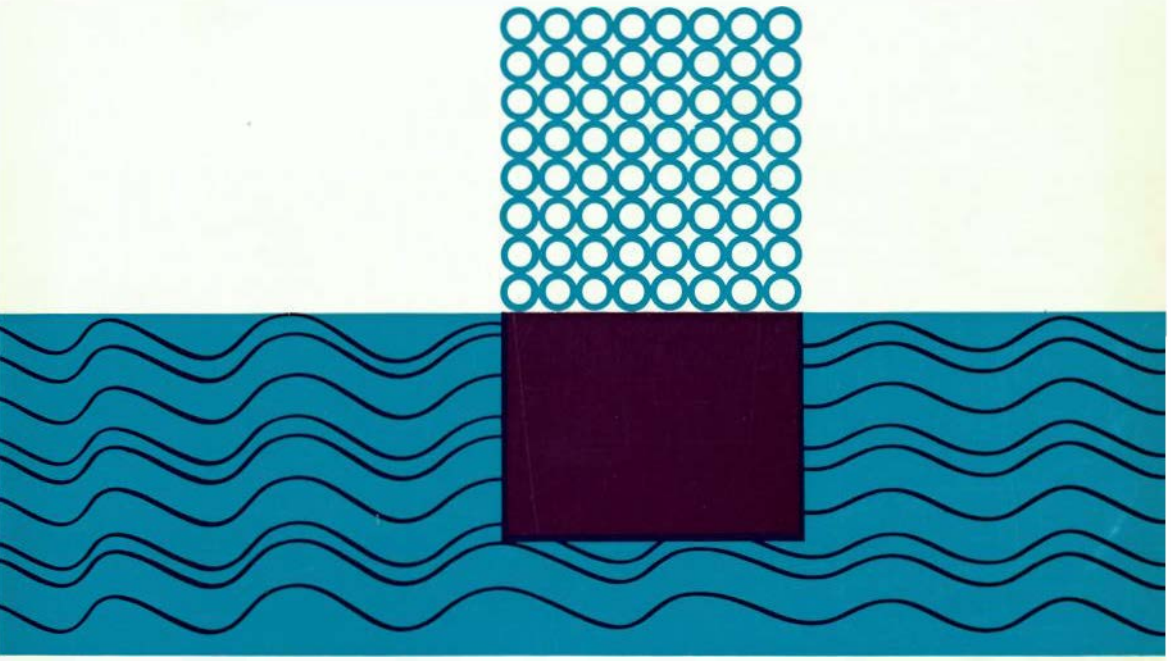
LA MER DU NORD MERIDIONALE
LE PAS DE CALAIS ET LA MANCHE

essai d'écologie marine principalement en ce qui concerne le microplancton

VOLUME I - ETUDE DU MILIEU



L. VAN MEEL

PATRIMOINE DE
L'INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE - 1972

LA MER DU NORD MÉRIDIONALE, LE PAS-DE-CALAIS ET LA MANCHE

Essai d'écologie marine, principalement en ce qui concerne le microplancton

PAR

L. VAN MEEL (Bruxelles)
Docteur en sciences,
Assistant à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique

(Avec 139 tableaux, 92 figures et 9 annexes)

Volume I

Étude du milieu

1972

TABLE DES MATIERES DU VOLUME I

Pages

INTRODUCTION ... 5

Chapitre I. — Bref historique des recherches en mer du Nord, dans le Pas-de-Calais et la Manche ... 11

A. — Travaux belges ... 11
B. — Travaux français ... 18
C. — Travaux anglais ... 23
D. — Travaux néerlandais ... 25
E. — Travaux allemands ... 27
F. — Travaux danois ... 28

Chapitre II. — Le milieu marin ... 29

A. — Le milieu physique ... 29

a) Mer du Nord ... 30

1. Généralités, description géographique ... 30
2. Géologie ... 30
3. Le plateau franco-britannique ... 33
4. Les bancs ... 35
5. La mer du Nord aux époques glaciaires ... 38

b) Pas-de-Calais ... 41
c) Manche ... 41
d) Les transgressions océaniques ... 42

1. Distribution des eaux froides ... 45
2. Localisation en profondeur des variations thermométriques ... 46
3. La transgression estivale des eaux chaudes ... 46

e) Courants et marées ... 47
f) Température et climat ... 56

1. Mer du Nord ... 59
2. Manche ... 84

a) Température de surface ... 84
b) Température en profondeur ... 85

Chapitre III. — Le milieu marin ... 87

B. — Le milieu chimique ... 87

a) Salinité, chlorinité, densité ... 87
b) Paramètres écologiques divers ... 150

1. Pénétration de la lumière, couleur, turbidité, au point de vue chimique ... 152
2. Acide carbonique dissous ... 167
3. pH ... 168
4. Réserve alcaline ... 179
5. Oxygène dissous ... 189

Pages

6. Cations divers ... 203
   α. Les nitrates 203
   β. Les phosphates 242
   γ. Le rapport N/P 282
   δ. Les sulfates 282
   ε. Les silicates 285
7. Anions divers :
   α. Le calcium ... 293
      Précipitation de $CaCO_3$:
      Facteurs physiques et chimiques 308
      Facteurs biologiques ... 309
   β. Le magnésium 312
8. Les matières organiques dissoutes. Oxydabilité . 312

Chapitre IV. — Le milieu marin au « WEST-HINDER » 319

1. Température de l'eau . 324
2. Salinité 327
3. Réserve alcaline . 355
4. Oxygène 363
5. Nitrates 363
6. Phosphates 367
7. Sulfates 369
8. Silicates 373
9. Calcium 373
10. Magnésium 375

