

ETUDE BIOLOGIQUE DE LA SARDINE DU GOLFE DE GASCOGNE ET DU PLATEAU CELTIQUE

par Roger L'HERROU

Introduction.

La biologie des sardines du golfe de Gascogne a fait depuis longtemps l'objet d'études nombreuses qui, en dépit de leur qualité, laissent encore subsister quelques incertitudes. Chacun des chercheurs français qui ont étudié les populations exploitées dans les différentes régions du golfe a cependant contribué à améliorer nos connaissances dans ce domaine. Sans remonter trop loin, il nous faut citer LE GALL (1930-1939) qui a successivement étudié les sardines du Boulonnais et celles de la Bretagne, BELLOC (1930) et DESBROSSES (1933) qui ont continué son œuvre entre la Bretagne et la Gironde. Ces auteurs ont notamment établi des clefs taille-poids, des courbes de croissance, des différenciations raciales au moyen de méthodes biométriques et en particulier des moyennes vertébrales. Ils ont aussi pu déterminer les âges des sardines par la méthode scaliométrique qui avait été mise au point pour le hareng par LEA.

Par la suite, FURNESTIN a suivi sans discontinuer l'évolution des populations du sud du golfe entre la Gironde et la Bidassoa de novembre 1940 à mars 1943. Cette étude, basée sur l'examen quotidien des captures commerciales, a porté sur un nombre considérable d'échantillons qui ont amené l'auteur à définir ces populations. Les principales conclusions sont les suivantes.

a) Le golfe de Gascogne est peuplé par des sardines de la race atlantique septentrionale dont la moyenne vertébrale est comprise entre 52,00 et 52,50. Elles peuvent être divisées en deux formes : aquitaniennes et armoricaines, les aires de ponte de chacune d'entre elles se trouvant respectivement en bordure du bassin aquitain et du massif armoricain. Les premières sont caractérisées par une taille au premier anneau d'hiver (L1) variant de 50 à 90 mm et une moyenne vertébrale toujours inférieure à celle des secondes dont le L1 varie de 100 à 140 mm.

b) Les sardines armoricaines du groupe 0, nées de pontes d'été et d'automne, hivernent dans le sud du golfe puis, au printemps suivant, migrent vers le nord.

c) Les sardines aquitaniennes, écloses en hiver et au printemps, passent les deux premières années de leur vie dans la région basco-landaise; au terme de leur second hiver d'existence, une fois la ponte accomplie, elles se dirigent également vers des secteurs plus septentrionaux.

Ces résultats étant acquis, il convenait de rechercher le moment du passage de ces sardines le long des côtes vendéennes et bretonnes. LETACONNOUX l'étudie, à La Rochelle principalement, ce qui lui permet d'affirmer que l'hypothèse de FURNESTIN se confirme jusqu'en 1950; cependant, en 1951, il note l'apparition dans le sud du golfe d'un groupe 0 à faible moyenne vertébrale. Au cours des années suivantes ce groupe 0 cantabrique apparaît irrégulièrement et est parfois mélangé à des sardines de même type mais plus âgées et présentant un anneau d'hiver.

Plus tard KURC procède à un échantillonnage sur les diverses pêcheries du golfe et cette étude lui permet de donner des indications sur les diverses populations qui séjournent de la Gironde au Finistère.

Dans le programme d'étude entrepris en 1967, nous avons prévu de faire des prélèvements hebdomadaires dans six ports du littoral : Saint-Jean-de-Luz, Arcachon, La Rochelle, Saint-Gilles-

Croix-de-Vie, Lorient, Douarnenez. En étudiant simultanément, grâce à de nombreux échantillons judicieusement répartis, les divers groupes qui peuplent les côtes françaises de l'Atlantique, nous espérons pouvoir préciser les données des auteurs précédents qui, pour la plupart, n'ont pu faire porter leurs observations que sur des populations locales.

En réalité, l'échantillonnage n'a pu être effectué régulièrement qu'à La Rochelle et Douarnenez. A Saint-Gilles, un arrêt de la pêche nous a privé de matériel du 15 juillet au 15 août; à Lorient, dix échantillons seulement ont pu être obtenus. Enfin, dans la région basco-landaise où la pêche n'est pratiquée qu'à partir de l'automne lorsqu'elle a pris fin dans les autres secteurs du golfe, notre travail a été limité.

Parallèlement à ces recherches nous avons procédé au dénombrement des œufs et larves de ce clupe recueillis dans le plancton au cours des campagnes saisonnières d'hydrologie dans le golfe de Gascogne et sur le plateau celtique.

Aperçu général sur l'évolution des apports.

Avant d'aborder l'interprétation des résultats de nos études biométriques, il nous paraît nécessaire de décrire brièvement le déroulement de cette campagne de pêche.

La campagne sardinière a été assez bonne sur l'ensemble des côtes françaises de l'Atlantique en 1967, puisque plus de 14 000 tonnes de poissons ont été débarquées. Nous allons préciser son déroulement en suivant l'évolution des apports en cinq points du littoral : les Charentes (La Rochelle), la Vendée (Saint-Gilles-Croix-de-Vie et les Sables-d'Olonne), le Morbihan (Quiberon et Belle-Ile d'une part, Lorient d'autre part), le Finistère (Concarneau et Douarnenez) (fig. 1).

La pêche commence en Charente et en Vendée au début du mois de mai; d'emblée importants, les apports augmentent rapidement pour atteindre leur maximum en Vendée pendant la première semaine de juin avec 390 tonnes. A partir de ces dates les quantités diminuent progressivement jusqu'au 12 juillet, surtout en Vendée. Pendant toute cette période, la composition des captures ou « moule » exprimée en nombre de poissons par kilogramme, est très hétérogène : 33 à 55 kg à La Rochelle, 24 à 43 à Saint-Gilles.

En Bretagne, excepté à Concarneau où quelques faibles apports sont enregistrés depuis le 5 mai, le début de la saison est plus tardif, 29-30 mai à Quiberon et Lorient. Ici encore, les débuts sont prometteurs et se confirment à la fin du mois de juin, surtout à Quiberon et Concarneau où au cours de la dernière semaine 311 à 194 tonnes sont respectivement débarquées. Le moule très variable jusqu'au 10 juin : 20 à 37 au kg à Quiberon, 10 à 40 à Lorient, 21 à Concarneau, tend à se stabiliser par la suite. Début juillet, le même phénomène qu'en Vendée et Charente se produit en Bretagne, une chute des apports clôt cette première partie de la saison.

Sur toutes les pêcheries, les premières constatations qui s'imposent sont un excellent début de campagne suivi d'une diminution des captures aussi brusque que le départ a été rapide et une très grande hétérogénéité de moule qui laisse présager une diversité de populations.

Cette situation est de courte durée et la seconde quinzaine de juillet la pêche reprend nettement dans tous les secteurs, surtout en Bretagne. Cependant, excepté à Lorient, la production hebdomadaire n'atteint pas celle du printemps et est très irrégulière. Dans chaque secteur de pêche, le moule du poisson a tendance à se stabiliser : 30-35 à La Rochelle, 27-32 en Vendée, 20-25 à Lorient et Quiberon, 19-21 à Concarneau.

Au cours de cette période, de petites sardines font leur apparition en Charente et progressivement elles migrent vers le nord pour finalement s'étendre sur toutes les pêcheries à la fin de l'été. Leur moule varie considérablement : d'abord 130 au kg, il baisse très vite et se stabilise à 50-80 en Vendée, 40-60 dans le Morbihan, 40-50 dans le Finistère.

A la fin de juillet, la sardine arrive en baie de Douarnenez; il s'agit de poisson assez fort : 15 à 20 kg et les captures, chaque semaine plus importantes, atteignent leur maximum le 23 septembre avec 168 tonnes. Entre-temps, le moule se stabilise sensiblement à 15 au kg. Puis, par une rapide diminution des captures, on s'achemine vers la fin de la campagne qui se termine le 30 octobre.

A cette date la pêche a pratiquement cessé depuis quelques semaines dans les autres ports; elle se prolonge toutefois en novembre-décembre dans la baie d'Audierne et à Saint-Jean-de-Luz où semblables concentrations n'ont pas été observées depuis 1964.

