

## HYDROLOGIE

### VARIATIONS SAISONNIERES DE LA SITUATION THERMIQUE DU GOLFE DE GASCOGNE EN 1967

par André VINCENT et Georges KURC

La connaissance du régime hydrologique d'un secteur océanique comme le golfe de Gascogne est d'un intérêt capital pour une étude écologique des poissons et autres espèces marines.

On possède certes de nombreuses données sur cette région où l'Institut des Pêches maritimes poursuit ses recherches depuis cinquante ans déjà.

Mais il manquait une étude saisonnière systématique de l'ensemble du Golfe, portant sur plusieurs années.

Une telle étude limitée à la plate-forme continentale mais se rattachant à des recherches plus étendues qui seront publiées ultérieurement, a été entreprise dès 1967. Ce sont ses premiers résultats qui font l'objet de cette note.

*La méthode* adoptée a consisté à tracer un réseau de 134 stations dans le secteur délimité par la côte française, l'entrée de la Manche, une ligne joignant les Scilly à la Petite Sole et l'isobathe de 200 m (fig. 1) et à effectuer ces stations au bathythermographe. En effet la température était le facteur qui, sur le plan biologique, nous intéressait le plus et cette méthode nous donnait en outre le moyen d'obtenir le maximum de renseignements dans un temps relativement limité permettant d'établir les cartes thermiques les plus représentatives de la situation du moment.

Ainsi les quatre campagnes, réalisées avec le navire « La Pélagia » de l'Institut des Pêches, se situent

en hiver, du 13 février au 22 mars,	en été, entre le 21 juillet et le 10 août,
au printemps, du 16 mai au 7 juin,	en automne, du 7 au 24 novembre.

*Les opérations* suivantes ont été exécutées à chacune de ces campagnes :

a) sur chaque station un relevé continu de la température depuis la surface jusqu'à proximité du fond, à l'aide d'un bathythermographe Richard (précision  $\pm 0^{\circ}1$ , erreur sur la profondeur n'excédant pas 1 %) et une vérification simultanée de la température de surface faite au moyen d'un thermomètre à renversement Yoshino précis au 1/100<sup>e</sup> de degré;

b) une fois par jour, sur une station profonde, un contrôle des indications du bathythermographe en observant la température aux niveaux standards à l'aide d'une série de thermomètres Yoshino.

*Le dépouillement* des relevés thermiques s'est effectué à bord.

La lecture des bathythermogrammes a été faite sur des reproductions de la grille et de la plaque fumée agrandies quatre fois. Les températures thermométriques ont été corrigées à la règle Culbertson.

Les résultats définitifs étant exprimés selon la méthode classique, nous avons établi pour chaque saison les cartes isothermiques de dixième en dixième de degré aux niveaux standards ainsi que des sections verticales.

Pour des raisons d'ordre biologique nous avons également tracé une carte des températures près du fond. Les valeurs portées sont celles du point le plus bas du bathythermogramme, soit entre

5 et 15 m au-dessus du sol; pour les stations situées au-delà de la ligne des 200 m, nous avons retenu la température à 250 m. Une telle carte, sensiblement parallèle au fond et près de celui-ci, permet la représentation d'isothermes sur la totalité du secteur étudié, ce que les plans horizontaux n'autorisent qu'aux niveaux superficiels.

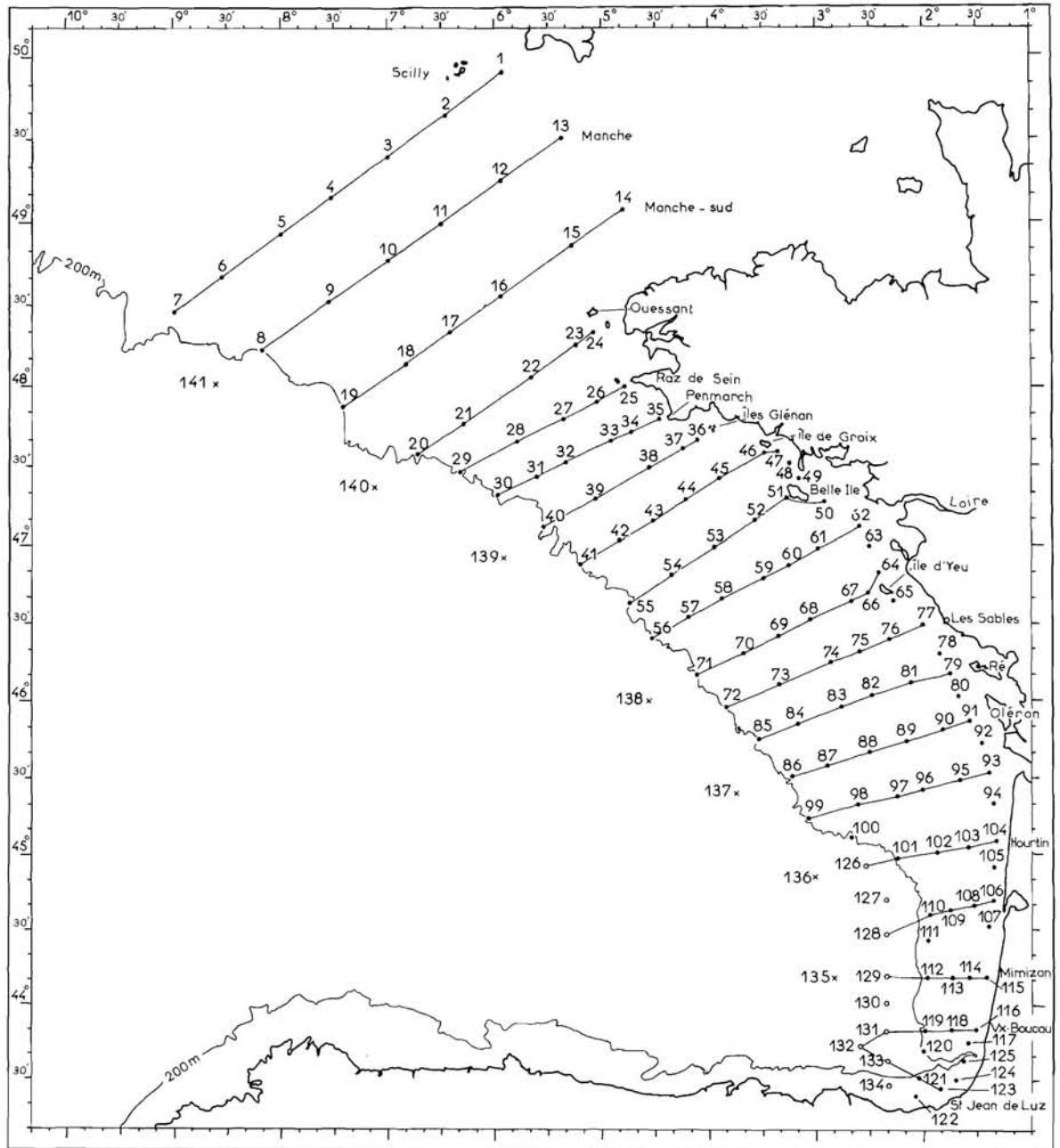


FIG. 1. — Carte des stations hydrologiques.

Comme ces quatre cartes près du fond résument, d'une manière très suggestive, les phénomènes originaux rencontrés dans le Golfe en 1967, elles seront seules reproduites ici avec les sections hydrologiques les plus parlantes.

**Variations thermiques saisonnières.**

**1° Hiver** (fig. 2 et 3 à 15) (1).

La carte présente une succession quasi régulière d'isothermes d'orientation NO-SE et de valeurs décroissantes depuis le bord du plateau jusqu'au littoral.