Chapitre V. — Les diverses masses d'eau en mer du Nord et leurs caractéristiques; les régions naturelles 380

Chapitre VI. — Le milieu marin aux points internationaux B 407

ANNEXES :

1. Croisière du « GEORGE BLIGH » en mer du Nord et en Manche. Température. Salinité. Oxygène. Phosphates ... 418
2. Croisière du « GEORGE BLIGH ». Température et salinité ... 425
3. Mesures de la température et de la salinité au cours des croisières périodiques de G. GILSON aux points B 428
4. Résultats analytiques hebdomadaires au bateau-feu « WEST-HINDER » de 1951 à 1955 . 446
5. Stations B. Mesures de surface en 1951-1955 456
6. Mesures faites par le « HINDERS » de 1949 à 1954 468
7. Points B :
   1951-1959. Température. Salinité. Alcalinité 472
   1959-1966. Température. Salinité. Alcalinité. Oxygène 488
8. Table de conversion. Facteurs analytiques ... 500
9. Table de conversion de la salinité en D.C.I. (influence côtière) 501

Index bibliographique 505

INTRODUCTION

Lorsque nous songeâmes, en 1950, à entreprendre l'étude des variations du microplancton et du milieu marin au bateau-phare « WEST-HINDER », nous étions conscient que la tâche serait lourde. Le sujet est vaste et difficile, les renseignements sont épars et nous nous trouvions, en outre, devant la succession considérable laissée par le regretté G. GILSON, de son vivant Professeur à l'Université de Louvain et Directeur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Pendant des années, avec un courage et une patience inlassables, il avait rassemblé des matériaux extrêmement nombreux destinés à faire l'objet d'études approfondies sur tout ce que la mer du Nord méridionale pouvait offrir aux biologistes. Cela se passait en 1904-1905. Plusieurs dizaines de croisières furent organisées et G. GILSON put continuer ses travaux jusqu'au début de l'année 1914. Certains même furent poursuivis jusqu'en 1940.

En 1930, G. GILSON écrivait notamment que, dans notre pays, sauf dans les régions de la côte et à Anvers, la connaissance des choses de la mer est peu répandue et que l'étude scientifique de la mer elle-même n'y a pas présenté la brillante efflorescence atteinte par l'investigation des autres domaines de la nature, car la tradition manquait. Ce n'est guère que dans le dernier quart du XIX^{e} siècle, que l'océanographie y a pris un certain développement.

Dans la notice nécrologique qu'il a consacrée à G. GILSON, V. VAN STRAELEN (1948) a écrit qu'en 1944 la science a perdu en G. GILSON un idéaliste, vivant au-dessus du réel, sincère dans l'expression de ses observations scientifiques.

A. CAPART (1968) a rappelé la figure de G. GILSON dans le « Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco », numéro spécial à l'occasion du Congrès international d'Histoire de l'Océanographie : « Naissance de l'Océanographie en Belgique. Un précurseur : le Professeur G. GILSON (1859-1944) ».

Cinquante ans ont passé depuis le début de ses recherches. Une partie du matériel a été étudiée de main de maître par A. MEUNIER, Professeur de Biologie à l'Université de Louvain (1857-1918) et les résultats de ses travaux de systématique ont été publiés dans plusieurs mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique sous le titre : « Microplancton de la Mer Flamande ».

Dès la fin des hostilités en 1945, on put songer à réorganiser les recherches maritimes et nous avons eu l'occasion d'étudier les récoltes faites au bateau-phare « WEST-HINDER » et aux stations B, au cours des croisières périodiques belges.

En 1900, G. GILSON faisait remarquer à juste titre que rien n'avait été tenté en ce sens dans la partie méridionale de la mer du Nord, c'est-à-dire dans cette aire étroite comprise entre les côtes de Hollande, de Belgique et de France.

En 1906, C. CEPEDE fit une remarque analogue dans un premier travail sur la « Flore du Pas-de-Calais en 1905 », comme L. MANGIN lui-aussi (1908). Pour trouver quelques renseignements à ce sujet, il faut se reporter aux grands travaux

planctoniques de P. T. CLEVE qui, dans son mémoire sur le plancton de la mer du Nord, au sens large, de la Manche et du Skagerrak, en 1908, traita de la question, grâce à des envois de M. MALARD, du Laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue.

Lorsque A. GIARD appela C. CEPEDE à Wimereux en 1905 comme naturaliste-pisciculteur, il insista sur l'intérêt que présentait l'étude méthodique du plancton du Pas-de-Calais et il dirigea ses premières investigations dans cette voie. C. CEPEDE continua ses recherches en collaboration avec le diatomologue anversois H. VAN HEURCK (1838-1909).

Dans ces conditions, comme les récoltes de G. GILSON contiennent des matériaux du Pas-de-Calais et que certaines croisières apportent des récoltes de ces parages, nous avons estimé qu'il serait utile de comparer le présent au passé et qu'il fallait, après tant d'années, essayer de mettre en valeur le travail considérable accumulé par G. GILSON et de contribuer ainsi à une connaissance plus parfaite, au point de vue microplanctonique, de cette partie méridionale de la mer du Nord, qu'il avait proposé d'appeler la « Mer Flamande ».