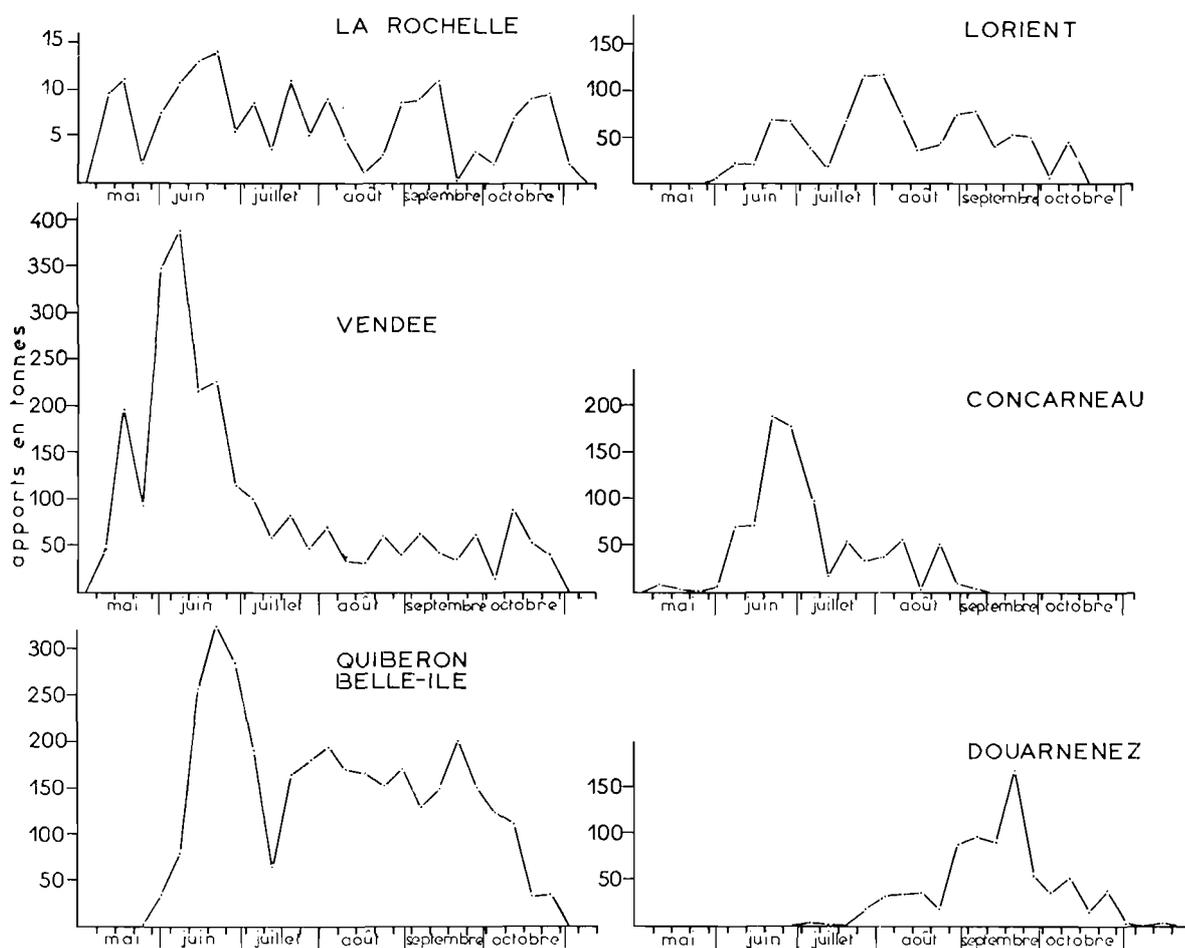


FIG. 1. — Tonnages de sardines débarqués dans les principaux ports de la côte atlantique en 1967.

En résumé, cette campagne sardinière se révèle moins productive que ne le laisse espérer le début. A quelques semaines de bonnes pêches succède une période caractérisée par la faiblesse et l'irrégularité des captures. De même les populations sont très hétérogènes quant à leur taille.

Composition du stock de sardines en 1967.

Au cours de la saison de pêche, 79 échantillons représentant 7 677 sardines ont été examinés. Ces poissons proviennent de trois grands secteurs géographiques; Gironde-Loire, sud de la Bretagne, région basco-landaise. Examinons la composition du stock dans chacune de ces régions.

a) Secteur Gironde-Loire.

Les captures réalisées sur cette partie du littoral sont généralement effectuées par les sardiniers de La Rochelle et de Saint-Gilles-Croix-de-Vie. Les premiers pêchent surtout entre le Perthuis de Maumusson et la pointe des Baleines tandis que les seconds exercent leur activité depuis les

Sables-d'Olonne jusqu'à l'île d'Yeu. Il faut également mentionner les navires bretons, provenant de Douarnenez, au Croisic qui fréquentent les pêcheries vendéennes au début de la saison de pêche et participent, pour une part importante, aux apports des Sables-d'Olonne et de Croix-de-Vie.

I. - Observations biométriques.

En observant l'évolution mensuelle de la taille des sardines un mélange de populations d'origines différentes apparaît d'emblée (fig. 2).

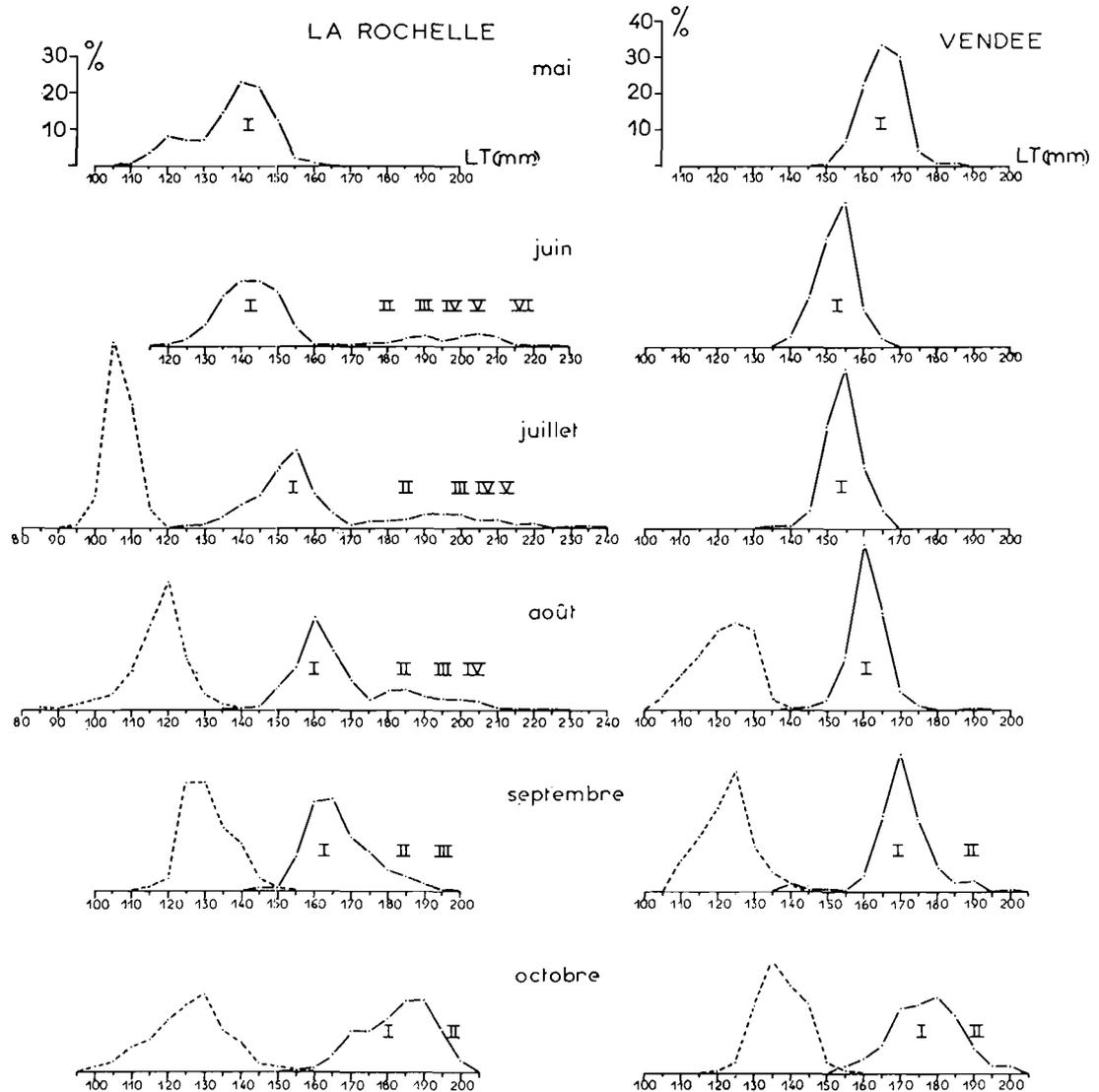


FIG. 2. — Variations mensuelles de la taille des sardines observées entre la Gironde et la Loire. En trait continu, sardines âgées d'un an et plus (les chiffres indiquent le groupe d'âge d'après l'écaille) ; en trait discontinu, sardines du groupe 0.

Deux groupes composent l'essentiel du stock exploité; les groupes 0 et I. Quelques éléments appartenant à des classes plus âgées et mesurant jusqu'à 235 mm sont également pêchés en Charente mais leur présence est exceptionnelle et ils ne jouent qu'un rôle négligeable dans les apports.

Le groupe 0. Il apparaît à La Rochelle dès le 26 juillet, au mois d'août il atteint la Vendée et nous l'observons au sud de la Loire jusqu'au mois d'octobre. La taille des sardines capturées passe de 95-115 mm au mois de juillet à 120-155 mm au mois d'octobre à Saint-Gilles et leur mode de 105 à 135 mm. Ceci semble traduire la croissance régulière d'une seule population pendant la belle saison mais en fait la moyenne vertébrale des échantillons révèle l'existence de deux groupes distincts.

De juillet à octobre, la moyenne vertébrale des prélèvements est comprise entre 51,68 et 51,88 mais à partir de la fin du mois de septembre viennent s'ajouter les sardines dont la moyenne vertébrale varie de 51,98 à 52,09. Sensiblement de même longueur, ces deux types coexistent alors sur les lieux de pêche.

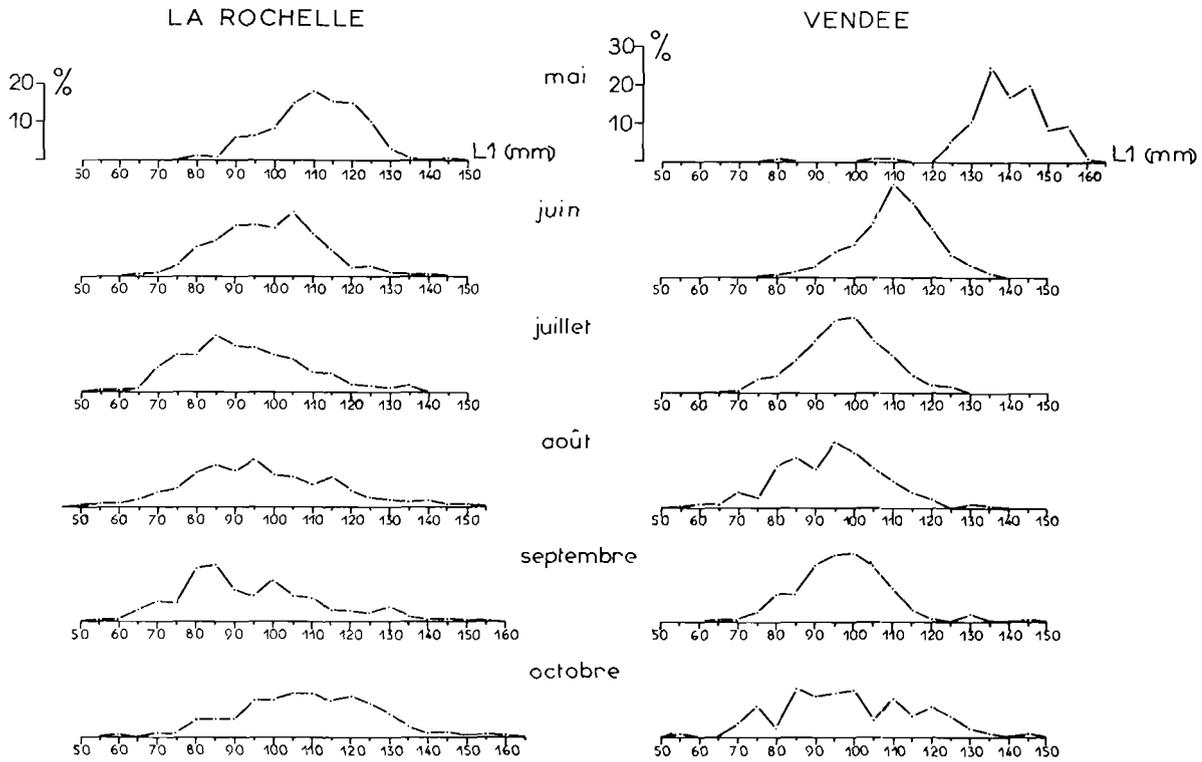


FIG. 3. Variations mensuelles de la taille à L1 des sardines du groupe I observées entre la Gironde et la Loire.