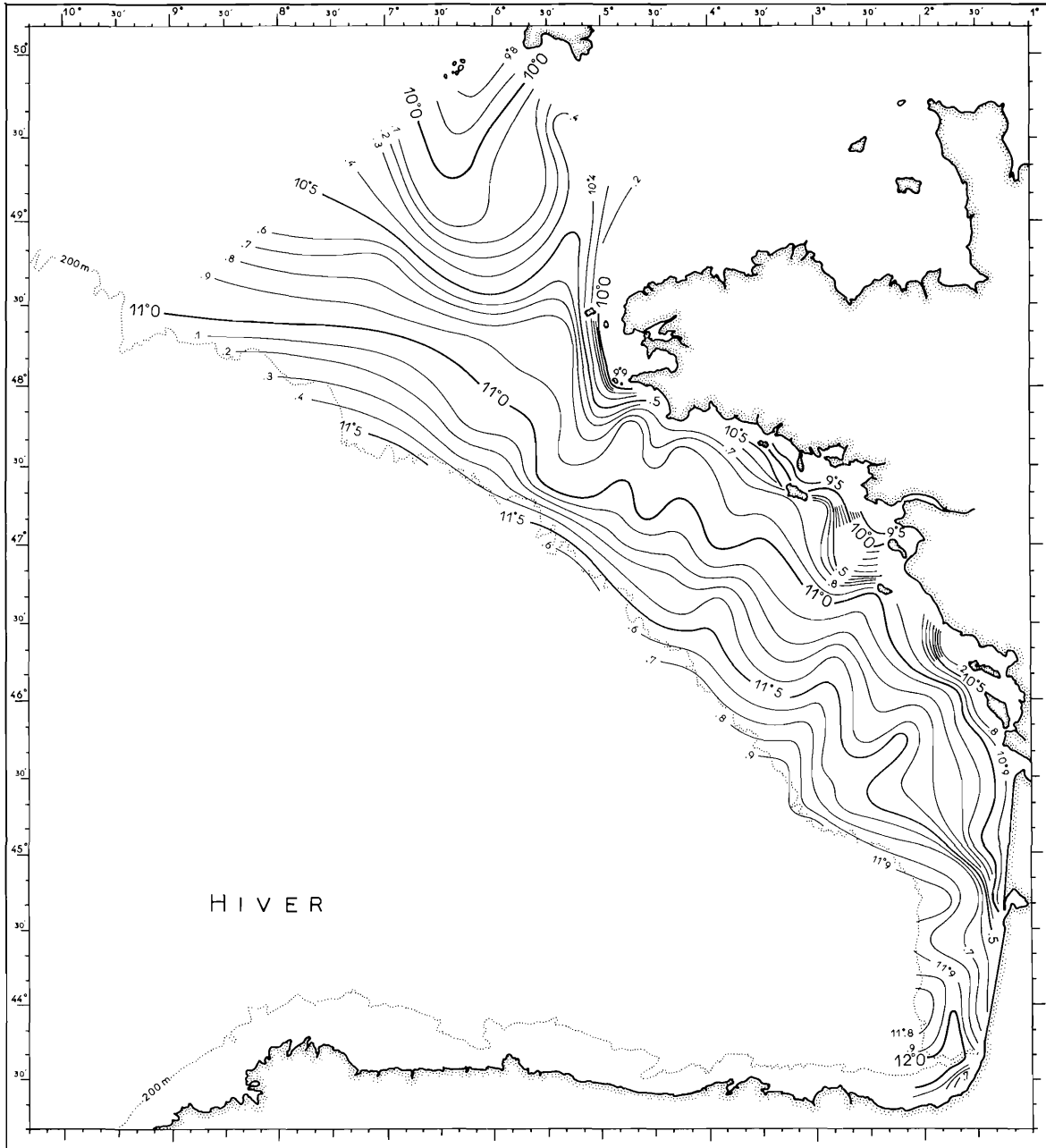


FIG. 2. — Isothermes près du fond en hiver.

(1) Les séries de coupes pour l'hiver et les saisons suivantes sont reportées à la fin de l'article.

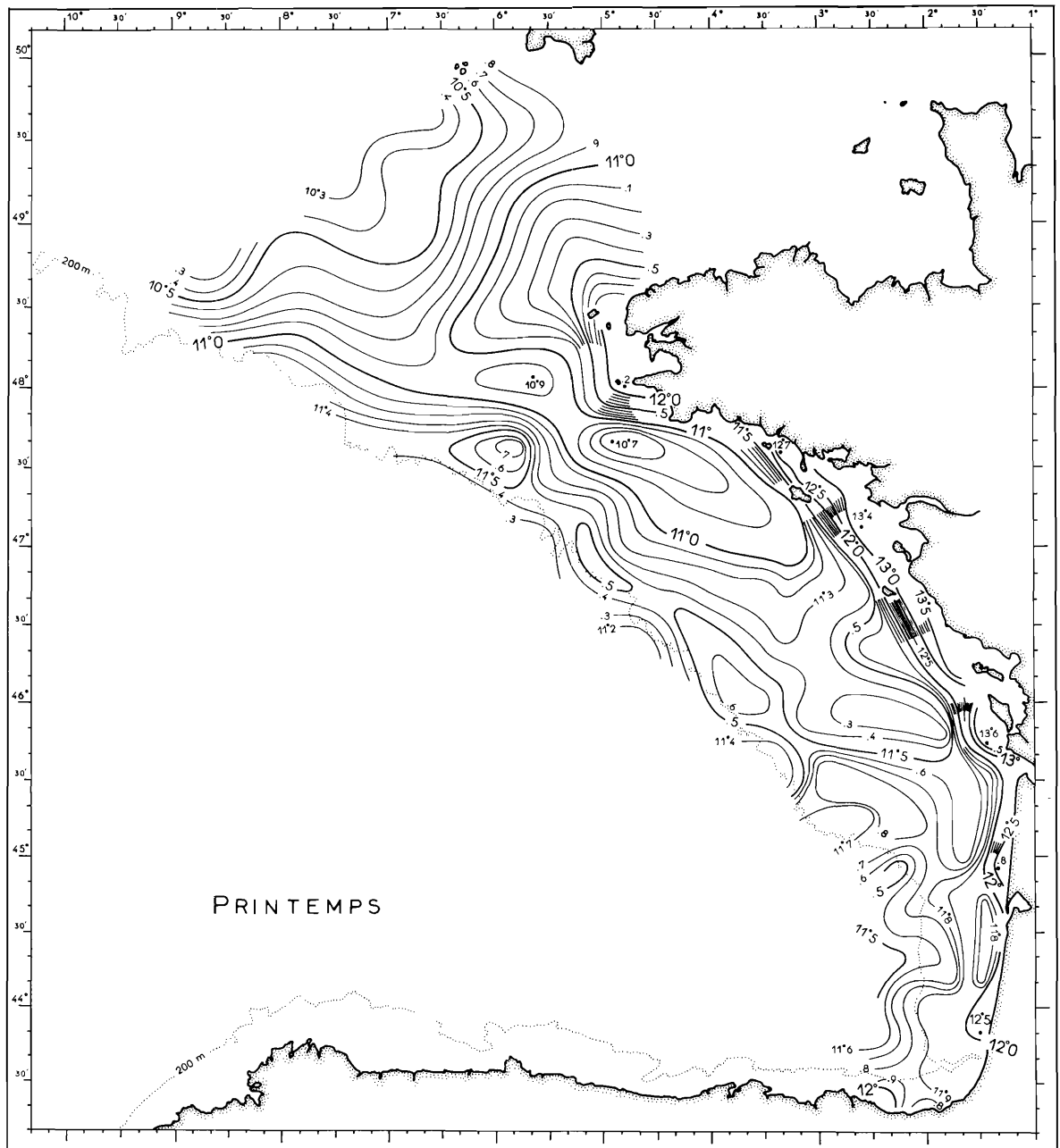


FIG. 16. — Isothermes près du fond au printemps.

La température de l'eau est tempérée vers le large par l'influence atlantique tandis que près de terre elle s'abaisse sensiblement en raison des conditions climatiques et surtout des déversements des fleuves. Mais l'écart entre les valeurs extrêmes n'excède pas 2° environ.

La disposition régulière des isothermes est cependant perturbée entre le Finistère et les îles Scilly. Leur tracé dans cette région montre qu'un lobe d'eau d'influence atlantique s'infiltré avec difficulté dans les eaux de la Manche dont nous savons par les travaux antérieurs qu'elles sont en cette saison pratiquement homothermes ( $T^{\circ}$  inférieure à 10° dans ce secteur).

Il est probable que de cet affrontement résulte l'écoulement, vers le sud-ouest à partir de l'Iroise, des eaux de la Manche qui coiffent le Finistère, ce que suggèrent les isothermes.

Dans le sud du Golfe, au-delà d'Hourtin, on relève les températures les plus élevées car l'influence de l'eau du large s'y marque mieux du fait de l'étroitesse du plateau et de l'existence de la fosse de Cap-Breton qui lui en facilite l'accès.

Les coupes (fig. 3 à 15) montrent que dans l'ensemble les isothermes sont très relevées.

Elles apportent des précisions complémentaires sur l'eau côtière froide dont l'influence se manifeste jusqu'aux fonds de 100 m entre la pointe de Penmarch et la Loire. Déjà s'affirme la tendance de cette eau à constituer une masse à minimum thermique dont nous suivrons le développement au cours des saisons suivantes.

## 2° Printemps (fig. 16 et 17 à 29).

A cette saison la situation thermique s'est dégagée de la relative uniformité hivernale.

Ce qui apparaît avec netteté sur la carte, c'est un axe d'eau froide bien individualisé qui, épousant le plateau continental, s'oriente parallèlement à la côte entre les eaux proprement côtières qui subissent le réchauffement printanier et l'eau d'influence atlantique qui empiète sur la plate-forme continentale.

Cette formation s'étend du plateau celtique jusqu'à la côte des Landes. Son épanouissement étant proportionnel à la largeur du plateau, elle est beaucoup plus ample entre la Bretagne et la Gironde que le long de l'Aquitaine. Sa température est inférieure à 11° des Scilly à la Vendée et de peu supérieure à cette valeur plus au sud, l'eau côtière dépassant 12° et l'eau du talus étant à 11°5 environ.

Si cet axe froid se montre bien dessiné du nord au sud, les tracés des isothermes au dixième n'en font pas moins apparaître qu'il est relativement fragmenté. C'est le cas notamment sur la ligne de l'île de Sein, où des eaux à plus de 11°, tendant à se rejoindre, lui font subir un certain étranglement qui ne fera que s'accroître à la saison chaude. Il en est de même, mais à un degré moindre, vers le centre du Golfe ainsi que dans sa partie sud.

