entre les variations mensuelles de la valeur de L ₁ et de la moyenne vertébrale des Sardines du Groupe 1 (1942-1943).	276
39.	Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 1 suivant le stade de maturité sexuelle.	279
40.	Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 0 suivant le stade de maturité sexuelle.	280
41.	Courbes du stade mensuel moyen de maturité sexuelle. (Sardines du Groupe 1 des années 1941-1942 et 1942-1943.)	282
42.	Aire de ponte de la Sardine dans le sud du Golfe de Gascogne et déplacements des reproducteurs au cours de la saison de ponte. (Les chiffres romains indiquent les mois.)	290
43.	Diagramme représentant la répartition mensuelle des Sardines de deux ans suivant le stade de maturité sexuelle. (Trait plein : zone côtière; pointillé : au large.)	292

Figures.	Pages.
44. Aire de ponte de la Sardine en mer Celtique (mars-avril 1938).....	294
45. Aires de ponte de la Sardine en Manche orientale et en Mer du Nord.....	295
46. OEufs et larves de Sardines trouvés dans un échantillon de plancton du «Sandettié» et montrant les différents stades du développement prélarvaire. a. Larve venant d'éclore.....	296
47. Aires et époques principales de ponte de la Sardine atlantique. (Côtes d'Europe.).....	297
48. Carte schématique de l'hydrologie (température et salinité) de l'Atlantique en hiver (surface).....	299
49. Carte schématique de l'Hydrologie (température et salinité) de l'Atlantique en été (surface).....	299
50. Température des «eaux atlantiques» à la profondeur de 50 mètres (août-septembre 1921). [D'après LE DANOIS.]..	300
51. Courbes des températures mensuelles moyennes sur ou au voisinage de quatre aires de ponte de la Sardine atlantique.	301
52. Courbes des salinités mensuelles moyennes au voisinage des aires de ponte de la Mer du Nord et de la Manche occidentale.....	302
53. Les races de Sardines. (D'après LE DANOIS.).....	307
54. Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale des Sardines originaires du sud du Golfe de Gascogne (Groupe 1) et des Sardines originaires du nord du Golfe de Gascogne (Groupe 0).....	308
55. Polygones de variation du nombre de vertèbres pour les Sardines du Groupe 0 et du Groupe 1. (Hivers 1940-1941, 1941-1942 et 1942-1943.).....	309
56. Polygone de variation du nombre de vertèbres caractéristique de la race atlantique septentrionale.....	312
57. Polygones de variation du nombre de vertèbres des populations cantabriques de deux années successives.....	315
58. Triangles représentatifs des fluctuations de la moyenne vertébrale des Sardines cantabriques et de celles des côtes voisines.....	315
59. Polygones de variation du nombre de vertèbres des deux races atlantiques.....	317
60. Aires de distribution des deux races atlantiques.....	318
61. Importance des captures de décembre, janvier, février, mars (hiver) dans la pêche de l'année 1928 sur la côte cantabrique. (D'après DE BUEN.).....	320
62. Graphique représentant la pêche moyenne des mois d'hiver du port de Saint-Jean-de-Luz, pour 16 années (1926 à 1941).....	324
63. Déplacements saisonniers de la Sardine du sud du Golfe de Gascogne. (Les mois sont indiqués en chiffres romains.)..	325
64. Les deux courants de migrations annuelles des Sardines de la race atlantique septentrionale.....	334
65. Graphique représentant la pêche moyenne pour chaque mois des années 1940, 1941 et 1942. Port de Saint-Jean-de-Luz.....	335
66. Pêche mensuelle moyenne pour une période de 17 années (de 1926 à 1942 inclus) et pêche moyenne par sortie pour la même période. Port de Saint-Jean-de-Luz.....	337
67. Carte montrant le cheminement probable de la migration des Sardines méridionales vers le nord en 1938.....	338
68. Migration vers le nord de populations des deux races atlantiques pendant l'été de l'année 1938.....	339
69. Écaille d'une Sardine âgée de 3 ans révolus, montrant l'auréole marginale qui précède l'apparition de l'anneau d'hiver au début d'un nouveau cycle de croissance.....	342
70. Écaille d'une Sardine âgée de 2 ans révolus, montrant le deuxième anneau d'hiver nouvellement dégagé et le début d'une troisième zone de croissance.....	342
71. Écaille d'une Sardine âgée d'un an révolu, montrant le premier anneau d'hiver nouvellement dégagé et le début d'une deuxième zone de croissance.....	342
72. Courbes de la croissance moyenne de la Sardine (t_2) pendant le deuxième cycle de croissance.....	345
73. Courbes de l'accroissement mensuel de la Sardine pendant le deuxième cycle de croissance.....	345
74. Courbes des valeurs mensuelles moyennes de t_2 (croissance du deuxième cycle) en fonction de L_1 (durée du premier cycle). Sardines du Groupe 1 (année 1941).....	347
75. Schéma montrant la régularisation de la taille au cours du second cycle de croissance, pour des Sardines écloses à des moments différents d'une même période de ponte (Groupe 1 de l'année 1941-1942).....	348
76. Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 1 suivant le stade d'adiposité (graisse mésentérique).....	351
77. Diagramme montrant la répartition mensuelle des Sardines du Groupe 0 suivant le stade d'adiposité (graisse mésentérique).....	352
78. Courbes représentatives de la croissance et de la teneur en graisse (en p. 100 de la substance humide) des Sardines du sud du Golfe de Gascogne, au cours de leur deuxième année d'existence.....	354
79. Courbes représentatives de la teneur en graisses (en p. 100 de la substance humide) et du stade mensuel moyen de maturité sexuelle des Sardines du sud du Golfe de Gascogne au cours de leur deuxième année d'existence.....	355
80. Courbes représentatives de la teneur en graisses (en p. 100 de la substance humide) des Sardines du sud du Golfe de Gascogne au cours de leur deuxième année d'existence et des températures mensuelles moyennes à une profondeur de 25 mètres.....	358
81. Courbe expliquant les migrations par étapes annuelles des Sardines adultes de la race atlantique septentrionale.....	362