G. GILSON (1930) avait, en effet, adopté comme champ de recherches maritimes belges la région comprise entre le continent d'une part et l'Angleterre de l'autre, limitée au Nord par le 53e parallèle et au Sud par la ligne unissant le cap Gris-Nez aux Shakespeare Cliffs près de Dover. Comme il le dit, cette aire se présente comme une partie de mer très autonome, bien séparée de la Manche par le détroit et délimitée de la large expansion du Nord par un brusque resserrement qui en fait un véritable golfe, nonobstant l'étroite percée du Pas-de-Calais. Il y règne un régime de courants distinct du « circuit de FULTON » de la partie nord. Enfin, de temps immémorial, nos pêcheurs ont établi une distinction entre la partie sud, resserrée, et la vaste expansion du Nord. Chez eux, la « mer du Nord » ne commence qu'au Nord du 53° de latitude et, dans les temps héroïques de la morue, aller pêcher dans la mer du Nord — « in de Noord Zee » — c'était pour les chaloupes de Oostende dépasser les « BREE VEERTIEN » au-delà de la ligne unissant le bateau-phare hollandais « HAAKS » au bateau-phare « SMITH'S KNOLL ».

Le Sud resserré était parfois appelé « ONZE ZEE », mais ce n'était pas un nom : le golfe méridional de la mer du Nord était anonyme, et c'était bien incommode pour les marins, les géographes et les océanographes.

C'est ce qui a conduit G. GILSON, en 1900, à proposer, pour cette aire si bien individualisée, le nom de « MER FLAMANDE » ou de « MER DE FLANDRE » qui évoquait nettement pour les navigateurs la notion de la partie de la mer du Nord, baignant les côtes de la Flandre occidentale et comprenant les régions déjà vaguement désignées sous le nom de « BANCS DE FLANDRE » — « FLEMISH BANKS » — « VLAAMSE BANKEN ».

La Mer Flamande, dit encore G. GILSON en 1930, constitue le champ d'investigation le plus naturel, le plus accessible pour les Anglais du Sud, les Français du Nord, les Hollandais et les Belges. Il est souhaitable que les chercheurs de ces quatre nationalités s'attachent séparément à l'exploration de leur zone côtière, tout en fournissant leurs efforts pour l'étude de la partie centrale et se partageant celle-ci suivant l'opportunité des conditions locales et les moyens de travail.

Ajoutons à cela que les années et l'influence anthropobiotique sous toutes ses formes ont eu une très profonde incidence sur le milieu marin le long de la côte belge avec comme conséquence immédiate, des changements dans le milieu et la disparition d'un certain nombre d'espèces du plancton.

En dehors de quelques données éparses, très générales, nous ne savons que fort peu de choses au sujet des variations du milieu de la Mer Flamande, on pourrait presque dire la même chose d'une partie de la mer du Nord, du Pas-de-Calais et de la Manche jusque vers Plymouth : les variations de la salinité et de la température sont à peu près les seules à être bien connues.

Pour des raisons d'ordre matériel, nous n'avons pu envisager à l'époque, l'extraction des pigments chlorophylliens du phytoplancton, afin d'étudier les variations quantitatives de ce dernier. Malgré l'importance que nous attachons à cette méthode, les circonstances au début de nos recherches ne permettaient pas encore de l'adopter. Depuis 1960 seulement, nous avons pu l'intégrer dans notre programme.

Quant à l'application de l'isotope radioactif du Carbone C_{14} (E. STEEMAN-NIELSEN, 1951), la chimie nucléaire vient d'ajouter un nouveau moyen d'investigation qui pourrait bien se révéler très fructueux. Comme R. LEGENDRE l'estimait en 1951, ce n'est qu'un début, mais qui semble riche en promesses. On pourrait sans doute aussi bien suivre, grâce à l'isotope marqué, tout le cycle du carbone, des sels de l'eau de mer aux algues du plancton, de celles-ci aux herbivores qui s'en nourrissent, de ceux-ci aux carnivores dont ils sont les proies, puis, après la mort de ces derniers, la décomposition progressive de leurs éléments organiques jusqu'au retour à l'état d'anhydride carbonique. On pourrait également étudier les désassimilations, les excrétions, les éliminations respiratoires du CO_2. Jamais, jusqu'ici, pareil bilan n'avait pu être envisagé. C'est un nouveau champ d'études qu'ouvrent les éléments marqués de la chimie nucléaire.

Le présent travail ne veut être qu'un loyal essai. Nous possédons fort peu de renseignements au sujet de la partie méridionale de la mer du Nord. Au moyen des récoltes et prélèvements faits au large de notre côte, nous nous sommes proposé d'étudier le microplancton au point de vue non seulement systématique, mais surtout écologique, par rapport à divers facteurs autres que les seules salinité et température.

*
* *

Un mot au sujet du titre de ce travail. Comme A. MEUNIER, nous rangeons dans le microplancton uniquement des formes unicellulaires. « Quelque minime que soit sa taille », nous dit cet auteur (1913), « un être multicellulaire n'appartient donc jamais au microplancton, et, d'autre part, il ne suffit pas qu'une cellule libre ou une colonie d'organismes unicellulaires atteigne un volume considérable pour que nous les rangions dans le macroplancton ».

Le terme « Protistes » ne pouvait nous servir, pas plus qu'aux travaux de A. MEUNIER d'ailleurs, car il désigne l'ensemble des êtres unicellulaires, alors que nous n'entendons traiter que de ceux dont l'existence présente au moins une phase planctonique.

Le microplancton est donc, en réalité, « l'ensemble des protistes, tant protophytes que protozoaires, qui présentent au moins une phase planctonique ».