Les coupes (fig. 17 à 29) nous apprennent que cet élément le plus remarquable de la carte (fig. 16) se présente comme une importante formation en bourrelet. Elles précisent en particulier son épaisseur et la position de son minimum thermique; elles renseignent également sur les eaux qui le jouxtent et qui, d'une certaine manière, le canalisent.

Alors qu'en hiver ce « bourrelet froid » se trouvait étroitement appliqué au littoral, il en est désormais séparé par une eau côtière réchauffée et s'étend jusqu'à la Gironde au sud de laquelle il s'amenuise et se rapproche de la côte. Son sommet est délimité par une thermocline relativement bien marquée (entre 11°5 et 13°) qui par fonds moyens d'une centaine de mètres se manifeste entre 20 et 50 m sous la surface suivant les sections, ce qui donne à ce bourrelet une hauteur moyenne de 70 m.

Au-delà des fonds de 100 m, cette formation devient moins nettement différenciée, ce que traduit la diminution du gradient thermique. On passe alors sur le bord de la plate-forme à une eau qui, bien qu'à peine moins froide (11°3 à 12°), est d'influence atlantique. Sur chacune de nos lignes, sa température sur le fond est toujours supérieure au minimum thermique du bourrelet ce qui indique bien que celui-ci lui est dans une large mesure étranger, son origine étant côtière comme nous l'avons vu en hiver.

En surface, une eau relativement chaude de 12°5 à 15°0 recouvre le bourrelet froid; son épaisseur, variable, atteint une quarantaine de mètres au maximum (entre Yeu et Oléron).

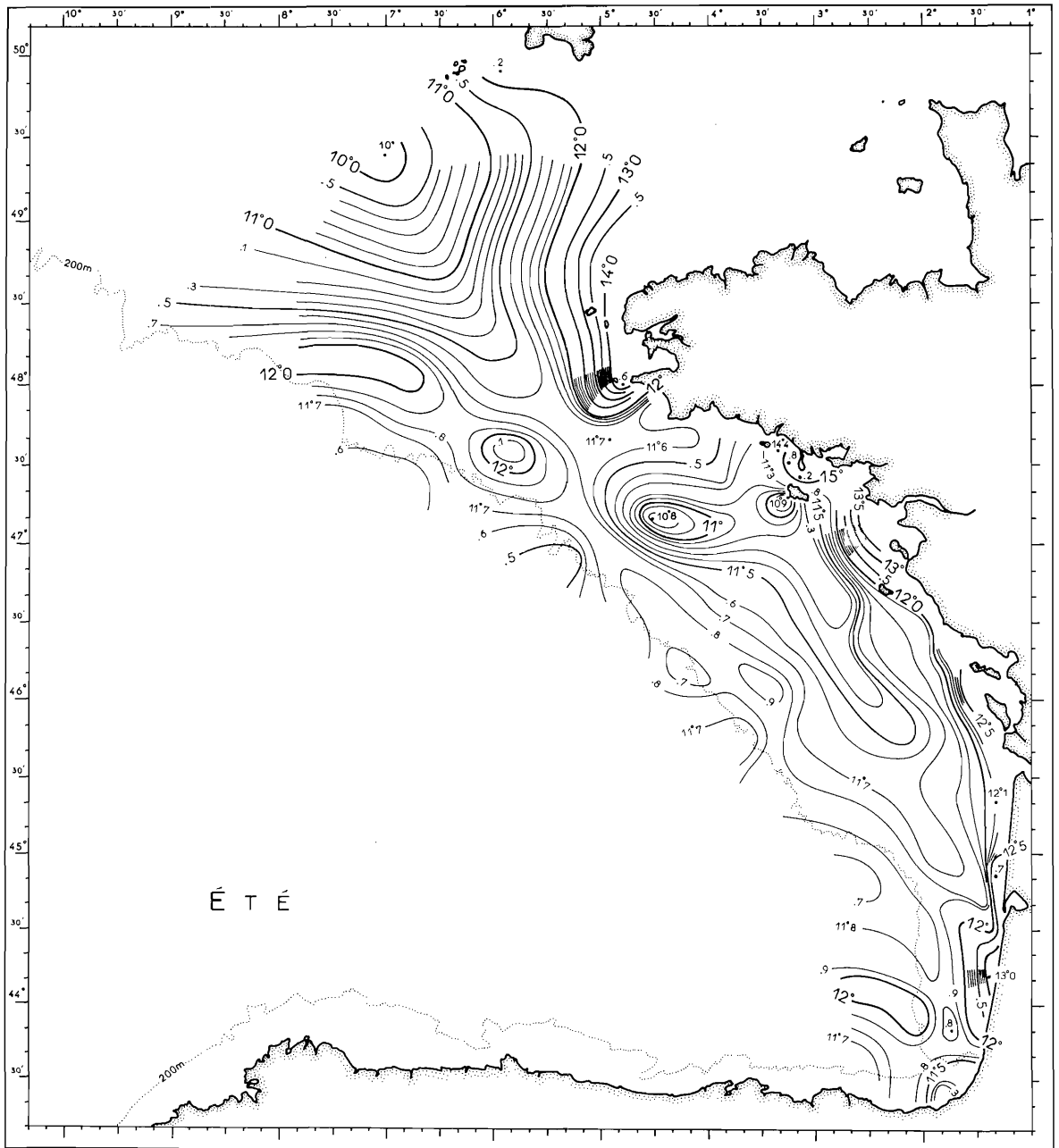


FIG. 30. — Isothermes près du fond en été.

### 3° Été (fig. 30 et 31 à 43).

En dépit du réchauffement estival affectant ce secteur atlantique, et qui se manifeste particulièrement à l'entrée de la Manche ainsi que près des côtes, la carte montre une remarquable permanence du bourrelet froid qui vient d'être décrit. Celui-ci reste pratiquement dans la même position géographique et conserve toute son ampleur. Sa température est presque identique à celle du printemps et permet de le raccorder à l'eau du plateau celtique en dépit d'une relative rupture thermique déjà amorcée d'ailleurs à la saison précédente au sud-ouest de l'île de Sein. Cette rupture tient, pour une bonne part, à la poussée vers le sud des eaux réchauffées de la Manche, à 13-14°, qui occupent toute l'Iroise et débordent en direction du sud-ouest.

Sur le talus, des différences thermiques, bien que relativement peu importantes, isolent l'axe froid, de façon plus nette encore qu'au printemps, des eaux d'influence atlantique qui, empiétant sur le plateau continental, tendent à créer une formation un peu plus chaude (12°) au large du bourrelet et parallèlement à lui.

Au sud d'Arcachon, comme il est naturel sur le plateau étroit de la côte des Landes et du Pays basque, la situation thermique est plus complexe du fait de la proximité des eaux du large qui tendent à effacer l'extrémité sud du bourrelet.

Les sections (fig. 31 à 43) nous renseignent sur les variations presque négligeables de cette situation hydrologique par rapport au printemps. Le bourrelet, en particulier, de température pratiquement inchangée, conserve une épaisseur moyenne d'une cinquantaine de mètres, se répartissant de part et d'autre des fonds de 100 m. Les sections du sud de la Manche, d'Ouessant et de Sein (fig. 32 à 34) sont à cet égard remarquables, car, dans ce secteur, tout en nous montrant la permanence du bourrelet froid, elles expliquent mieux que la carte l'attaque conjuguée qu'il subit de la part des eaux de la Manche et de l'eau d'influence atlantique, sur ses deux versants.

Le gradient thermique entre cette formation froide et les eaux de surface fortement réchauffées, qui peuvent atteindre 18° à 20°, se manifeste sur quelques mètres d'épaisseur aux niveaux compris entre 30 et 50 m. Ce n'est donc qu'une mince couche superficielle qui se trouve affectée par le réchauffement saisonnier et la pénétration des eaux du large vers la côte.

Près de celle-ci, notamment entre la Loire et la Gironde, le bourrelet froid s'est même développé pour une grande part sous l'influence vraisemblablement, des vents du secteur nord qui ont soufflé de manière irrégulière mais avec une certaine fréquence dans ces parages, si bien que la tranche d'eau de 14 à 17° s'en est trouvée réduite à quelques mètres. Une telle disposition, qui sur le plan hydrologique n'est qu'un détail, méritait néanmoins d'être soulignée en raison de son importance écologique et halieutique car elle est déterminante du comportement des espèces pélagiques comme la sardine qui sont l'objet essentiel de la pêche en ces régions.

### 4° Automne (fig. 44 et 45 à 57).

En cette arrière-saison le bourrelet froid, qui aux saisons précédentes se présentait comme le phénomène hydrologique essentiel de ce secteur atlantique, se retrouve aussi nettement dessiné; ses valeurs thermiques, bien qu'un peu plus élevées, restent comparables. Il est toujours bien marqué en face du Finistère et mieux encore entre le sud-Finistère et le large de la Charente avec ses températures inférieures à 12° et ne dépassant pas même 11°2 au SE de l'île de Groix.