Le groupe I. Aux mois de mai et juin à La Rochelle, les sardines appartenant à ce groupe mesurent de 110 à 160 mm avec des modes à 140 et 145 mm. A Saint-Gilles-Croix-de-Vie, au cours de la même période, leur longueur est supérieure : 140 à 185 mm, modes 155 et 165 mm. Par la suite, en juillet-août et septembre les individus sont sensiblement de taille égale dans les deux secteurs, modes : 155-160-170 mm, mais en Charente au mois d'octobre le poisson est de dimension plus grande qu'en Vendée : modes 190 et 180 mm respectivement. Ceci ne correspond pas à l'évolution locale d'une population homogène et nous allons essayer d'en préciser la composition en utilisant les méthodes habituelles de lecture des écailles et du dénombrement des vertèbres.

2. - Taille à L1, moyenne vertébrale du groupe I.

Les courbes de fréquence de la taille à L1 des individus du groupe I montrent qu'elle est susceptible de grandes variations, pouvant aller de 50 à 160 mm (fig. 3). Elles sont tantôt unimodales tantôt bimodales ou plus étalées encore. A l'exception de quelques cas, on constate qu'en début de saison la longueur atteinte lors du premier cycle de croissance est supérieure

à 100 mm, par la suite la proportion d'individus dont le L1 est inférieur à cette valeur tend à augmenter. Le groupe I est donc de composition hétérogène et constitué de sardines d'origines diverses.

Au mois de mai, on observe en Charente trois types de sardines dont chacun est caractérisé par une taille à L1 et une moyenne vertébrale particulière :

L1 inférieur à 100 mm, moyenne vertébrale 51,83;

L1 compris entre 105 et 110 mm, moyenne vertébrale 52,05;

L1 supérieur à 115 mm, moyenne vertébrale 52,27.

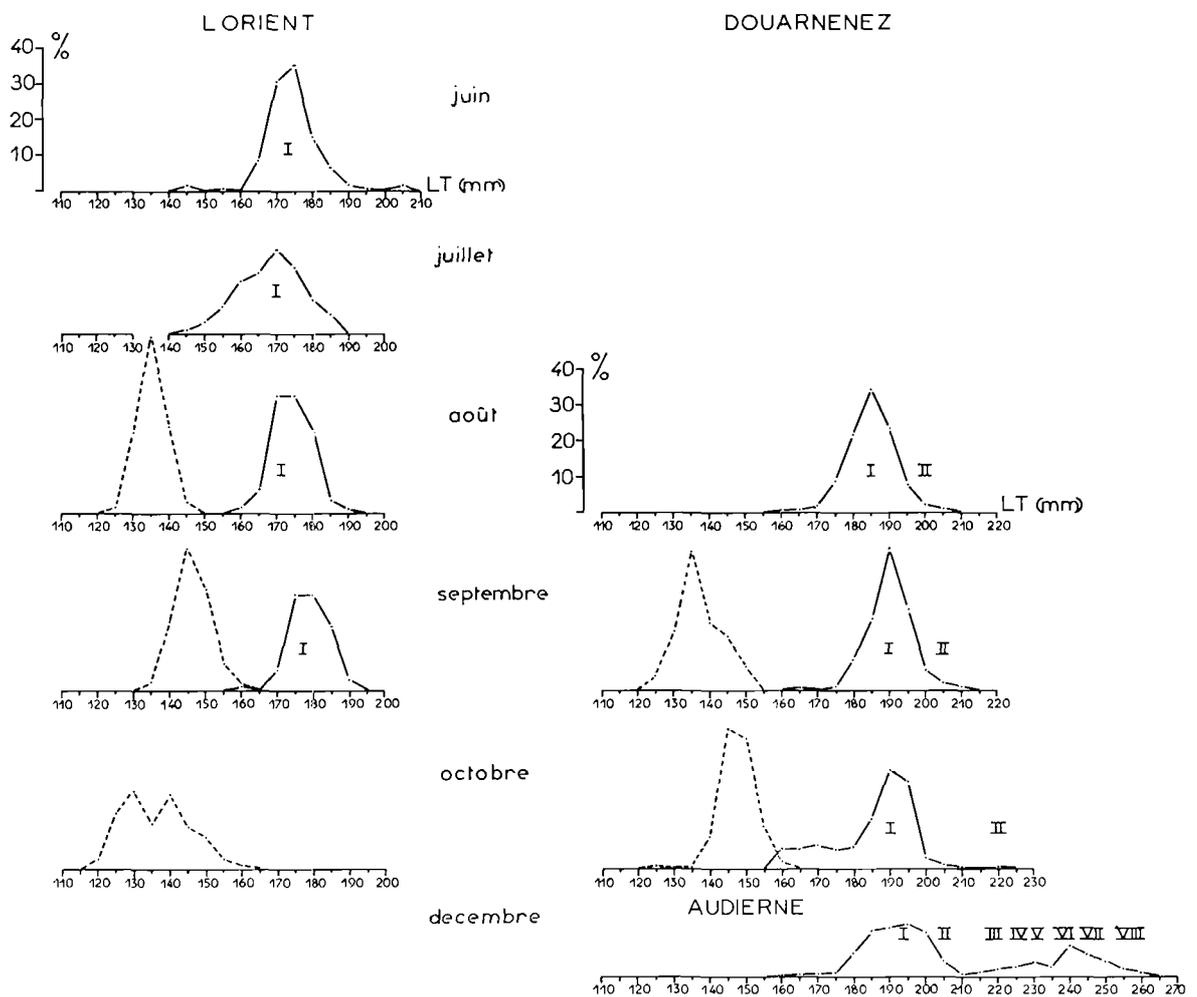


FIG. 4. — Variations mensuelles de la taille des sardines observées dans le sud de la Bretagne. En trait continu, sardines âgées d'un an et plus (les chiffres indiquent le groupe d'âge d'après l'écaille) ; en trait discontinu, sardines du groupe 0.

Les premières n'apparaissent encore que de manière sporadique alors que la présence des deux autres est constante.

Au même moment en Vendée, la courbe présente deux modes à 135 et 145 mm, la moyenne vertébrale des sardines se rattachant à chacun d'eux est différente : respectivement 52,08 et 52,38.

En juin, dans ce secteur la taille à L1 diminue mais on rencontre toujours ces deux formes, elles sont cependant mélangées à quelques individus dont la moyenne vertébrale (51,86) corres-

pond à ceux dont le L1 est inférieur à 100 mm. Ils apparaissent sur ces pêcheries à la fin du mois seulement alors qu'en Charente ils sont présents dans tous nos échantillons depuis le 7 juin.

De juin à octobre, nous rencontrons en plus ou moins grande abondance ces diverses catégories de sardines, entre la Gironde et la Loire. Elles peuvent se définir comme suit :

sardines dont la longueur à L1 est inférieure à 100 mm, leur moyenne vertébrale varie de 51,56 à 51,95 et elles constituent la majeure partie du stock exploité au cours de l'été;

sardines dont la longueur à L1 est supérieure à 100 mm, elles peuvent présenter deux types de moyenne vertébrale variant de 52,00 à 52,09 et de 52,13 à 52,30, très bien représentées au cours des deux premiers mois, leur apparition est ensuite occasionnelle.

b) Le sud de la Bretagne.

Le matériel étudié dans ce secteur provient des apports des sardiniers de Lorient et de Douarnenez. Les premiers commencent à pêcher à la fin du mois de mai dans les courreaux de Groix et en baie d'Étel. Les seconds doivent, au contraire, attendre la fin du mois de juillet avant que le poisson n'arrive dans la baie. La saison se termine fin octobre pour ces deux ports bien que l'on continue à réaliser de bonnes captures en baie d'Audierne jusqu'en décembre.

1. - Observations biométriques.

Ici encore, nous sommes en présence de deux classes de sardines appartenant aux groupes 0 et I auxquels viennent se mélanger des individus plus âgés. Ceux-ci sont peu abondants pendant l'été mais à la fin de l'année, à Audierne, ils représentent une partie assez importante des prises (fig. 4).

Le groupe 0. Il se manifeste dans le Morbihan à partir du 21 août et dans le Finistère un mois plus tard, à la fin de septembre. Ces sardines mesurent de 125 à 160 mm avec des modes à 135 et 145 mm, leur moyenne vertébrale est comprise entre 51,83 et 51,97. À Lorient, on note cependant au mois d'octobre la présence d'individus chez lesquels on distingue deux modes, à 120 et 130 mm dont chacun est caractérisé par une moyenne vertébrale particulière :

mode 120 mm : 52,12; mode 130 mm : 51,72

Cette nette différence entre les moyennes vertébrales des deux modes indique qu'elles proviennent de régions différentes.

Le groupe I. La taille du poisson est assez stable pendant tout l'été, elle est supérieure toutefois à celle des sardines présentes sur les pêcheries vendéennes et charentaises. À Lorient, leur longueur varie de 150-160 à 190 mm. On doit cependant signaler que dans la baie d'Audierne, en novembre et décembre, s'observe un mélange de populations comprenant des individus âgés d'un an avec un mode à 195 mm et d'autres appartenant aux groupes II à VIII et mesurant de 200 à 260 mm.