Si les *Bacillariophyceae* appartiennent essentiellement au phytoplancton, étant des algues bien caractérisées, d'aucuns pourraient préférer considérer les *Dinophyceae* au point de vue zoologique et les ranger parmi les Protozoaires. De fait, beaucoup d'espèces sont hétérotrophes et on n'a guère de motifs d'y voir des végétaux. Mais d'autres possèdent des chloroplastes différenciés et effectuent normalement la photosynthèse.

Pour ces raisons, nous avons adopté le nom de « microplancton » à la place de « phytoplancton », ce dernier terme pouvant prêter à confusion dans ce cas particulier.

*
* *

Le plancton des océans, des mers, aussi bien que celui des eaux saumâtres et douces, étant un complexe d'êtres appartenant au règne animal et végétal, il n'est donc pas étonnant que des chercheurs de disciplines variées s'en soient occupés. Qu'ils soient botanistes ou zoologistes, ils ont étudié, jusqu'ici, les êtres planctoniques qui intéressaient leur spécialité et ont produit des travaux remarquables de morphologie, de systématique ou de cytologie.

Et cependant, dans l'état actuel de la science, avec toutes les nouvelles conceptions, les nouvelles techniques, est-il encore souhaitable de dissocier ainsi le plancton en deux compartiments quasi étanches, semblant n'avoir que de lointains rapports l'un avec l'autre ? L'heure n'est-elle pas venue où il faudrait que les divers chercheurs dans le domaine du plancton animal, du plancton végétal, pris tous deux dans le sens le plus large en y englobant encore le domaine si peu exploré des bactéries, s'allient pour produire une œuvre complète, réunissant en elle les résultats obtenus par l'application des diverses disciplines scientifiques ?

La compréhension complète du métabolisme d'une eau, qu'elle appartienne au domaine des océans, des mers, des lacs ou seulement des étangs, est-elle encore possible si l'on ne tient pas compte de chaque facteur ? Nous pensons avoir montré (L. VAN MEEL, 1953) que toute étude nouvelle, entreprise sur un biotope aquatique de quelque dimension ou de quelque genre qu'il soit, n'est plus concevable sans l'étude intégrale de tous les facteurs, sans distinction aucune, pouvant entrer en jeu. C'est ce que certains, faute de temps, de moyens, ou pour d'autres raisons encore, n'ont pas réalisé, fait regrettable, car beaucoup de problèmes auraient probablement été résolus depuis longtemps, si les recherches faites l'avaient été complètement.

L. PASTEUR n'avait-il pas coutume de dire : « Il faut rester longtemps dans un sujet et il faut épuiser les combinaisons, de façon que l'esprit n'en puisse plus concevoir aucune » ?

Dans la nature (A. S. PEARSE, 1939), les animaux et les végétaux sont si souvent et si intimement unis qu'il est impossible de considérer les uns sans les autres; mais la science contemporaine s'est spécialisée à un degré tel que l'écologie est généralement plus adoptée par les botanistes que par les zoologistes.

Les conceptions actuelles des biocénoses ont ouvert la voie à ce genre d'études et à des recherches d'écologie passionnantes et pleines de possibilités.

Dans son « Adaptation, Ecologie et Biocœnotique » (1934), M. PRENANT met en évidence l'action des organismes sur le milieu. Celle-ci est importante, dit-il.

R. LEGENDRE et divers auteurs ont montré l'assimilation et la respiration du plancton faisant varier le pH de 8,0 à 8,2 et la teneur en oxygène de 7,2 à 9,9 ml/litre.

Mais W. R. G. ATKINS surtout, dans une série de travaux qui portent sur la haute mer aussi bien que sur les eaux douces, a établi que la croissance printanière du phytoplancton suffit à dépouiller totalement, en été, les eaux superficielles de leurs phosphates et à en appauvrir fortement les eaux profondes, jusqu'à 70 m au moins (0,011 g par litre, par exemple, au lieu de 0,036). Il en est de même pour la silice, dont l'épuisement limite probablement le développement des *Bacillariophyceae* et peut-être aussi pour les nitrates.

Il serait en somme tout à fait erroné, continue encore M. PRENANT, de considérer la mer comme un réservoir inépuisable. On approcherait bien plus de la vérité en admettant qu'une population est toujours limitée dans son accroissement par le manque de quelque nécessité matérielle, qui peut varier, d'ailleurs, d'une espèce à l'autre et d'une période à l'autre.

Une corrélation matérielle apparaît donc entre les organismes par l'intermédiaire de nombreux corps chimiques. Elle ne peut qu'être augmentée par le brassage imparfait des milieux fluides. Ce brassage imparfait, W. R.G. ATKINS l'a constaté, même en haute mer, entre les couches superficielles et les couches profondes plus froides. On le constate encore, en ce qui concerne les variations de pH par exemple, par la différence entre les eaux marines littorales et les eaux pélagiques bien plus stables.

Dans les eaux littorales elles-mêmes, il y a des districts plus ou moins isolés et à composition chimique plus ou moins spéciale, cela non seulement en raison de la topographie, mais en raison de la masse et de la nature de la population vivante, bactéries comprises. Plus en détail encore, on peut admettre avec R. MARGERIA, que jamais l'eau de mer n'arrive en contact des tissus animaux avec sa réaction propre, mais avec une réaction acide, parce qu'elle se surcharge du gaz carbonique de la respiration. Inversement, au voisinage des végétaux elle est alcalinisée le jour. Bref, le milieu marin général se subdivise assurément en petits milieux relativement confinés, où les variations de la teneur en substances chimiques ne restent pas toujours au-dessus de la sensibilité physiologique et écologique. De tout ce qui précède, conclut M. PRENANT, résulte cette notion : pour rejoindre vraiment l'écologie, on n'a pas le droit d'isoler face à face, l'être vivant et le milieu physique. La formule classique et féconde du « complexe organisme-milieu » n'est plus ici tout à fait suffisante. Il vaudrait mieux préciser qu'il s'agit du complexe « organismes-milieu », c'est-à-dire envisager des ensembles très vastes. Cette opinion a été, déjà, clairement exprimée par divers auteurs comme F. DOFLEIN, Fr. DAHL, R. HESSE, S. EKMAN et K. FRIEDERICHS.