Si l'on considère les sections intéressant cette région, on remarque que le bourrelet, tout en s'écartant quelque peu de la côte, sa base étant fixée vers la profondeur de 100 à 150 m, conserve un volume encore important avec une hauteur qui l'amène à 50-70 m de la surface.

Nous voyons de même que l'étranglement subi par cette formation froide axiale ne s'est pas beaucoup accentué en dépit de l'extension de l'eau d'influence atlantique, probablement du fait que les eaux de la Manche s'écoulant par l'Iroise commencent à se refroidir.

Sous cet aspect la situation thermique automnale serait donc inchangée par rapport à l'été si n'apparaissait au sud du Golfe, s'étendant de la côte des Landes vers la Gironde et l'estuaire de la Loire, un réchauffement accusé. Le tracé des isothermes lui donne une allure significative qui semble être celle d'un écoulement, du sud vers le nord, des eaux côtières basques et landaises longuement réchauffées.

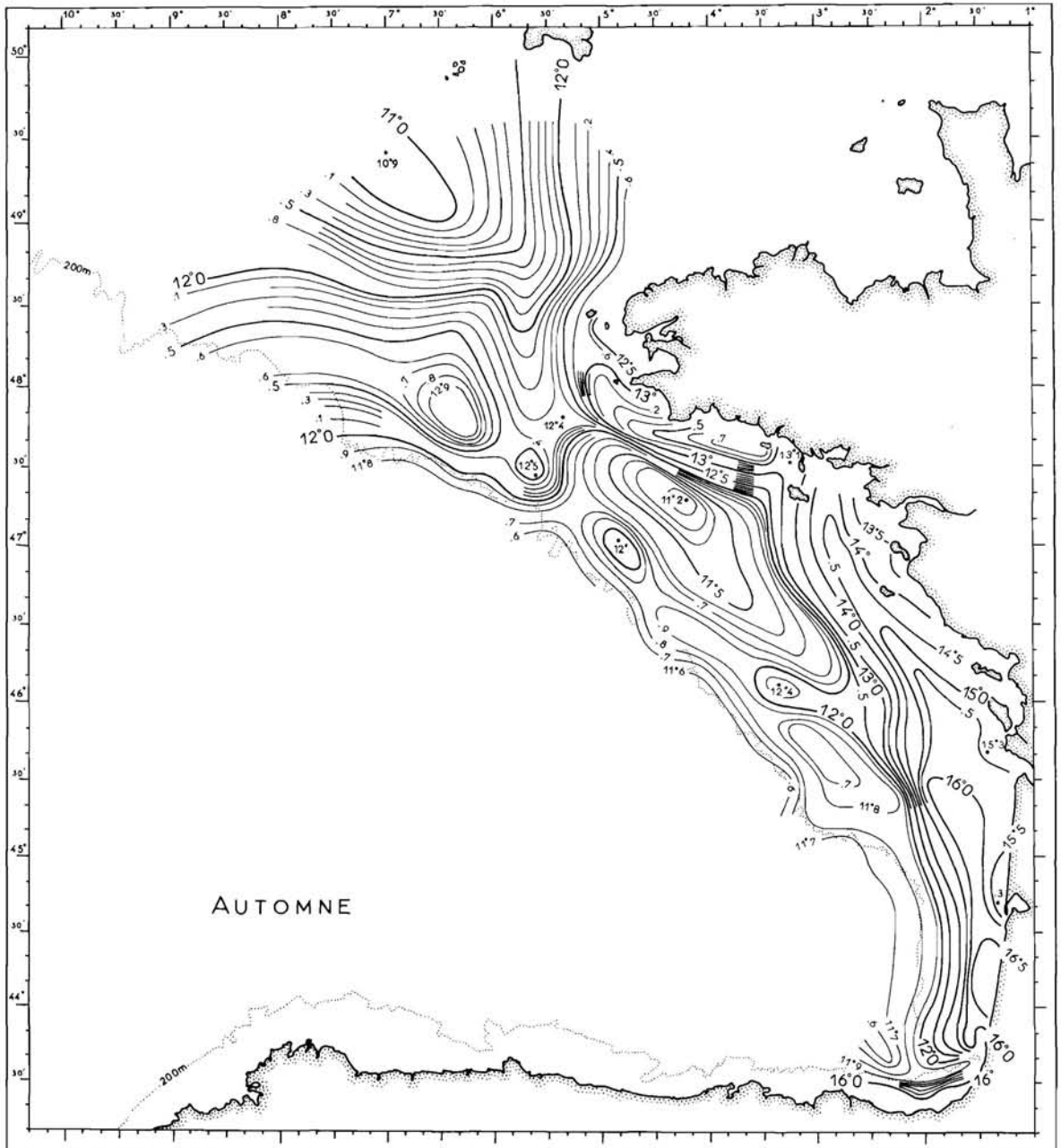


FIG. 44. — Isothermes près du fond en automne.



Ce tracé indique même la tendance qu'auraient ces eaux à se séparer en deux branches ceinturant le bourrelet froid dont elles « digèrent » l'extrémité méridionale.

On a donc en automne, ce qui constitue la grande différence comparativement aux deux saisons précédentes, deux masses thermiques bien individualisées, l'une dans l'axe du plateau continental, qui est froide et marque sa permanence depuis l'hiver, l'autre dans la zone côtière et qui tendrait à déplacer des eaux chaudes de 16 à 14° du sud vers le nord.

La série des coupes hydrologiques (fig. 45 à 57) confirme cette topographie fournie par la carte des températures près du fond et permet d'attribuer une épaisseur moyenne de 80 m à cette formation chaude côtière.

### **Résumé.**

En dépit des lacunes que laisse subsister le seul emploi du bathythermographe, qui en revanche raccourcit la période d'observation et permet ainsi une appréciation plus exacte de la situation hydrologique d'une région étendue, cette recherche saisonnière nous a fourni les résultats qui nous manquaient sur l'évolution de la situation thermique pour l'ensemble du plateau continental du golfe de Gascogne.

L'élément le plus important de cette situation hydrologique est constitué, d'un bout de l'année à l'autre, par la *permanence* d'une formation froide qui n'atteint jamais 12°, même au cours de la saison la plus chaude, et qui se situe dans l'axe du plateau continental, sensiblement sur l'emplacement des « vasières ».

Cette formation reste à peu près indifférente au réchauffement estival et automnal qui affecte les eaux du Golfe aussi bien près de la côte qu'au bord du plateau.

La « découverte » que nous en avons faite n'est pas nouvelle puisque ce phénomène avait été signalé, mais avec beaucoup moins de données, dès 1921 par LE DANOIS qui en soulignait la permanence et lui donnait pour origine un écoulement de l'eau du sud de la Mer d'Irlande vers le milieu du golfe de Gascogne.

Si sa permanence est affirmée, son origine est plus difficile à définir. C'est assurément une formation régionale très localisée trouvant selon toute vraisemblance ses sources, pour une part en hiver, dans les eaux continentales refroidies et alimentées par les fleuves côtiers du Golfe, et pour une autre part, ainsi que le montrent les connexions isothermiques de nos cartes et de nos coupes, dans les eaux plus froides de la plate-forme celtique prolongée jusqu'à l'entrée méridionale de la Mer d'Irlande.

Mais cette formation, que pour la commodité de l'exposé nous avons appelée « bourrelet froid », est semble-t-il relativement immobile, fixée qu'elle est à partir du printemps sur les fonds d'une centaine de mètres, sans doute par sa densité qui tient à ses basses températures. En effet, de l'hiver à l'été, son minimum thermique ne varie pour ainsi dire pas en dépit du réchauffement marqué des eaux côtières, superficielles et du large qui l'investissent. Sa résistance à ce réchauffement, auquel elle ne cède que de quelques dixièmes de degrés en automne, milite en faveur de cette relative stagnation qui semble bien être l'une de ses caractéristiques essentielles.

Pour originale qu'elle soit, une telle situation n'est d'ailleurs pas isolée; elle se retrouve en d'autres secteurs océaniques de l'hémisphère nord et notamment, non loin de là, dans la fosse de Smalls, à l'entrée sud de la Mer d'Irlande.

Un autre phénomène, secondaire mais néanmoins important, qui marque la situation hydrologique du golfe de Gascogne, consiste dans le développement, à peine amorcé en été mais accentué en automne, d'une formation côtière chaude. Celle-ci, partant de la côte basque, porte jusqu'au sud de la Bretagne des eaux, de température supérieure à 16°-14°, qui tendraient à « digérer » le bourrelet froid si le refroidissement hivernal ne rétablissait pas la situation et ne permettait à l'évolution thermique des eaux de cette région de revenir à son point de départ.

### **Conclusion d'ordre biologique.**

Nos résultats apportent ainsi des connaissances supplémentaires sur les phénomènes thermiques qui donnent leur caractère aux eaux de la Mer Celtique et du golfe de Gascogne.