2. - Taille à L1, moyenne vertébrale du groupe I.

Comme précédemment les valeurs de L1 s'échelonnent entre des limites étendues (de 50 à 165 mm) et les polygones de fluctuations de ces diverses valeurs indiquent un mélange d'individus provenant de pontes effectuées à divers moments de l'année (fig. 5). Cependant, le stock exploité est homogène en ce qui concerne la moyenne vertébrale des échantillons étudiés surtout dans le Morbihan. Dans le Finistère au contraire, on rencontre divers types de sardines.

À Lorient, la taille à L1 est très grande au mois de juin : 105 à 165 mm avec deux modes : 135 et 145 mm. Au cours de l'été elle diminue nettement et varie de 50 à 145 mm, le mode étant à 100-105 mm. Un tel étalement des tailles révèle la présence de sardines ayant eu un premier cycle de croissance de durée variable. Toutefois, leur moyenne vertébrale demeure stable : elle est comprise entre 52,15 et 52,30.

À Douarnenez puis à Audierne, la taille à L1 varie également mais elle est supérieure à 100 mm dans la majorité des cas (mode 110-115 mm). Le stock exploité est principalement composé de

sardines dont la moyenne vertébrale est élevée (52,17 à 52,32) mais on constate également la présence d'individus présentant des valeurs plus faibles. C'est ainsi qu'en août et septembre on rencontre des individus dont la moyenne vertébrale varie de 52,00 à 52,06 et parfois même de 51,77 à 51,95. Dans les deux cas leur taille à L1 est supérieure à 120 mm.

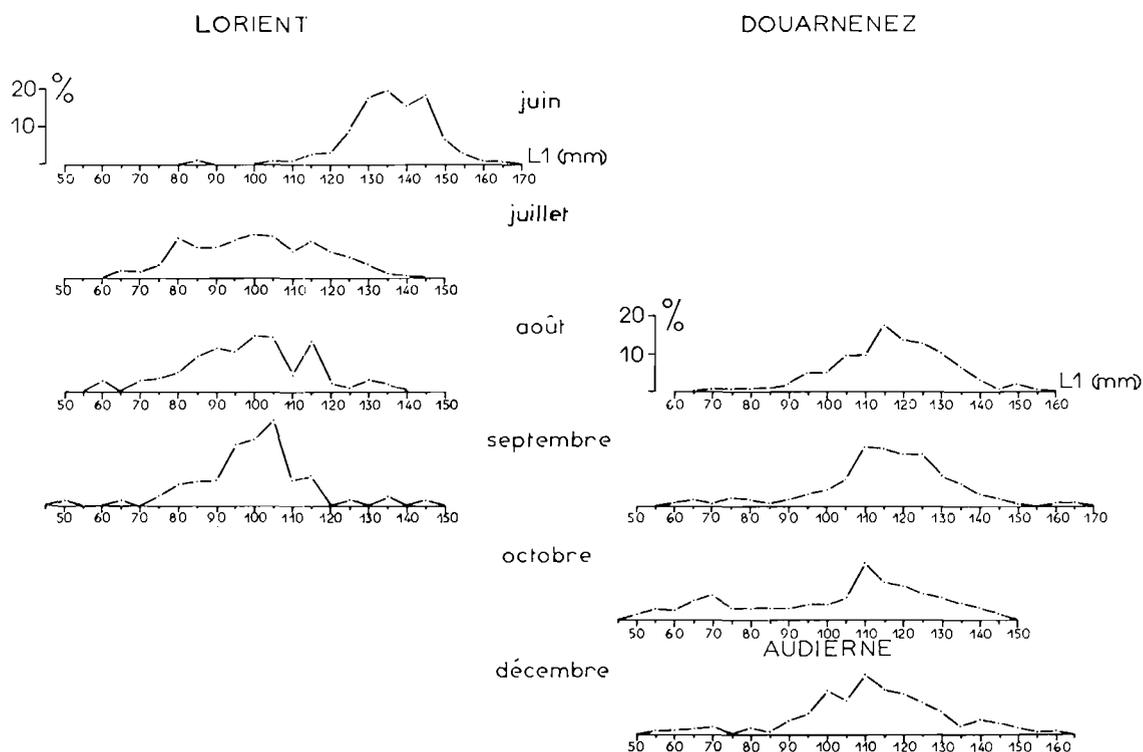


FIG. 5. — Variations mensuelles de la taille à L1 des sardines du groupe I observées dans le sud de la Bretagne.

c) La région basco-landaise.

Trois échantillons provenant de cette région ont été étudiés. Il s'agit de poissons âgés d'un an et mesurant de 165 à 210 mm avec des modes à 170-175 et 185 mm (fig. 6).

Leur taille à L1 varie de 70 à 160 mm, le mode étant à 105 mm (fig. 6). La population est composée de sardines dont la moyenne vertébrale est le plus souvent comprise entre 51,77 et 51,95 mais atteint 52,06 dans certains cas.

En résumé, notre matériel ayant ainsi été examiné, nous avons distingué trois types de sardines dont chacun peut se définir par des caractères bien particuliers.

Des sardines cantabriques dont la moyenne vertébrale est voisine de 51,80 sont représentées par un groupe I et un groupe 0. Le groupe I s'observe de juin à octobre sur les côtes charentaises et vendéennes puis en novembre et décembre à Saint-Jean-de-Luz. Occasionnellement on le rencontre à Douarnenez et Audierne. Le groupe 0 se manifeste d'abord à La Rochelle et migre progressivement vers le nord. Finalement ces sardines peuplent toutes les eaux du golfe.

Des sardines aquitaniennes dont la moyenne vertébrale est voisine de 52,05. Nos observations, qui diffèrent de celles d'autres auteurs, nous ont montré que leur taille à L1 est en général supérieure à 100 mm. On a très souvent constaté leur présence au sud de la Loire pendant l'été. Or, en 1967, l'inverse s'est produit; abondantes au printemps elles n'ont ensuite qu'une incidence minime sur la pêche bien qu'on les rencontre, toujours en faibles quantités, jusqu'à Douarnenez. Un groupe 0 aquitain apparaît en fin de saison mélangé aux cantabriques.

Des sardines armoricaines dont la moyenne vertébrale est voisine de 52,25, leur taille à L1 est définie jusqu'à présent comme variant de 100 à 140 mm. On voit ici qu'elle est très variable en 1967 (50 à 165 mm). Elles séjournent quelques semaines en Charente et Vendée. Par la suite leur présence est intermittente dans ce secteur. Elles sont, par contre, bien représentées en Bretagne, assurant à Lorient la totalité des captures en poisson de forte taille et à Douarnenez la plus grande part des apports.

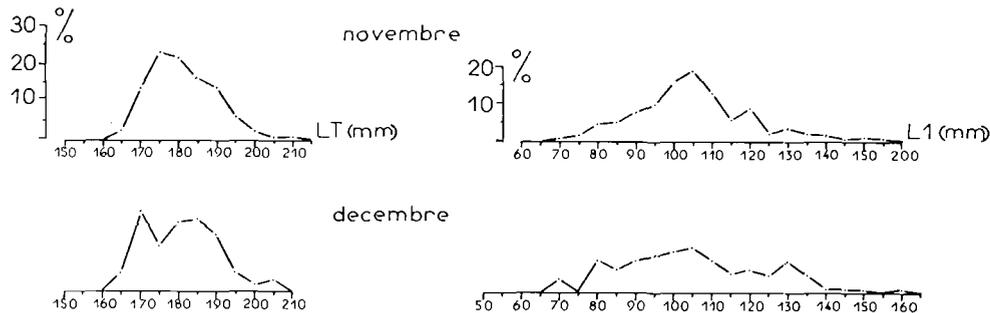


FIG. 6. — Variations de la taille et des valeurs de L1 des sardines observées à Saint-Jean-de-Luz.

Enfin nous pouvons signaler que dans les bancs de grosses sardines âgées de deux à huit ans sont mêlés des individus cantabriques aquitaniens et armoricains.

La composition du stock exploité ayant ainsi été examinée nous allons maintenant envisager la ponte de ce clupe dans le golfe de Gascogne et sur le plateau celtique.

Répartition des œufs et larves de sardines dans le golfe de Gascogne et sur le plateau celtique.

La ponte de la sardine en 1964, 1965 et 1966 dans le golfe de Gascogne et sur le plateau celtique a été récemment étudiée par S. ARBAULT et N. LACROIX-BOUTIN (1968 et 1969) dans le cadre d'un travail général sur la répartition saisonnière des œufs et larves de téléostéens. Les résultats exposés ici, et limités à la seule sardine, font suite à l'étude de ces chercheurs et la complètent. Ils proviennent du dépouillement des pêches planctoniques de cinq campagnes d'hydrologie des pêches effectuées saisonnièrement par la « Thalassa » et « La Pelagia » dans la même région en 1966 et 1967.

Les pêches de plancton verticales sont faites à l'aide d'un filet Hensen et pour chaque échantillon les résultats sont ramenés à 1 m² de surface.

Les cartes de répartition des œufs (fig. 7, 8, 9, 10, 11) présentent des points communs et font ressortir l'existence de plusieurs zones de pontes :

le plateau celtique,

la bordure du plateau continental dans le golfe de Gascogne avec des centres dans le sud-ouest de la Bretagne, l'ouest de la Gironde et le large de la côte des Landes,

une bande côtière qui s'étale entre la Gironde et la Loire sur des fonds toujours inférieurs à 100 m.

En 1967, la ponte apparaît plus précoce sur le bord du plateau et notamment dans le sud du golfe que dans la zone côtière et sur le plateau celtique. Au mois de février les œufs sont encore très rares dans les deux derniers secteurs alors qu'ils y abondent en mai. Il en est de même en 1966 à la même époque. En revanche, ils ont disparu au printemps des centres méridionaux où ils se rencontraient à la fin de l'hiver. En juillet-août, la ponte est pratiquement nulle.