Dans sa « Théorie analytique des associations biologiques », A. J. LOTKA (1934) défend un point de vue analogue.

*
* *

C'est dans le but de préparer des études plus fouillées que la rédaction de ce mémoire a été entreprise. Il groupe les éléments du plancton marin strictement végétal, certains organismes appartenant au domaine des Protistes, les données

physiques et chimiques patiemment rassemblées par G. GILSON et ses collaborateurs et, enfin, nos propres recherches à ce dernier point de vue.

Il constitue donc, partiellement, une compilation de tout ce qui a été fait, à notre connaissance (le texte original de notre étude a été rédigé en 1955), dans la région qui nous intéresse, comprend de ce fait des citations très nombreuses que nous avons tenu à garder, autant que possible et la plupart du temps, dans le texte original — traduit si nécessaire — et, en partie, l'exposé de recherches faites en mer du Nord au cours de ces dernières années. Il est de ce fait un travail de référence, un document de travail.

A l'intention des biologistes peu familiarisés avec les divers modes d'expression des résultats analytiques des analyses, utilisés au cours des années par les différents chercheurs, nous avons inséré deux tableaux : le premier, le tableau 49, groupant les différents facteurs de conversion pour les dérivés les plus usuels de l'acide carbonique, permettant de passer de l'un à l'autre, et un second, le tableau-annexe 8, comprenant les facteurs analytiques avec leurs logarithmes, la conversion de mg en µg-at et la conversion de mg en millimoles pour les substances principales envisagées dans ce mémoire.

Les conclusions générales ont été reportées à la fin du volume 2.

*
* *

Si la consultation de ces pages pouvait susciter des collaborations plus étroites entre botanistes et zoologistes des pays entourant la mer du Nord au point de vue de l'étude du plancton, nous nous en réjouirions et nous nous sentirions largement récompensé des efforts accomplis pour mener notre tâche à bonne fin.

Un ouvrage comme celui-ci présente forcément des lacunes. Si un auteur n'avait pas été cité, qu'il veuille bien excuser cette omission toute involontaire.

Nous tenons à remercier plus particulièrement notre aide et fidèle compagnon d'exploration J. DENAYER, Préparateur-technicien de première classe à l'Institut : une grande partie des analyses chimiques et des représentations graphiques est due à sa patiente et dévouée collaboration; M^me^ C. HERREMANS-DHAEZE, Ingénieur technique en Chimie à l'Institut, pour la patiente confection de plusieurs grands tableaux numériques, le dépouillement de notes pour l'élaboration des tableaux de répartition; M^me^ Z. DARTEVELLE, Licenciée en Sciences zoologiques, qui a bien voulu assumer une partie de la correction des épreuves.

Institut royal des Sciences naturelles de Belgique,
Zeewetenschappelijk Instituut, Oostende,
Institut de Botanique de l'Université de l'Etat à Lille.

CHAPITRE PREMIER

Bref historique des recherches en mer du Nord, dans le Pas-de-Calais et dans la Manche.

A. — TRAVAUX BELGES

Peu de chercheurs ont étudié le phytoplancton de la Mer Flamande, la plupart d'entre eux se sont contentés de ce qu'ils pouvaient atteindre depuis la côte même, comme H. VAN HEURCK, qui rassembla, probablement le premier, les éléments épars dans la littérature antérieure, trouva lui-même, surtout à Blankenberge, des éléments nouveaux et publia toutes ces données dans un ouvrage demeuré célèbre à juste titre : « Synopsis des Diatomées de Belgique » (1885).

E. DE WILDEMAN publia, en 1896, sa « Flore des Algues de Belgique » dans laquelle on retrouve à côté de nombreuses récoltes nouvelles et d'acquisitions, l'essentiel des travaux de H. VAN HEURCK.

Nous savons aujourd'hui que la plupart des espèces décrites par lui comme marines ou saumâtres et récoltées à l'occasion de recherches dans les flaques d'eau sur les plages, ou dans l'eau de lavage de moules ou d'algues rejetées par la mer, font, très souvent aussi, partie du plancton pélagique. Il a fallu attendre, toutefois, les récoltes de G. GILSON et les déterminations de A. MEUNIER pour avoir un large aperçu sur la flore des *Bacillariophyceae* et des *Dinophyceae* marines.