Mais ils nous renseignent mieux encore sur l'écologie de ces secteurs océaniques si importants pour la pêche. Ils expliquent notamment pourquoi se rencontrent souvent dans le Golfe, côte à côte, des organismes, poissons et plancton, de régimes très différents, boréaux comme le merlan, le hareng, le sprat... et tempérés chauds, subtropicaux parfois, comme la sardine et certains thonidés, dont le listao. Il est évident aussi que de nombreuses formes benthiques de type boréal affirmé trouvent dans la permanence du bourrelet froid un milieu favorable qui prolonge jusque dans le Golfe une aire de répartition qui normalement se limiterait nettement plus au nord.

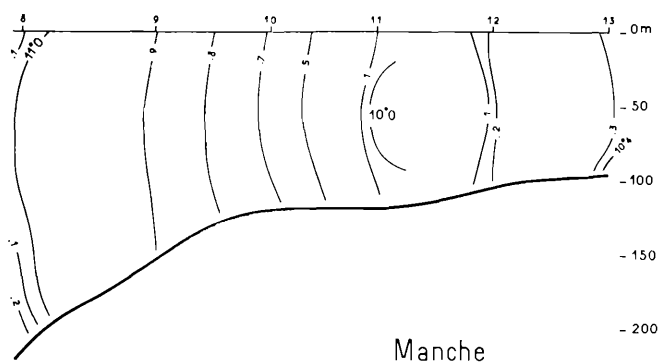
Il apparaît comme non moins évident que ce bourrelet froid joue un rôle capital dans la distribution des sardines le long de nos côtes occidentales. Sa position, son développement, sa diminution, autrement dit ses fluctuations relatives d'une saison à l'autre, d'une année à l'autre, déterminent les concentrations et les dispersions de l'espèce aussi bien que l'abondance ou la rareté de ses pontes et la croissance de ses jeunes.

Une meilleure connaissance de ces fluctuations hydrologiques, dont nous possédons désormais les éléments de base, permettra de mieux suivre les variations de la pêche de cette espèce et de quelques autres et conduira aux prévisions nécessaires.

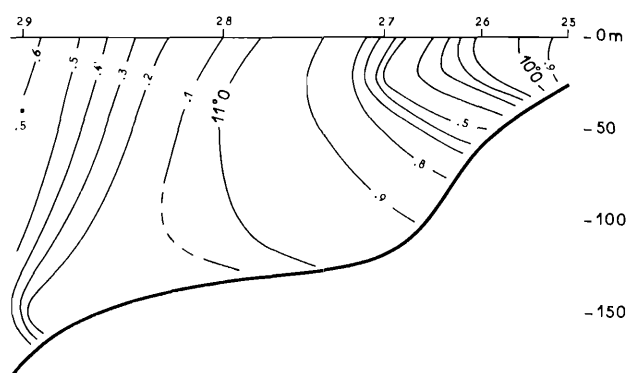
C'est le principal objectif visé par le programme annuel de recherches hydrologiques dont la présente publication constitue le point de départ.

#### AUTEURS CONSULTÉS

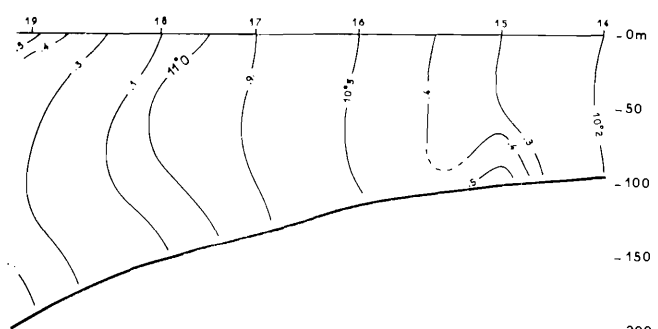
- ALLAIN (Ch.), 1967. — Etude sur le comportement du germon en fonction des conditions hydrologiques (campagne de « La Pélagia » du 17 août au 24 septembre dans le golfe de Gascogne). — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 164 et 165, p. 3-16.
- ANONYME, 1962. — Mean monthly temperature and salinity of the North Sea and adjacent waters from 1905 to 1954. — Charlottenlund, Cons. int. Explor. Mer Edit.
- ARBAULT (S.) et BOUTIN (N.), 1967. — Œufs et larves de poissons téléostéens dans le golfe de Gascogne en 1964. — *Cons. int. Explor. Mer, Com. Plancton*, n° L : 11.
- 1968. — Ichthyoplancton. Œufs et larves de poissons téléostéens dans le golfe de Gascogne en 1964. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **32** (4), p. 413-476.
- ARBAULT (S.), BOUTIN (N.) et L'HERROU (R.), 1968. — Répartition quantitative du zooplancton dans le golfe de Gascogne et en Mer Celtique (1966-1967). — *Cons. int. Explor. Mer, Com. Plancton*, n° L : 19, 5 p. (ronéo), 10 fig.
- FAURE (L.), 1959. — Variations de la température et de la salinité de l'eau de mer aux environs de Roscoff. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **23** (2), p. 153-160, 6 fig., nbse données chiffrées.
- FURNESTIN (J.), 1959. — Hydrologie du Maroc atlantique. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **23** (1), p. 5-78, 53 fig.
- KURC (G.), 1961. — Une saison de prospection du « Roselys ». — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 99, 6 p.
- 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, Com. Sardine*, n° 52, 6 p., 3 fig.
- 1964. — Hydrologie et pêche de la sardine dans le golfe de Gascogne en 1963. — *Cons. int. Explor. Mer, Com. Sardine*, n° 32, 7 p., 3 fig.
- LE DANOIS (Ed.), 1921. — Recherches sur le régime des eaux atlantiques au large des côtes de France et sur la biologie du thon blanc ou germon. — *Off. Pêches marit., Notes et Mém.*, n° 9, p. 1-16, 6 cartes h.t.
- 1923 (1925). — Rapport atlantique 1923. 1. Hydrologie. Remarques générales sur les transgressions atlantiques. Remarques hydrologiques. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **35**, p. 5-22 et 34-43.
- 1934. — Les transgressions océaniques. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **7** (4), p. 367-459, 1 carte h.t.
- 1936. — Résultats des croisières scientifiques du navire « Président Théodore Tissier ». Observations hydrologiques des quatre premières croisières (1933-1935). — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **9** (2), p. 131-250, 66 fig., 42 p. données chiffrées.
- LE DANOIS (Ed.) et HELDT (H.), 1924. — Les harengs des Smalls et les conditions hydrologiques de leurs migrations. — *Off. Pêches marit., Notes et Mém.*, n° 36, p. 1-31.
- REYSSAC (J.), 1963. — Chaetognathes du plateau continental européen (de la baie ibéro-marocaine à la Mer Celtique). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **27** (3), p. 245-299
- SCHROEDER (E.H.), 1963. — North Atlantic temperatures at a Depth of 200 meters. — *Ser. Atlas. mar. Envir.*, amer. géogr. Soc., 2.