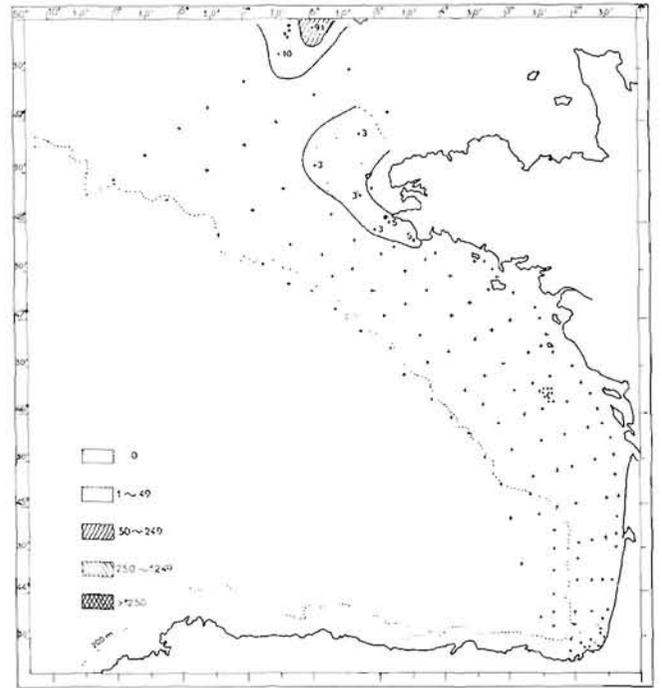
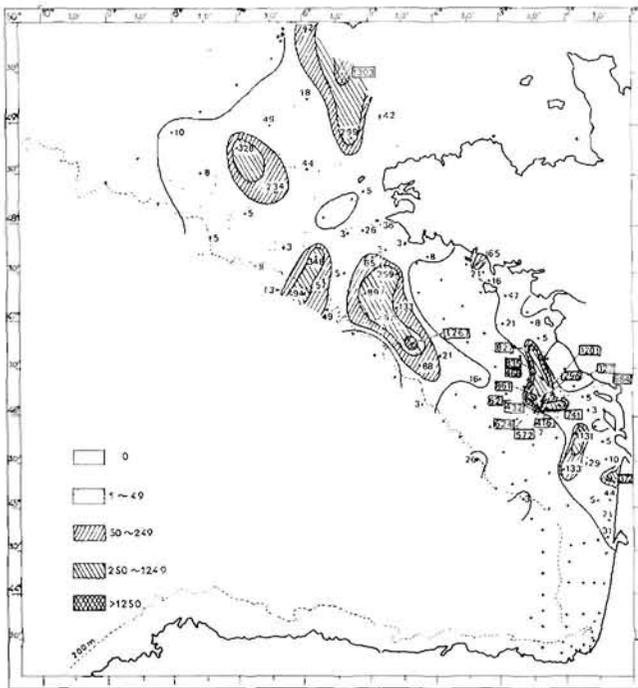
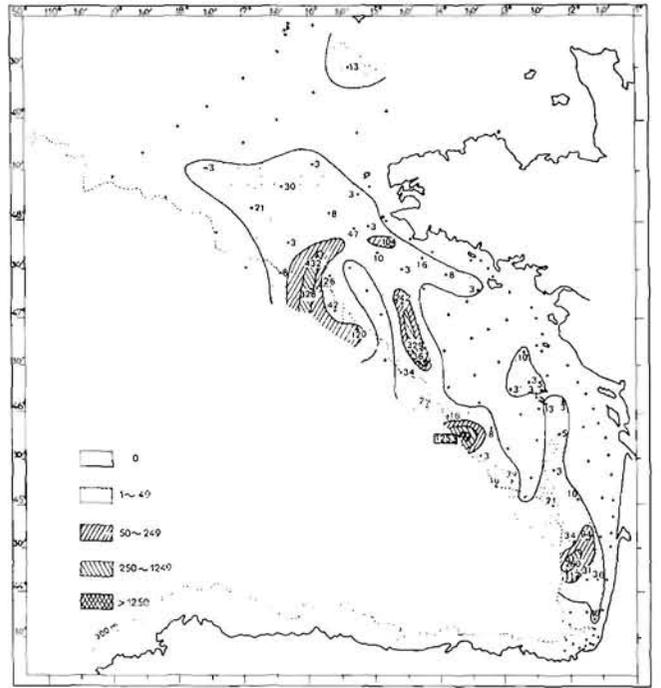
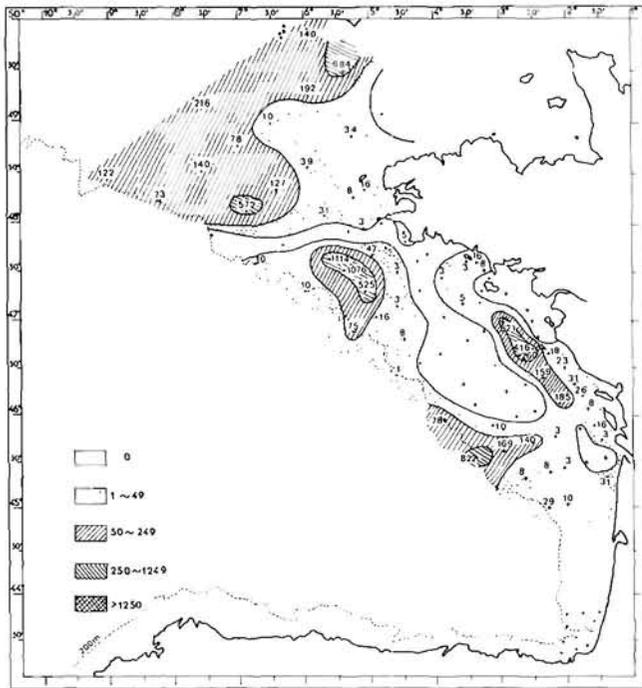


FIG. 7 à 10. — Répartition des œufs de sardine. En haut : mai 1966 (à gauche), février 1967 (à droite) ; en bas : mai 1967 (à gauche) juillet-août 1967 (à droite).

Par contre, en novembre, elle intéresse une étroite zone côtière de Bayonne à l'île de Groix et deux aires restreintes sur le plateau celtique. Cependant, dans l'ensemble elle est encore très pauvre à cette saison.

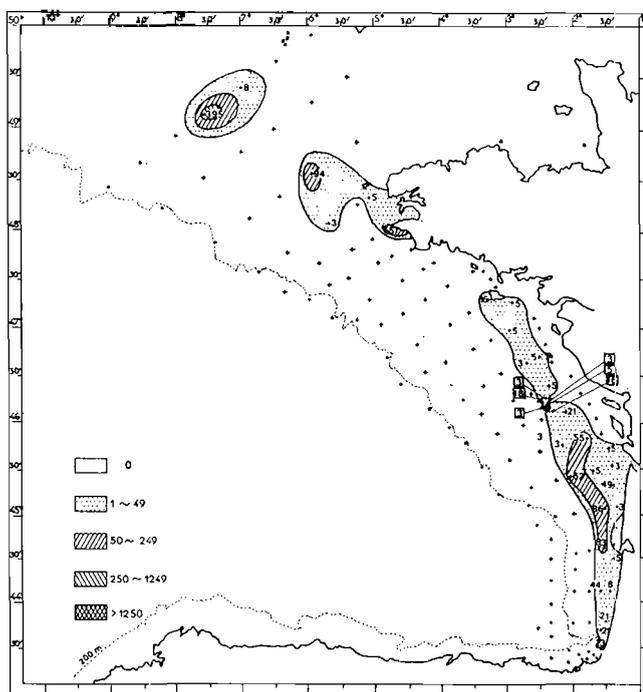


FIG. 11. — Répartition des œufs de sardine en novembre 1967.

La distribution des larves (fig. 12, 13, 14, 15, 16) est, dans ses grandes lignes, assez semblable à celle des œufs. On note toutefois, en février 1967, l'absence de larves dans le secteur landais où les œufs sont nombreux. On peut en déduire que la ponte y est très récente.

La situation, telle qu'elle apparaît sur nos cartes, présente de grandes analogies avec celle de l'année 1964 (S. ARBAULT et N. BOUTIN) : même distribution des grandes zones et notamment séparation des aires de ponte dans le golfe en deux bandes, l'une côtière, l'autre bordant le plateau. La ponte est relativement tardive sur le plateau celtique et précoce au large de la côte des Landes. La principale différence concerne le secteur côtier où, en mai 1964, les œufs ont été trouvés en abondance depuis Saint-Jean-de-Luz jusqu'à Ouessant alors qu'en 1966 et 1967 ils semblent ne pas dépasser Groix au nord et Hourtin au sud; par ailleurs, la présence de larves aux mêmes stations, en février 1964, permet de penser que la ponte y avait commencé beaucoup plus tôt que cette année. De telles différences sont vraisemblablement dues à la variabilité des facteurs de milieu. C'est pourquoi, nous avons tenté de mettre en évidence les corrélations pouvant exister entre nos observations sur les pontes, les caractères de l'hydrologie, la taille atteinte par les sardines à l'issue de leur premier cycle de croissance et la composition du stock exploité en 1967.

a) Relations avec l'hydrologie.

Nous avons comparé la répartition des œufs à celle des températures en surface et au voisinage du fond. Cette comparaison s'est révélée particulièrement intéressante (tabl. 1).