Il faut chercher l'impulsion donnée à l'étude du microplancton et de l'écologie de la mer du Nord, dans le projet de programme de la Conference internationale pour l'Exploration de la Mer, réunie à Stockholm en 1899. Celui-ci était libellé en ces termes : « Observations scientifiques périodiques, quatre fois par an, de la salure de l'eau de mer, de sa température et de sa teneur en gaz divers, de la qualité et de la quantité de plancton, au moyen de sondages dans des endroits indiqués par des recherches antérieures comme les plus importants, en vue d'étudier simultanément :

» 1. Le système des courants de l'Atlantique du Nord et des changements qui s'y présentent en différentes saisons;

» 2. La température et la quantité de chaleur qui se trouvent dans les couches d'eau, en différentes saisons. »

Pour résoudre ces questions, la Conférence serait chargée :

1. D'organiser tout un réseau d'observations et de partager convenablement le territoire à étudier entre les parties contractantes en se fondant sur le principe que chaque pays doit faire des recherches scientifiques dans la région marine qui se trouve le plus près de ses propres côtes;

2. De fixer les époques des observations simultanées à faire;

3. De déterminer les méthodes à suivre dans les sondages à bord des navires et dans le travail analytique des laboratoires;

4. D'indiquer les bases générales de la coordination des résultats et de leur publication.

C'est dans le but d'examiner ces propositions, d'arrêter le plan définitif de ces recherches internationales, qu'une résolution du Gouvernement royal de Norvège, en date du 25 août 1900, avait décidé que les Gouvernements intéressés dans l'exploration scientifique de la mer seraient invités, au nom du Roi, à réunir leurs représentants en Commission internationale d'Hydrographie et de Biologie à Christiania au mois d'octobre de l'année 1900. Cette réunion, n'ayant pu, pour différentes raisons, avoir lieu à la date proposée, fut ajournée jusqu'au 6 mai 1901.

Nous trouvons un historique succinct de l'organisation définitive de cette exploration internationale dans une brochure éditée en mai 1902 par le Comité de Mariculture : « Projet d'exploration internationale hydrographique et biologique de la mer du Nord et des eaux adjacentes. Proposition de participation de la Belgique ».

Un aperçu au sujet de l'histoire de la participation de notre pays au Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer, de la plume de G. GILSON, a été publié dans le Rapport jubilaire (Rapports et procès-verbaux des réunions, vol. XLVII, 1928, pp. 63-81).

Peu de temps après, le Musée d'Histoire naturelle de Belgique, organisa des investigations en vue de parfaire son outillage scientifique en matière de biologie marine.

Entre-temps, G. GILSON s'était déjà mis à l'œuvre et effectua, en accord avec le Musée d'Histoire naturelle de Belgique, une série de recherches, en 1899. Les résultats de ces premiers travaux sont consignés dans un mémoire de 81 pages publié en 1900 dans le premier volume des Mémoires du Musée.

Comme le dit lui-même G. GILSON, cette exploration eut pour but :

1. De dresser une liste aussi complète que possible des espèces vivantes qui habitent la mer voisine de la côte belge ou qui s'y montrent occasionnellement;

2. De déterminer les conditions d'existence de chacune de ces espèces : étude du milieu (le fond et l'eau). Rapports des espèces avec leur milieu. Conditions d'alimentation et de reproduction. Concurrence, associations, parasitisme, hostilité, protection, etc. Influence du milieu sur la production des races.

La partie de ce travail, continue G. GILSON, qui a été entamée jusqu'ici, comprend l'étude détaillée du fond et du benthos, ou faune qui l'habite, dans une zone littorale large de 10 milles, ainsi que des observations sur le plancton, la température et la salinité. On a aussi commencé une étude expérimentale du système compliqué des courants qui règnent dans la partie sud de la mer du Nord (Mer Flamande). G. GILSON estimait que la continuation de ce travail pourrait être considérée comme une participation active de la Belgique à l'entreprise qui réunissait la Conférence internationale.

Les récoltes de G. GILSON furent assez rapidement étudiées. C'est avant tout A. MEUNIER qui s'occupa du microplancton et qui condensa le résultat de ses recherches dans de splendides mémoires, tous parus dans la collection du Musée d'Histoire naturelle de Belgique, sous le titre : « Le Microplancton de la Mer

Flamande ». L'ouvrage comporte quatre parties : 1. le genre *Chaetoceros* EHRENBERG, C. G. (1913), 2. les Diatomacées (1915), 3. les Péridiniens (1919), 4. les Tintinnoïdes et Caetera (1919).

Jusqu'à A. MEUNIER, personne ne s'était occupé chez nous des Dinophycées marines et on peut dire que c'est lui qui nous donna, le premier, à côté de descriptions judicieuses, des planches admirablement dessinées et gravées avec un remarquable souci d'exactitude.

En 1914, G. GILSON écrit : « L'exploration de la mer, après s'être accommodée pendant dix ans de réduits provisoires, dispose maintenant d'un petit laboratoire installé dans une huîtrière, grâce à l'obligeance éclairée des propriétaires. Les réservoires et parcs rendent de grands services; un local avec bassin d'expérience et aquariums y a été construit et de petites installations de travail y ont été aménagées » (1).

L'outillage marin comprenait, à cette époque, un remorqueur à roues très ancien, mais assez bien adapté aux besoins du travail dans la région côtière, mis obligeamment à la disposition du Musée d'Histoire naturelle, pendant l'été, par le Ministère de la Marine.

L'aviso garde-pêche « VILLE D'ANVERS », navire beaucoup plus grand, mais très incommode pour le travail, fut employé, sans interruption de son service de surveillance, pendant une semaine, tous les trois mois, pour l'exécution de certains travaux dans toute l'étendue de la Mer Flamande, et spécialement pour les recherches se rattachant à l'Exploration internationale de la Mer. Celles-ci se faisaient en connexion avec le Conseil international de Copenhague.

C'est de cette époque que date la publication d'un périodique : « Travaux de la Station de recherches relatives à la pêche maritime à Ostende »; six fascicules ont paru, à notre connaissance, entre 1903 et 1911. Parmi des publications intéressant uniquement la pêche proprement dite, nous trouvons un travail plus en rapport avec l'étude de la mer pour elle-même, notamment celui de M. HENSEVAL et J. HUWART : « Etude sur le noircissement de la vase dans la mer du Nord » (fasc. I., 1903).