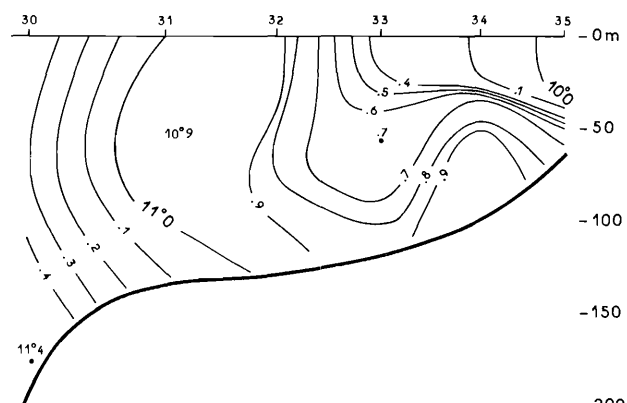
Manche



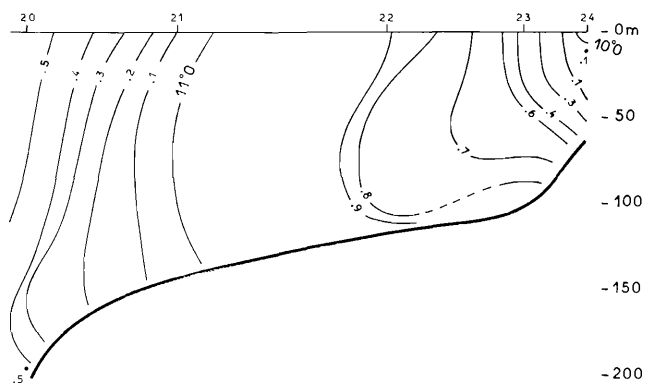
Raz de Sein



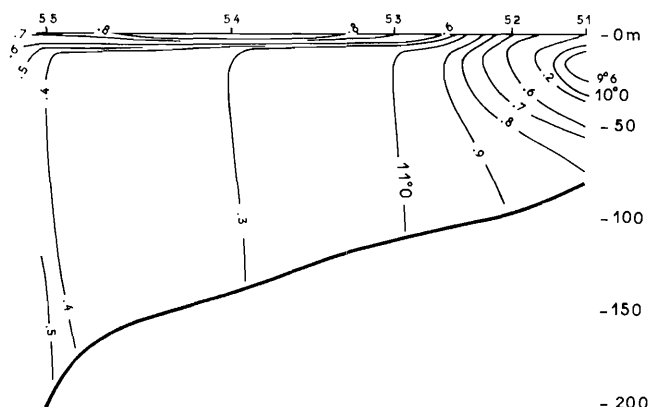
Manche - sud



Penmarch

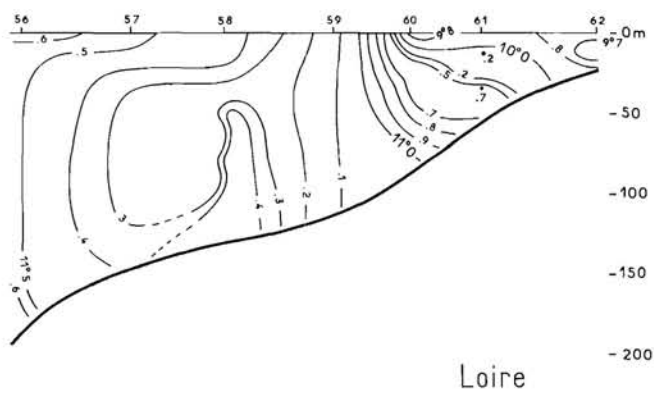


Ouessant

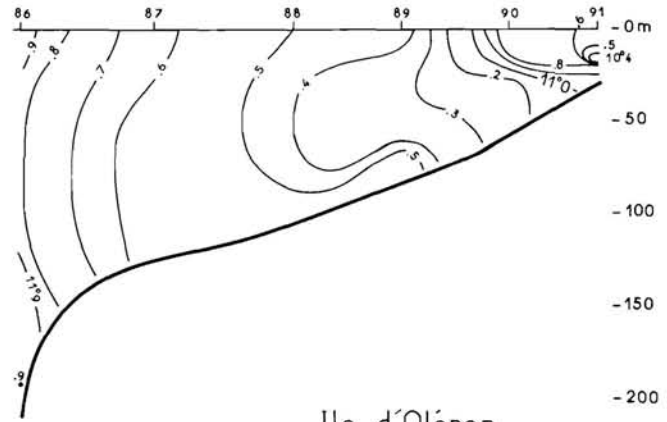


Belle-Ile

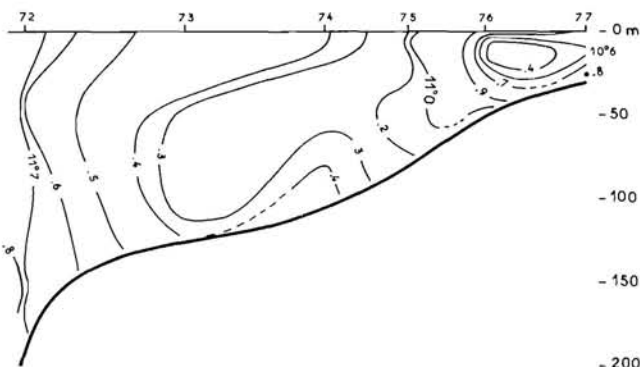
FIG. 3 à 8. — HIVER : sections hydrologiques de la Manche à Belle-Ile.



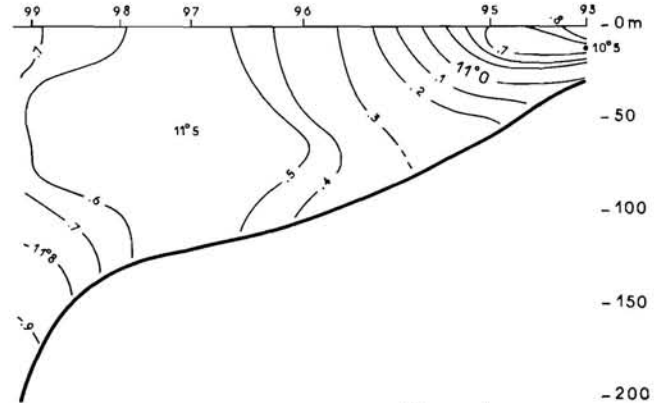
Loire



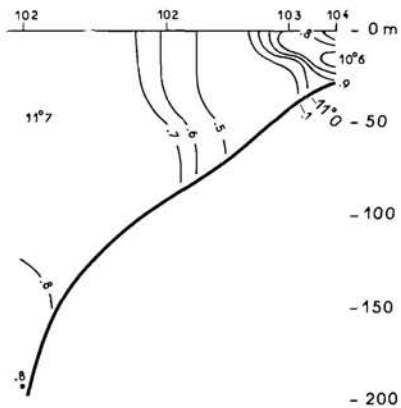
Ile d'Oléron



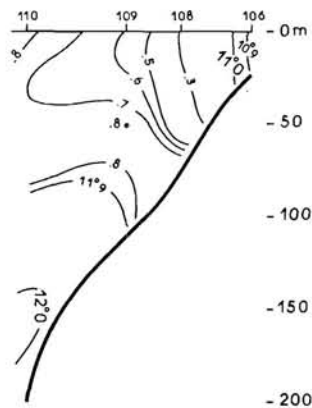
Les Sables d'Olonne



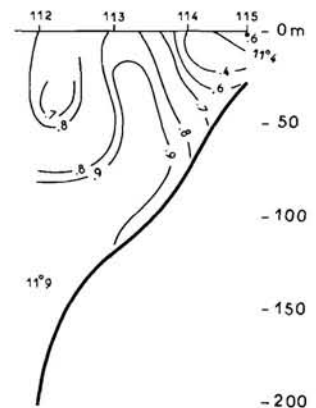
Gironde



Hourtin

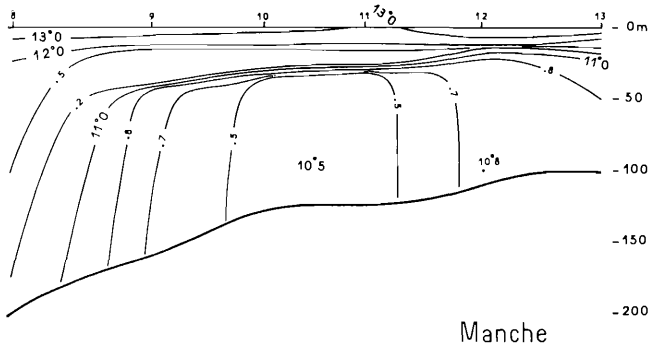


Arcachon

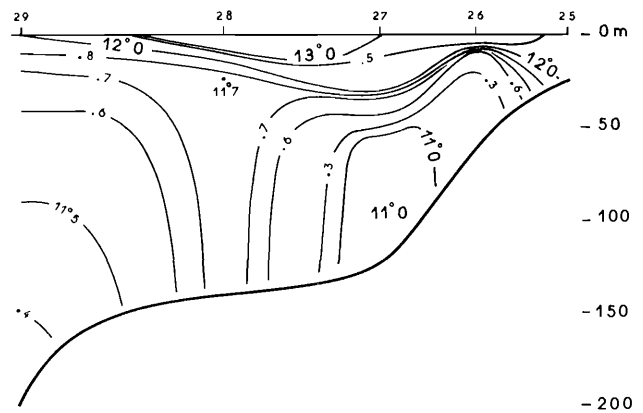


Mimizan

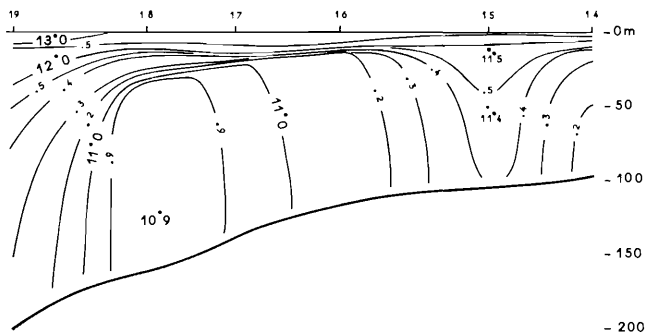
FIG. 9 à 15. — HIVER : sections hydrologiques de la Loire à Mimizan,