VINCENT et KURC (1969) ont établi les cartes de répartition des isothermes du fond pour l'année 1967. On constate que, dans le golfe, les concentrations de quelque importance n'appar-

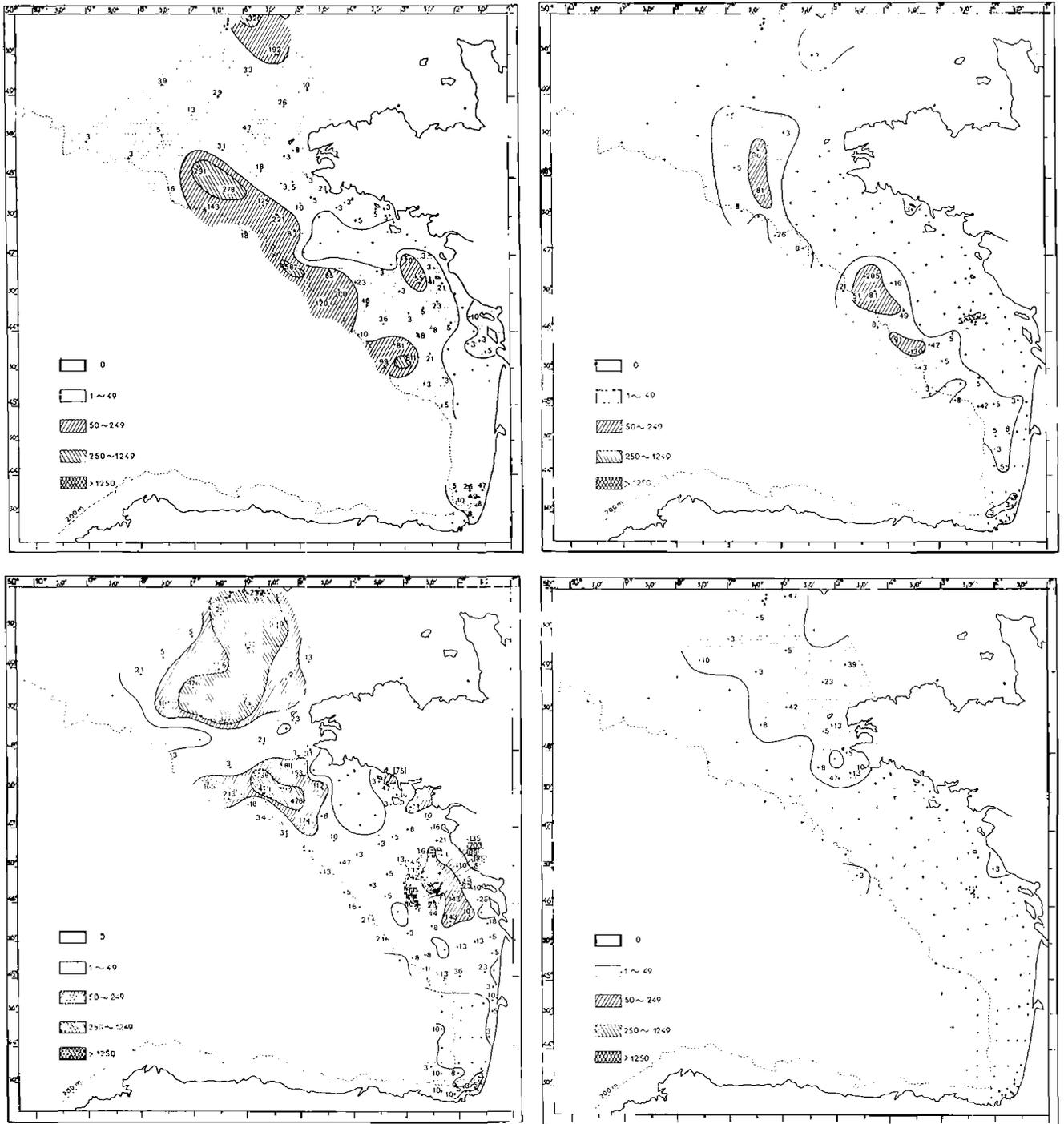


FIG. 12 à 15. — Répartition des larves de sardine. En haut : mai 1966 (à gauche), février 1967 (à droite) ; en bas : mai 1967 (à gauche), juillet-août 1967 (à droite).

raissent qu'aux stations où la température en profondeur est supérieure à 11° (SO de Bretagne) et même 11°5 (région landaise et zone côtière). Sur le plateau celtique la ponte semble commencer dès que la température atteint 10°5.

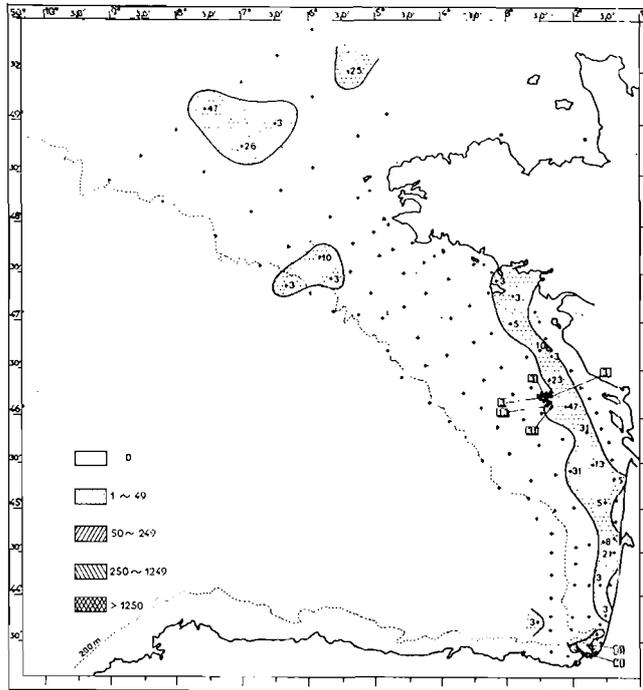


FIG. 16. — Répartition des larves de sardine en novembre 1967.

En hiver, la ponte est particulièrement importante sur le bord du plateau, dans toute la région comprise entre la Bretagne et les Landes. Cette région est soumise à l'influence des eaux tempérées d'origine atlantique (11°5 environ) alors que dans la zone côtière et sur le plateau celtique la température s'abaisse à 10°, 10°5.

| Secteurs | Mai 1966 | Février 1967 | Mai 1967 | Juillet-Août 1967 | Novembre 1967 |
|------------------------|----------|--------------|----------|-------------------|---------------|
| Plateau celtique | 11°2 | — | 10°9 | 12°2 | 11°2 |
| SO Bretagne | 11°8 | 11°3 | 11°2 | — | — |
| Large Gironde | 12°2 | 11°8 | — | — | — |
| Côte des Landes | — | 11°8 | — | — | 16°1 |
| Secteur côtier | 12°0 | — | 12°4 | — | 15°7 |

TABL. 1. — Températures moyennes au fond dans les secteurs où la densité des œufs de sardine est supérieure à 50 par m² de surface.

Les constatations les plus intéressantes concernent les données recueillies au printemps. Au cours de cette saison, le réchauffement des eaux du golfe de Gascogne s'effectue par le sud et le large ainsi qu'à la côte alors qu'un bourrelet froid continue à occuper le centre du plateau sous les couches superficielles. C'est le cas en mai 1967 où l'on remarque en bordure du littoral, des

températures près du fond, supérieures à 12° depuis le Gouf du cap Breton jusqu'à Groix tandis qu'un minimum thermique, passant progressivement de 10°9 dans le sud-ouest d'Ouessant à 11°6 au large d'Hourtin, sépare ces eaux côtières de celles du large en cours de réchauffement; il sépare également les pontes de la côte de celles qui bordent le plateau, les premières étant entièrement situées dans des eaux à plus de 11°5. En mai 1966, la situation est analogue bien que moins nette par suite d'une résorption plus avancée des eaux froides. Le minimum thermique existe toujours mais sa valeur, entre Loire et Gironde, est supérieure d'un demi-degré (11°9) à celle de mai 1967. On constate également que l'aire de ponte côtière s'étend en partie à ces eaux de température relativement basse.

| Secteurs | Mai 1966 | Février 1967 | Mai 1967 | Juillet-Août 1967 | Novembre 1967 |
|------------------------|----------|--------------|----------|-------------------|---------------|
| Plateau celtique | 11°2 | — | 12°1 | — | — |
| SO Bretagne | 12°0 | 11°2 | 12°4 | — | — |
| Large Gironde | 13°7 | 11°7 | — | — | — |
| Zone côtière | 14°0 | — | 14°4 | — | — |

TABLE 2. — Températures moyennes à 10 m dans les secteurs où la densité des larves de sardine est supérieure à 50 par m² de surface.

En été, la ponte est pratiquement nulle. Le bourrelet froid précédemment décrit persiste et sa température est presque identique à celle du printemps tandis que sur le talus et dans la zone côtière les eaux se sont réchauffées (températures 12°, 12°5).

Au mois de novembre, la situation thermique reste inchangée par rapport à celle de l'été, exception faite d'un réchauffement très net le long du littoral, depuis la côte des Landes jusqu'à la Loire (températures 14° à 16°). Malgré ces valeurs élevées, la ponte commence dans toute cette zone mais n'est guère importante. Sur le plateau celtique, une aire de ponte, très limitée, est bien apparente.

Pour les larves, il est plus difficile d'établir des corrélations nettes. Nous donnons néanmoins dans le tableau 2 les températures moyennes relevées à 10 mètres dans les zones de forte concentration.

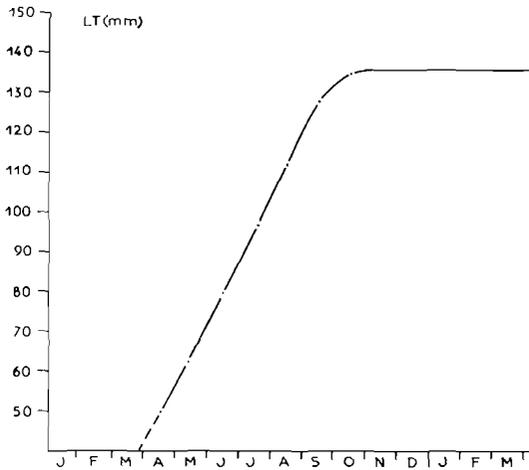
b) Relations avec la taille à L1.

Nous avons vu que la taille des sardines au premier anneau qui s'inscrit sur l'écaille lors de son arrêt hivernal de croissance varie considérablement, pratiquement de 50 à 160 mm. Pour expliquer cette dispersion des tailles on a invoqué l'existence de sardines issues de pontes d'hiver et de printemps d'une part, d'été et d'automne d'autre part. C'est ainsi que des sardines écloses en hiver et au printemps auraient une longueur de 50 à 90 mm en octobre lorsque la croissance s'arrête et par conséquent une taille à L1 correspondant à la formation du premier anneau l'année suivante. Par contre, chez des individus éclos en été ou en automne 1967 l'écaille récemment fournie est généralement trop petite pour qu'un anneau se forme dès le mois de mai 1968. Il n'apparaîtra qu'en mai 1969, la taille à L1 est alors supérieure à 100 mm mais ce premier anneau peut correspondre à un deuxième hiver.