La guerre de 1914-1918 survenant (P. DEBAISIEUX, 1936-1937), les travaux d'exploration de la mer sont rendus impossibles. Le cauchemar passe, mais il faut partout redoubler d'efforts pour réajuster tous les rouages et remettre en train toutes les institutions de recherches. A Oostende, ce travail est spécialement difficile, il n'y a plus de bateau d'exploration, il n'y a plus de laboratoire, tout est à refaire. G. GILSON, une fois de plus, se montre initiateur hardi et organisateur tenace : il conçoit un vaste programme et s'efforce de promouvoir et de réaliser la fondation d'une importante station de biologie marine. D'autres, moins tenaces, eussent été cent fois rebutés par les obstacles et les entraves apportées de toutes parts. G. GILSON persévère et, après de longues années de lutte, il obtient gain de cause.

« Seul, un établissement stable et situé au bord de la mer », déclare-t-il, « est en mesure de pourvoir aux besoins de travaux maritimes continus ». En 1930, le

(1) Des photographies de ce laboratoire ont été publiées dans un autre ouvrage de valeur de G. GILSON : « Le Musée d'Histoire naturelle moderne; sa mission, son organisation, ses droits » (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, 1914, VII, 256 p.). Les figures 113 à 117, montrent des vues extérieures et intérieures des laboratoires, les figures 118 à 121, des bateaux différents à bord desquels on a effectué des observations.

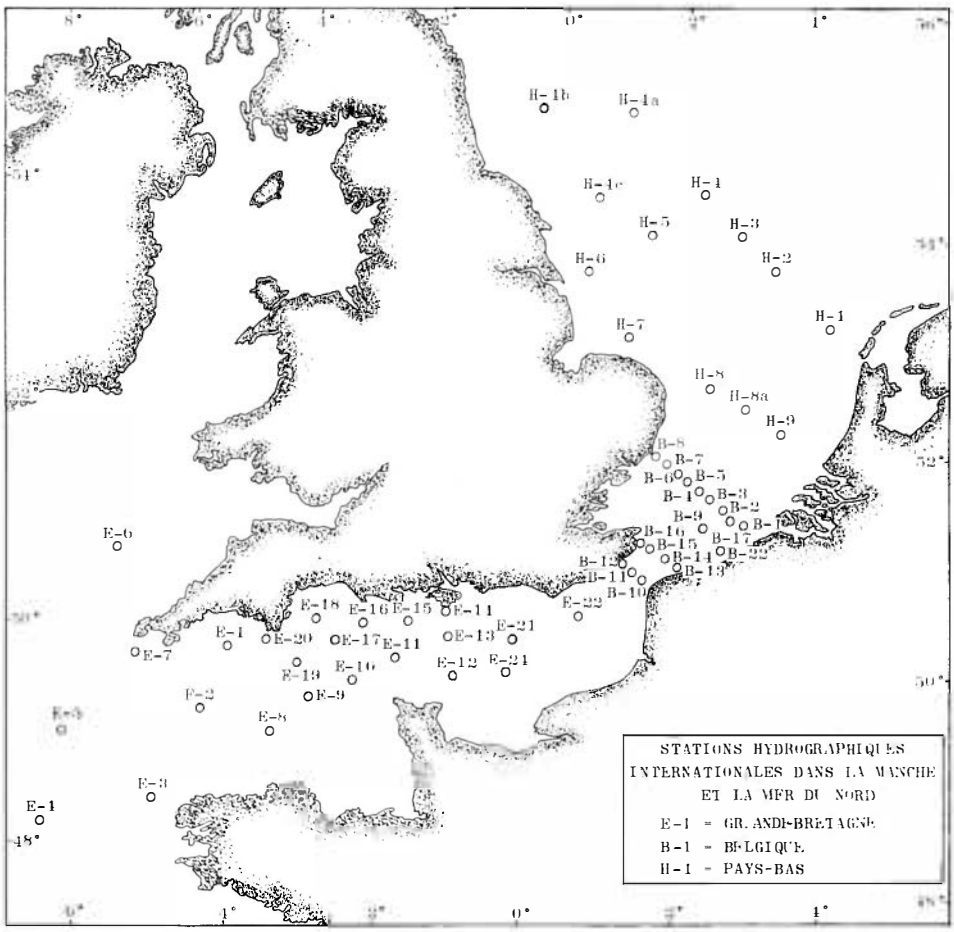


FIG. 1. — Stations internationales en Manche et en mer du Nord.
H=stations néerlandaises; B=stations belges; E=stations britanniques.

service que le Musée royal d'Histoire naturelle entretient à la côte depuis 1896, est transformé en Institut d'Etudes maritimes d'Ostende (« Zeewetenschappelijk Instituut, Oostende »). L'Etat et la province de la Flandre occidentale subventionnent le nouvel établissement, que le Musée royal d'Histoire naturelle dote des instruments indispensables. Des Annales publieront les travaux des collaborateurs et G. GILSON, signe, en 1931, le premier mémoire (V. VAN STRAELEN, 1948).

Un laboratoire de biologie marine fut, en effet, érigé à Oostende, non loin de l'estacade droite, en 1925, dans la maison des éclusiers de l'ancien bassin de chasse situé derrière la poudrière. On y ajouta un étage et une annexe comme laboratoire; il devait disparaître malheureusement au cours des hostilités de 1940.

En 1924, G. GILSON fait paraître, toujours dans les Mémoires du Musée, une nouvelle publication intitulée : « Exploration de la mer sur les côtes de la Belgique. Recherche de la dérive dans la mer du Nord ».