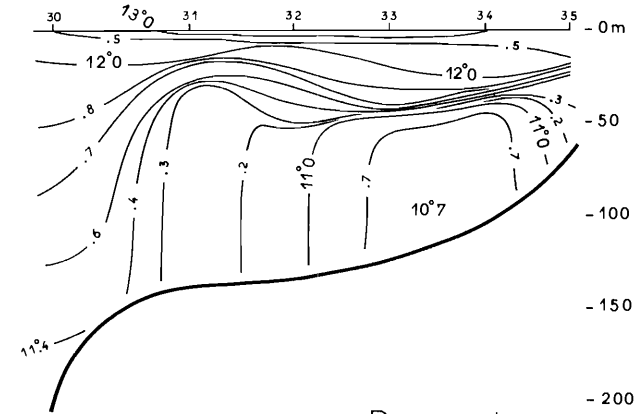
Manche



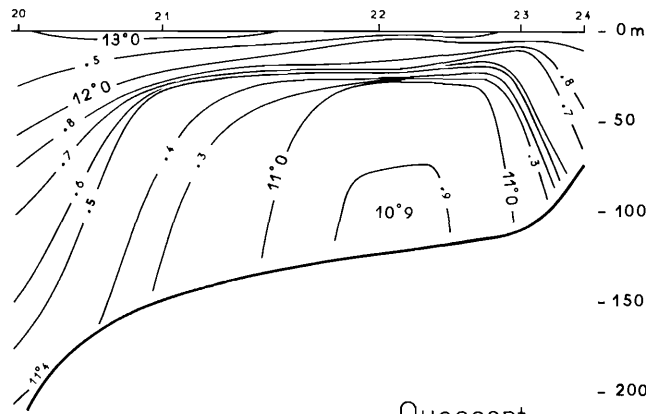
Raz de Sein



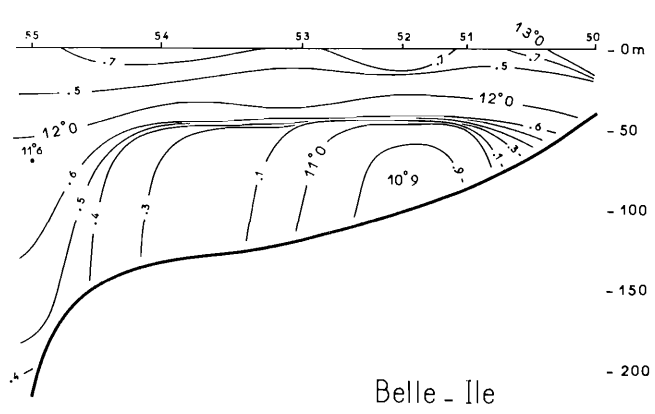
Manche - sud



Penmarch

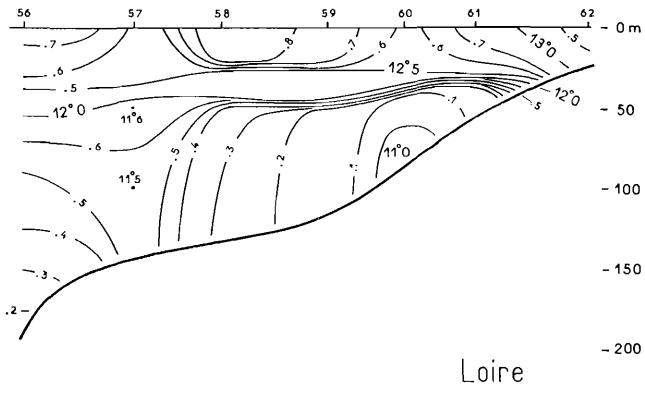


Ouessant

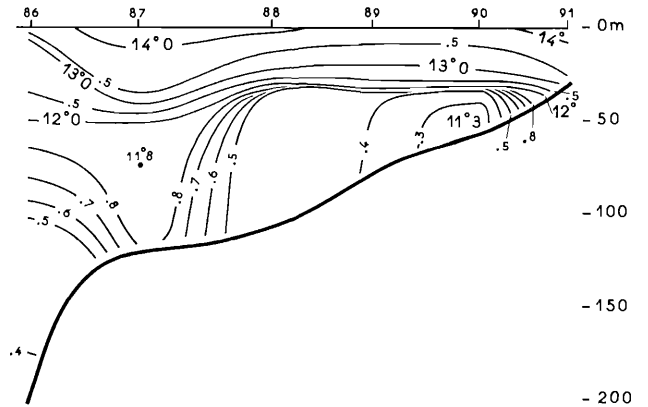


Belle - Ile

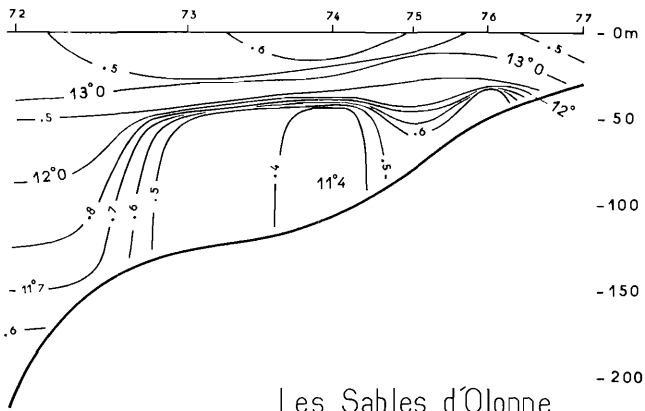
FIG. 17 à 22. — PRINTEMPS : sections hydrologiques de la Manche à Belle-Ile.



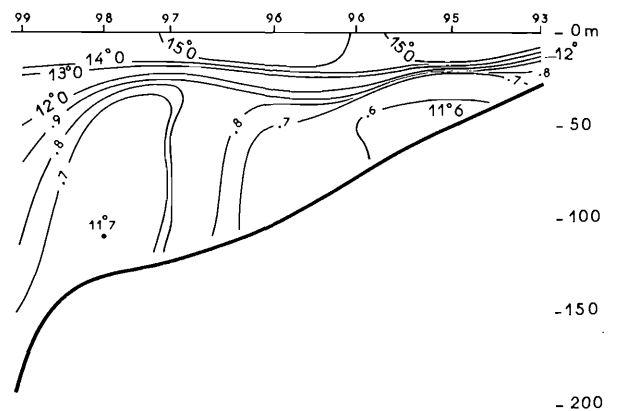
Loire



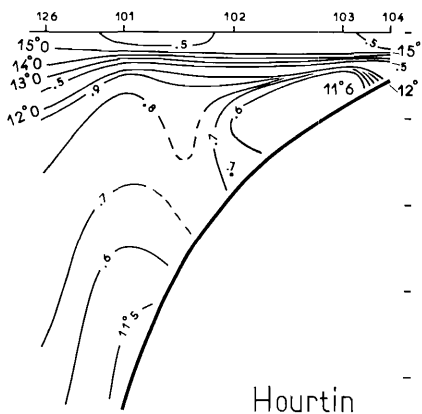
Ile d'Oléron



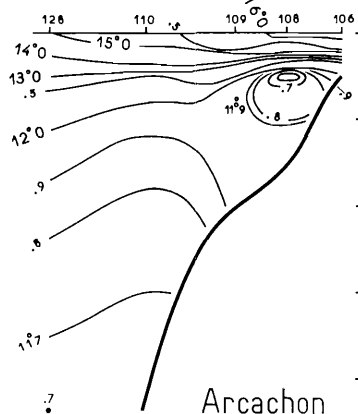
Les Sables d'Olonne



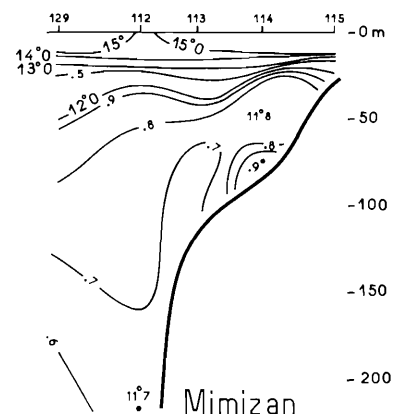
Gironde



Hourtin



Arcachon



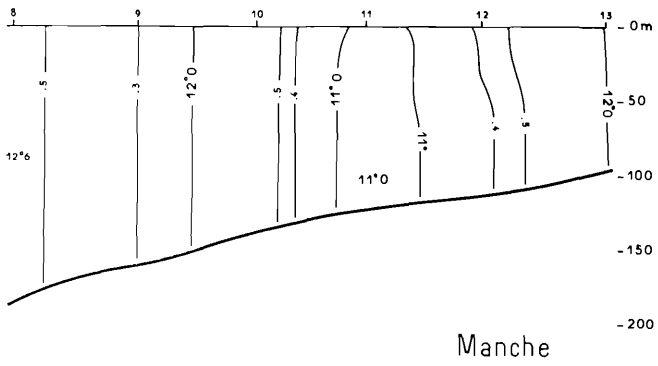
Mimizan

FIG. 23 à 29. — PRINTEMPS : sections hydrologiques de la Loire à Mimizan.