A notre avis, la distinction entre sardines provenant de pontes s'étendant sur la totalité de l'année ne correspond pas exactement à la réalité et doit être précisée. Les informations accumulées depuis 1964 indiquent clairement que la ponte de ce clupe a lieu principalement en hiver et au printemps. En été elle est nulle et elle commence en automne. Elle ne présenterait donc pas deux périodes maxima comme on le supposait mais une seule phase importante, de janvier à juin. Dès lors comment expliquer cette dispersion des tailles à L1 ?

Reprenons une observation de KURC en 1963. Il contrôle cette année-là, sur les pêcheries vendéennes (entre les Sables-d'Olonne et l'île de Noirmoutier) la croissance *in situ* d'une popu-

lation stable avec la certitude que chacun des échantillons porte sur un même groupe d'individus. Sur les lieux de pêche on trouve dans la seconde quinzaine d'avril des sardinettes de 50 à 60 mm écloses durant l'hiver et n'ayant guère plus de trois à quatre mois d'existence. Grâce à ses prélèvements, l'auteur établit la courbe de croissance mensuelle de ces jeunes sardines du groupe 0 (fig. 17) dont les valeurs sont les suivantes :



| | | | |
|---------|--------|-----------|---------------------|
| avril | 50 mm | juillet | 98 mm |
| mai | 62 mm | août | 117 mm |
| juin | 80 mm | septembre | 128 mm |
| octobre | 135 mm | novembre | arrêt de croissance |

FIG. 17. — Courbe de croissance mensuelle moyenne des sardines du groupe 0 dans le golfe de Gascogne (d'après KURC, 1966).

Les facteurs physiques contribuant à faire varier le taux de croissance des poissons, on conçoit très bien que des individus nés au tout début du mois de janvier puissent atteindre une longueur de 150 mm lorsque cesse leur croissance fin octobre-début novembre de la même année.

Ainsi l'étalement des tailles à L1 pourrait s'expliquer de la manière suivante :

sardines ayant une taille à L1 variant de 100 à 150 mm ; elles seraient écloses en hiver, de décembre à mars ;

sardines ayant une taille à L1 variant de 50 à 90 mm ; elles seraient écloses au printemps, d'avril à juin.

c) Relations avec la composition du stock exploité.

Nous avons vu précédemment que la majorité des apports est constituée de sardines appartenant aux groupes 0 et I, donc âgées de quelques mois et d'un an. Les premières résultent des pontes de 1966, les secondes de celles de 1967.

1. - Influence des pontes de 1966 sur la nature du groupe I.

Les informations que nous possédons à ce sujet sont restreintes. Nous n'avons pu observer qu'une seule saison de ponte, le printemps cette année-là.

Nous sommes alors en présence de jeunes sardines du groupe 0, au nord comme au sud de la Loire (L'HERROU, 1967). Leurs moyennes vertébrales sont variables. Rappelons toutefois que dans les secteurs vendéens et bretons nous n'avons pas disposé d'observations régulières. Nos prélèvements, quoique rares, nous permettent cependant de tirer quelques conclusions.

Sardines cantabriques. Elles séjournent en Vendée et en Charente pendant tout l'été 1966. Leur taille passe de 85-135 mm en juillet à 110-160 mm début octobre et leur mode de 100 à 130 mm. Ce poisson correspond vraisemblablement aux sardines, de même type et dont la taille à L1 est supérieure à 100 mm, dont nous avons signalé la présence à Douarnenez et surtout à Saint-Jean-de-Luz en 1967. En ce qui concerne les sardines de moyenne vertébrale identique mais de taille à L1 plus faible : 50 à 100 mm, on peut penser qu'en 1966 elles étaient présentes sur les pêcheries mais trop petites pour intéresser les pêcheurs.

Sardines aquitaniennes. On ne les rencontre que sous forme de sardinettes de 35 à 55 mm de longueur pêchées à l'épuisette dans le port de La Rochelle en juillet. En tenant compte de leur croissance jusqu'en octobre on ne retrouve pas leur équivalent en 1967, les individus que nous avons étudiés ayant un L1 supérieur à 100 mm. Ceux-ci doivent provenir des pontes d'hiver signalées par S. ARBAULT et N. BOUTIN dans le sud du golfe tandis que les premiers ont pu

éclore au printemps dans cette même région.

Sardines armoricaines. Le groupe 0 armoricain a été très abondant en fin de saison aussi bien en Bretagne qu'en Vendée et en Charente. Les individus mesurent de 105 à 150 mm avec des modes à 120-125 et 135 mm et leurs moyennes vertébrales varient de 52,13 à 52,27. En 1967 nous avons retrouvé des sardines de taille à L1 et de moyenne vertébrale comparables. Quant aux sardines de taille à L1 inférieure à 100 mm, elles aussi étaient encore trop jeunes pour apparaître dans les captures.

On peut penser que ces sardines armoricaines du groupe I proviennent des pontes qui ont eu lieu, en 1966, sur le plateau celtique et dans la partie sud-ouest de la Bretagne, au large du massif armoricain. On est donc en présence de pontes d'hiver pour celles dont la taille à L1 est supérieure à 100 mm et de printemps pour celles dont le L1 est inférieur à cette valeur.

Ces individus aussi bien cantabriques qu'armoricains ont pu hiverner au large de nos régions puis migrer vers les côtes au printemps.

2. - Influence des pontes de 1967 sur la nature du groupe O.

On a vu que le groupe 0 est représenté par les sardines cantabriques auxquelles viennent se mélanger en septembre des aquitaniennes.

En février et mai les cartes de répartition des œufs et larves montrent que la ponte est importante sur les frayères habituelles de l'espèce. Pourtant le groupe 0 armoricain fait totalement défaut en fin de saison sur toutes les pêcheries alors que de coutume il assure une part importante des apports de fin de saison.

Quant aux sardines aquitaniennes, leur longueur atteste qu'elles sont écloses en hiver et elles proviennent probablement des régions situées au large de la Gironde et de la côte des Landes.

Quant aux sardines cantabriques, elles aussi sont nées en hiver. Elles appartiennent, en principe, à la population atlantique méridionale et sont originaires de la côte nord de l'Espagne. Les travaux de S. ARBAULT et N. BOUTIN ont montré que la ponte était peu importante en 1964 dans ce secteur. Par ailleurs, nous n'avons aucune donnée sur la ponte de cette région en 1966 et 1967, mais la médiocrité des captures depuis quelques années dans cette zone semble confirmer la faiblesse des pontes. De plus, on a considéré jusqu'à présent que l'apparition de ces sardines est l'indice d'une saison de pêche médiocre, consécutive à des conditions écologiques défavorables à la concentration des bancs de sardines. Or sans être exceptionnelle, l'année 1967 a été bonne.

Pourtant, on note en 1967 l'absence du groupe 0 armoricain et son remplacement par des sardines cantabriques. Peut-on penser dans ces conditions que celles-ci proviennent des lieux de ponte habituellement reconnus aux armoricaines ? Ce n'est pas tout à fait impossible si l'on admet que la moyenne vertébrale d'une population donnée est fonction, au moins partiellement, des facteurs hydrologiques qui caractérisent les lieux de ponte.

Il faudrait cependant que le plateau celtique, d'où sont normalement issues les sardines de type armoricain, soit, au moment de la ponte, baigné d'eaux méridionales d'une température tout à fait exceptionnelle dans cette zone. Les jeunes sardines, écloses sur le plateau celtique, présenteraient alors des caractéristiques cantabriques et non plus armoricaines.

Avant de pouvoir être acceptée, une telle hypothèse devrait être solidement étayée.

On peut également penser à la possibilité de migrations d'assez grande amplitude qui ont pu avoir lieu à la faveur d'une avancée des eaux chaudes méridionales qui, à l'automne 1967, soient parvenues jusqu'en Bretagne en longeant les côtes à partir du secteur cantabrique.

Résumé et conclusion.

En 1967, nous avons procédé à une étude simultanée de la sardine en différents points de son aire de répartition dans le golfe de Gascogne. Parallèlement à ce travail nous avons analysé la distribution des œufs et larves de ce clupe au cours de la même année ainsi qu'en mai 1966.

Nos observations permettent, malgré leur caractère limité, de préciser l'extension des aires de ponte de ce clupe au large des côtes françaises ; elles indiquent que l'hiver et le printemps sont les principales saisons de reproduction et confirment la sthénothermie de ce poisson au moment du frai.

La reproduction ayant lieu principalement de janvier à juin, nous avons pu montrer que la taille à L1 des individus ne résulte pas de pontes intéressantes deux saisons.

Enfin, la comparaison entre la distribution des œufs et larves et la composition du stock exploité montre qu'il n'est pas toujours possible d'établir un lien entre les zones de forte concentration et le lieu d'origine supposé de sardines de moyennes vertébrales différentes. Jusqu'à présent on a considéré qu'à chaque grand secteur géographique du golfe : massif armoricain, bassin aquitain, région canabrique, correspond une race particulière de sardines. Cette interprétation n'est pas toujours pleinement satisfaisante et il est permis de se demander s'il n'y aurait pas lieu de reconsidérer le problème de la signification raciale de la moyenne vertébrale.