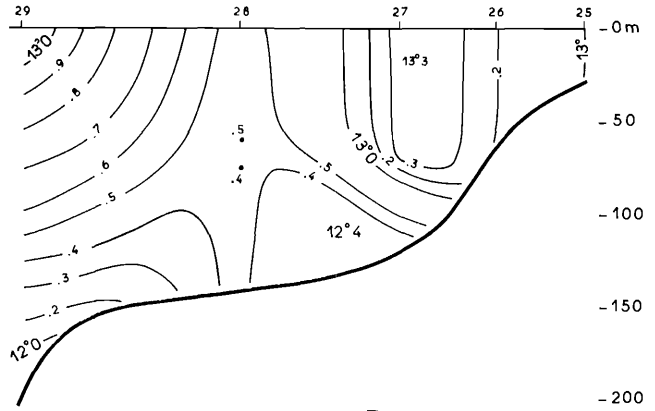




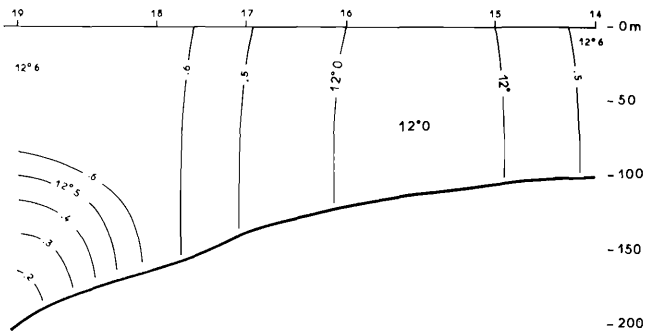




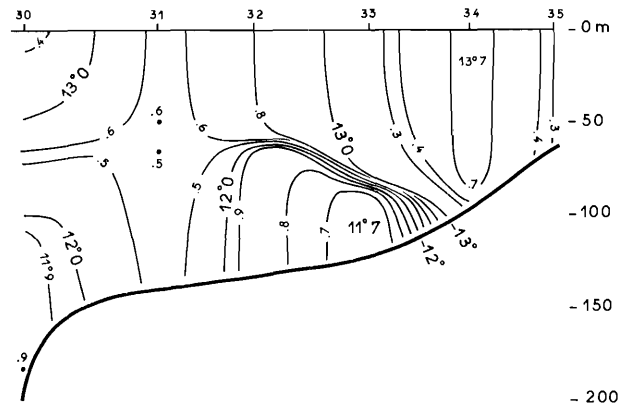
Manche



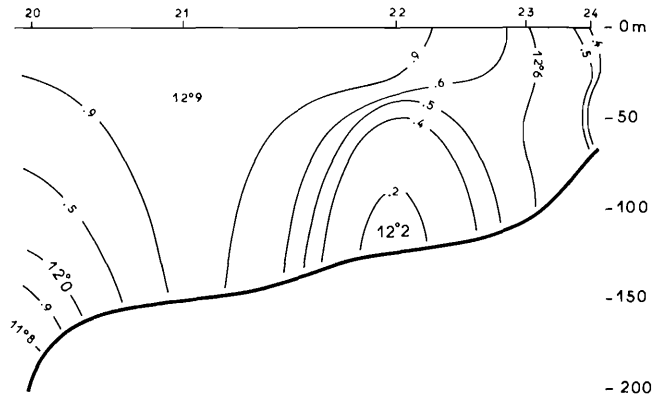
Raz de Sein



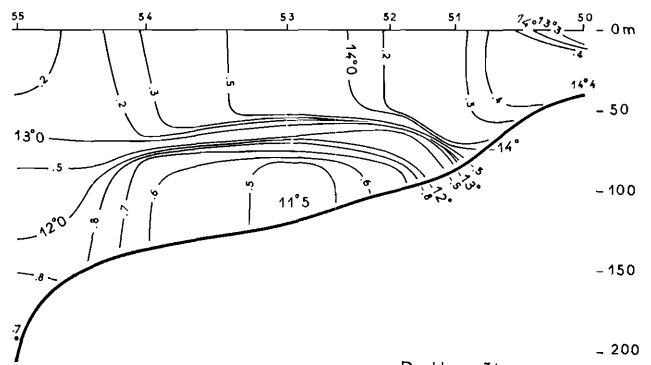
Manche - sud



Penmarch

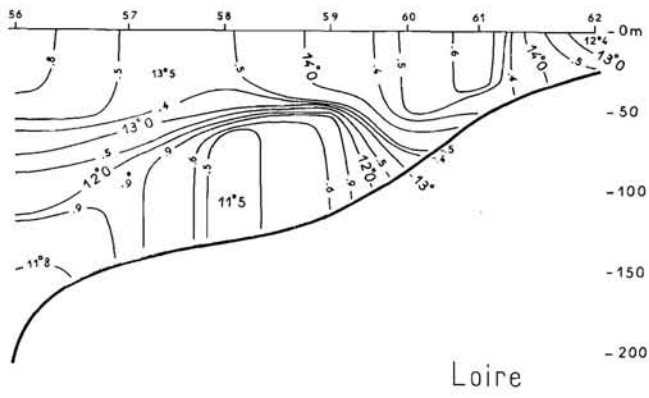


Quessant

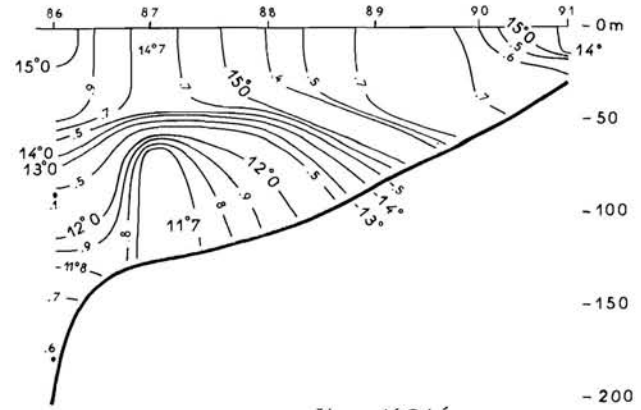


Belle - Ile

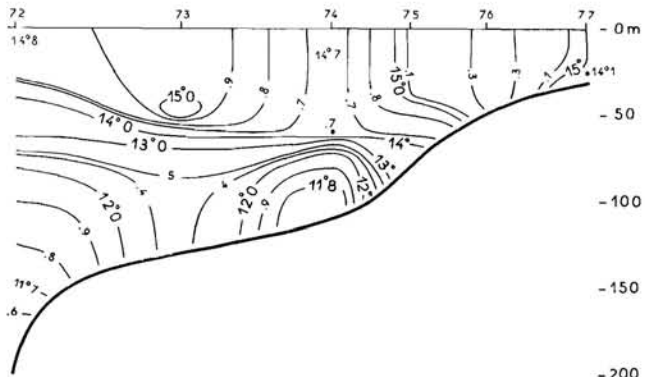
FIG. 45 à 50. — AUTOMNE : sections hydrologiques de la Manche à Belle-Ile.



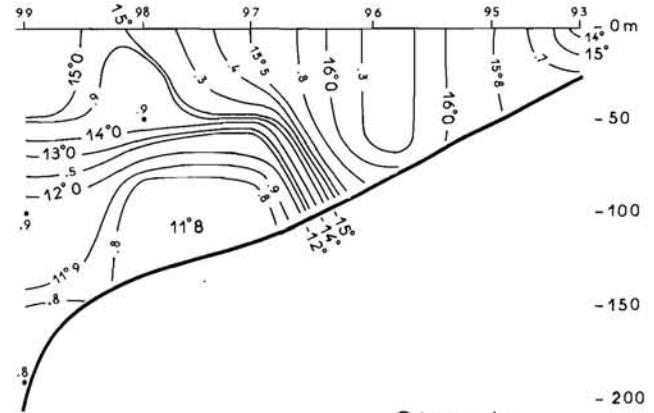
Loire



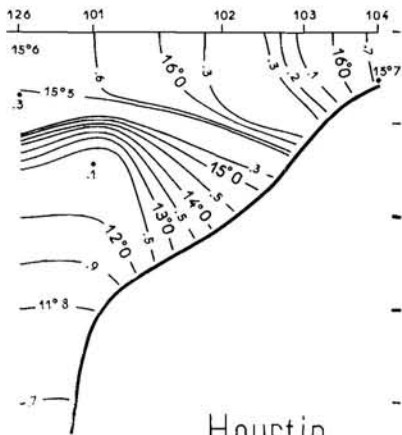
Ile d'Oléron



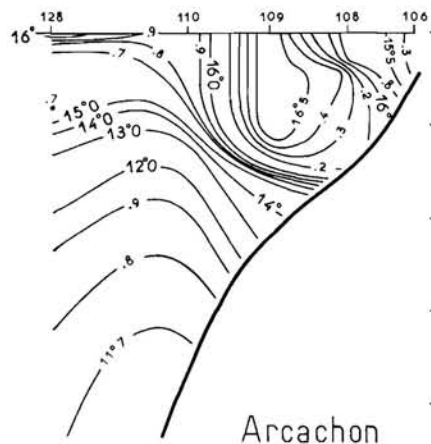
Les Sables d'Olonne



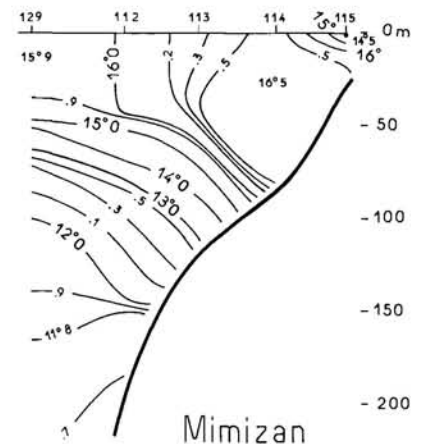
Gironde



Hourtin



Arcachon



Mimizan

FIG. 51 à 57. — AUTOMNE : sections hydrologiques de la Loire à Mimizan.