BIBLIOGRAPHIE

- AHLSTROM (E.H.), 1943. — Influence of temperature on the rate of development of pilchard eggs in nature. — *U.S. Fish. Wild. Serv. spec. sci. Rep.*, **23**, 26 p.
- 1959. — Vertical distribution of pelagic fish and eggs larvae off California and Baja California. — *U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. Bull.*, **161** : 107-143.
- ARNE (P.), 1928. — La pêche de la sardine dans la région de Saint-Jean-de-Luz en 1927. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **1** (1) : 55-73.
- 1929. — La pêche de la sardine dans la région de Saint-Jean-de-Luz en 1928. — *Ibid.*, **2** (2) : 137-151.
- ALDEBERT (Y.) et TOURNIER (H.), 1967. — Reproduction de la sardine dans le golfe du Lion. Son importance pour l'avenir de la pêche. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 159, 7 p.
- ARBAULT (S.) et BOUTIN (N.), 1968. — Ichthyoplacton. Œufs et larves de poissons téléostéens dans le golfe de Gascogne en 1964. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **32** (4) : 413-476.
- 1969. — Époques et aires de ponte des poissons téléostéens du golfe de Gascogne en 1965-1966 (œufs et larves). — *Ibid.*, **33** (2) : 181-122.
- BELLOC (G.), 1930. — La question de la sardine dite « sauvage ». — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **3** (1) : 47-62.
- BELLOC (G.) et DESBROSSES (P.), 1930. — Remarques sur la sexualité de la sardine *Clupea pilchardus* (WALB.). — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **3** (1) : 63-78.
- BLAXTER (J.H.S.) et HOLLIDAY (F.G.T.), 1963. — The behaviour and physiology of herring and other clupeids. — *Advances in Marine Biology*, F.S. Russel, Edit., **1** : 261-393.
- CORBIN (P.G.), 1947. — The spawning of mackerel, *Scomber scombrus* L., and pilchard, *Clupea pilchardus* WALBAUM, in the Celtic sea in 1937-39 with observations on the zooplankton indicator species, *Sagitta* and *Muggiaena*. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **27** : 65-122.
- CREAC'H (P.), 1950. — Notes sur la biologie et la morphologie de la sardine (*Sardina pilchardus* WALB.) dans le fond du golfe de Gascogne. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Mém. Off. Pêches marit.*, sér. sp., n° 14 : 30-36.
- DANNEVIG (A.), 1950. — The influence of the environment on number of vertebrae in plaice. — *Rep. on Norweg. Fishery and marine investigation*, **9** (9), 6 p.
- DESBROSSES (P.), 1933. — Étude de la sardine de la côte de Bretagne depuis Concarneau jusqu'à l'embouchure de la Loire. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **6** (1) : 33-61.
- 1950. — Introduction à l'étude des caractères morphologiques métriques des Clupéidés. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Mém. Off. Pêches marit.*, sér. sp., n° 14 : 23-29.
- FAGE (L.), 1911. — Recherches sur la biologie de l'anchois (*Engraulis encrassicholus* L.) races, âge, migrations. — *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **2** (4) : 1-41.
- 1913. — Recherches sur la biologie de la sardine (*Clupea pilchardus* WALB.). I. Premières remarques sur la croissance et l'âge des individus principalement en Méditerranée. — *Arch. Zool. exp. gén.*, **52** (3) : 305-341.
- 1920. — Engraulidae, Clupeidae. — *Rep. on the Danish Oceanographical Expeditions 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent seas*, **2** (A9) : 5-140.
- 1958. — Croissance. Races. Migrations. — *In traité de Zoologie de P.P. Grassé*, Paris, Masson et Cie, Edit., **13** (3) : 1835-1884.
- FLEURY (J.), 1950. — Contribution à l'étude de la nourriture de la sardine du golfe de Gascogne. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Mém. Off. Pêches marit.*, sér. sp., n° 14 : 53-56.
- FORD (E.), 1937. — Vertebral variation in teleostean fishes. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **22** (1) : 1-58.
- FURNESTIN (J.), 1939-1943 (1945). — Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (*Sardina pilchardus* WALB.). — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **13** (1-4) : 221-386.
- 1950. — Premières observations sur la biologie de la sardine marocaine. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Mém. Off. Pêches marit.*, sér. sp., n° 14 : 57-61.

- FURNESTIN (J.), 1950. — Les races de sardine du détroit de Gibraltar et de ses abords. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Ibid.*, sér. sp., n° 14 : 62-67.
- 1950. — Etude comparative de quelques caractères métriques des sardines du golfe de Gascogne et du Maroc. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Ibid.*, sér. sp., n° 14 : 37-42.
- FURNESTIN (J.) et FURNESTIN (M.L.), 1959. — La reproduction de la sardine et de l'anchois des côtes atlantiques du Maroc. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **23** (1) : 79-104.
- HICKLING (C.F.), 1945. — The seasonal cycle in the cornish pilchard, *Sardina pilchardus* WALBAUM. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **26** (2) : 115-138.
- KURC (G.), 1963. — Rapports entre l'hydrologie et la pêche de la sardine dans le golfe de Gascogne. Comparaison entre une année de bonne pêche (1962) et une année de pêche médiocre (1961). — *Cons. int. Explor. Mer*, Comité de la Sardine, n° 52.
- 1966. — Croissance et âge des sardines du golfe de Gascogne. — *Ibid.*, Comité de la Sardine, n° J4.
- 1969. — La biologie et la pêche des sardines en relation avec l'hydrologie. — *Science et Pêche. Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 178, 14 p.
- KURC (G.), L'HERROU (R.) et LE MEN (R.), 1969. — Nouvelle étude de la croissance des sardines (*Sardina pilchardus* WALB.) du golfe de Gascogne. — *Cons. int. Explor. Mer*, Comité des poissons pélagiques (sud), n° J5.
- LEBOUR (M.V.), 1921. — The larval and post-larval stages of the pilchard sprat and herring from Plymouth district. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **12** (3) : 427-457.
- LE DANOIS (Ed.), 1929. — Les races locales de la Sardine des côtes françaises (Manche et Atlantique). — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **54** : 35-41.
- LEE (J.Y.), 1961. — La sardine du golfe du Lion (*Sardina pilchardus sardina* REGAN). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **25** (4) : 417-498.
- 1966. — Œufs et larves planctoniques de poissons. In éléments de planctologie appliquée. — *Ibid.*, **30** (2-3) : 171-208.
- LEE (J.Y.), PARK (J.S.), TOURNIER (H.) et ALDEBERT (Y.), 1967. — Répartition des principales aires de ponte de la sardine en fonction des conditions du milieu dans le golfe du Lion. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **31** (4) : 343-350.
- LE GALL (J.), 1930. — Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique (deuxième partie : la sardine des côtes de Bretagne). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **3** (1) : 19-46.
- 1930. — L'état actuel de la notion de « Races » chez la sardine. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **68** : 105-115.
- 1931. — La scalimétrie et son importance en ichthyologie appliquée. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **4** (4) : 381-395.
- 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. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V., Rapp. atlantique*, **104** : 32-37.
- 1939. — Note sur les concentrations de sardines dites de « roque » observées sur les côtes de Bretagne pendant l'été 1938 (appendice n° 5). Note préliminaire sur la croissance de la Sardine. — *Rapp. atlantique 1937-1938*, **111** : 39-40.
- LE GALL (J.) et PRIOL (E.P.), 1933. — Observations sur la ponte de la sardine du nord du golfe de Gascogne et de la Manche. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **6** (3) : 229-248.
- LETACONNOUX (R.), 1948. — Notes sur la sardine du golfe de Gascogne. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **14** (1-4) : 33-38.
- 1950. — Etude préliminaire de la sardine du secteur de La Rochelle. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Mém. Off. Pêches marit.*, sér. sp., n° 14 : 68-72.
- 1950. — Préliminaire à l'étude simultanée de la sardine sur le plateau continental atlantique. Biologie des Clupéidés (le hareng excepté). — *Ibid.*, sér. sp., n° 14 : 74-78.
- 1953. — Observations sur la sardine des Açores et nouvelle contribution à l'étude du genre *Sardina*. — *Inst. Pêches marit., Notes et Rapp.*, n° 11 : 37-56.
- 1953. — Sardine. Rapport sur les observations effectuées en 1952 entre Arcachon et l'île d'Yeu. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **18** (1) : 19-34.
- 1958. — Sardine. Composition du stock en 1955 dans la région de La Rochelle. — *Cons. int. Explor. Mer, Ann. biol.*, **13** : 218-220.
- L'HERROU (R.), 1967. — La campagne sardinière sur les côtes charentaises, vendéennes et bretonnes en 1966. — *Cons. int. Explor. Mer*, Comité Poissons pélag. sud, n° J13.
- 1967. — Répartition des œufs et larves de sardine dans le golfe de Gascogne et sur le plateau celtique (mai 1966, février et mai 1967). — *Cons. int. Explor. Mer*, Comité Poissons pélag. sud, n° J14.
- MAC GREGOR (J.S.), 1957. — Fecundity of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*) — *U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. bull.*, **57** (121) : 427-448.
- MONTEIRO (R.) et RUIVO (M.), 1954. — Biologie et écologie de la sardine (*Sardina pilchardus* WALB.) des eaux de Banyuls. II. Sur le rapport entre la croissance des écailles et celle du poisson. — *Vie et Milieu*, **5** (2) : 215-225.
- NAVARRO (F. de P.), 1948. — La variabilité et la signification raciale de la moyenne vertébrale des Clupéidés étudiés chez la sardine ibérique. — *J. Cons. int. Explor. Mer*, **15** (3) : 318-327.
- RUIVO (M.) et WIRZ (K.), 1952. — Biologie et écologie de la sardine des eaux de Banyuls. Observations sur la ponte en automne-hiver 1951. — *Vie et Milieu*, **3** (2) : 151-189.

- RUIVO (M.) et MONTEIRO (R.), 1954. — Influence du facteur température sur le déterminisme de la composition vertébrale chez *Sardina pilchardus* (WALB.) des eaux de Banyuls. — *C.R. Acad. Sci., Paris*, **239** (25) : 1875-1877.
- RUSSEL (F.S.), 1930. — The seasonal abundance and distribution of the pelagic young of teleostean fishes. — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **16** (3) : 707-722.
- SILLIMAN (R.P.), 1943. — Thermal and diurnal changes in the vertical distribution of eggs and larvae of the pilchard (*Sardinops caerulea*). — *J. mar. Res.*, **5** (2) : 118-130.
- TESTER (A.L.), 1938. — Variation in the mean vertebral count of herring (*Clupea pallasii*) with water temperature. — *J. Cons. int. Explor. Mer*, **13** (1) : 71-75.
- VINCENT (A.) et KURC (G.), 1969. — Hydrologie. Variations saisonnières de la situation thermique du golfe de Gascogne en 1967. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **33** (1) : 79-96.
- 1969. — Les variations de la situation thermique dans le golfe de Gascogne et leur incidence sur l'écologie et la pêche de la sardine en 1968. — *Ibid.*, **33** (2) : 203-212.
-