En dehors de ces divers travaux, il existe encore deux publications séparées, parues dans les publications de circonstance du Conseil permanent pour l'exploration de la Mer, créé entre-temps à Copenhague, c'est-à-dire les n[os] 33 (1906) et 70 (1916), consacrés au catalogue des espèces de plantes et d'animaux observés dans le plancton recueilli au cours des croisières de 1902 à 1905 et de 1908 à 1911. Chaque pays envoyait régulièrement la liste des déterminations au Conseil permanent. C'est donc en partie dans ces deux publications et dans le « Bulletin planctonique » publié par le même organisme, qu'il faut rechercher les récoltes de plancton faites autrefois dans la Mer Flamande. Les pays membres du Conseil permanent avaient déterminé, eux-mêmes, la place de leurs stations mentionnée dans la publication de circonstance n° 37 (1907). On peut donc les considérer comme stations officielles, en même temps que fondamentales pour les recherches hydrographiques internationales pendant les cinq premières années de leur activité.

Les stations B-1 à B-12 de la Belgique sont situées dans la partie méridionale de la mer du Nord et à l'entrée de la Manche (Pas-de-Calais) (fig. 1).

La première ligne de Blankenberge à Orfordness comprend huit stations, tandis que celle qui part du cap Gris-Nez et aboutit à Dover, n'en compte que trois. La troisième ligne Gravelines-Deal comprend quatre stations. On trouvera dans le tableau 1 la situation géographique actuelle de chacune d'elles (tabl. 1 et fig. 2 et 3).

TABLEAU 1.

Stations hydrographiques belges en mer du Nord et dans le Pas-de-Calais.

Ligne Blankenberge-Orfordness.	
B-1 ...	51°23′40″ N-2°58′20″ E
B-17 ..	51°27′30″ N-2°49′—″ E
B-2 ...	51°32′10″ N-2°41′—″ E
B-3 ...	51°37′30″ N-2°29′10″ E
B-4 ...	51°43′10″ N-2°17′30″ E
B-5 ...	51°47′50″ N-2°09′10″ E
B-6 ...	51°51′40″ N-2°01′40″ E
B-7 ...	51°57′—″ N-1°50′20″ E
B-8 ...	52°02′40″ N-1°30′30″ E
« WEST-HINDER »	
B-9	51°22′25″ N-2°27′45″ E
Ligne cap Gris-Nez-Dover.	
B-10 ..	50°55′—″ N-1°31′30″ E
B-11 ..	50°57′50″ N-1°28′20″ E
B-12 ..	51°05′30″ N-1°20′—″ E
Ligne Gravelines-Deal.	
B-13 ..	51°02′—″ N-2°03′—″ E
B-14 ..	51°07′—″ N-1°49′—″ E
B-15 ..	51°10′—″ N-1°36′—″ E
B-16 ..	51°12′—″ N-1°28′—″ E
B-22 ..	51°10′—″ N-2°38′—″ E

Entre 1903 et 1914, G. GILSON organisa en tout quarante-quatre croisières au cours desquelles les stations belges furent étudiées régulièrement (tabl. 2).

TABLEAU 2.

Croisière n°	Date	Croisière n°	Date	Croisière n°	Date
1	VIII.1903	15	II.1907	29	VIII.1910
2	XI.1903	16	IV.1907	30	XI.1910
3	II.1904	17	VIII.1907	31	II.1911
4	IV-V.1904	18	XI.1907	32	V.1911
5	VIII.1904	19	II.1908	33	VIII.1911
6	XI.1904	20	IV-V.1908	34	XI.1911
7	II.1905	21	VIII.1908	35	II.1912
8	IV-V.1905	22	XI.1908	36	IV-V.1912
9	VIII.1905	23	II.1909	37	VIII.1912
10	XI.1905	24	IV-V.1909	38	XI.1912
11	II.1906	25	VIII.1909	39	II.1913
12	IV.1906	26	XI.1909	40	IV.1913
13	VIII.1906	27	II.1910	41	VIII.1913
14	XI.1906	28	IV-V.1910	42	XI.1913
				43	II.1914
				44	IV.1914

Depuis, les travaux belges ont continué pour autant que la situation internationale et les moyens l'aient permis — les deux guerres mondiales les ont, en effet, interrompus pendant longtemps — grâce à l'intermédiaire du « Zeewetenschappelijk Instituut, Oostende » (Institut d'Etudes maritimes d'Ostende) qui, depuis 1928, était devenu Institut comme association sans but lucratif et fut reconnu, en 1937, comme Institution d'utilité publique. En 1948, le Dr E. LELOUP fut chargé de sa direction. Faute de crédits, l'Institut a cessé ses investigations fin 1967. C'est pour cette raison que nos résultats obtenus au « WEST-HINDER » ne dépassent pas 1966.

Le Laboratoire d'Etudes maritimes de Oostende semble avoir, toutefois, une origine plus lointaine et A. GRAVIS, dans son discours prononcé à l'occasion de la commémoration de E. VAN BENEDEN, professeur de zoologie à l'Université de Liège (1920), raconte que ce savant « aimait à emmener les meilleurs de ses élèves à Oostende, au laboratoire établi par son père, dans une huîtière, dès 1842. Cette modeste installation fut réalisée par P. J. VAN BENEDEN, à ses frais, à une époque où il n'existait nulle part encore une station zoologique au bord de la mer ».

Le tableau suivant (tabl. 3) donne un aperçu sur la totalité des croisières exécutées par la Belgique aux stations internationales.

C'est en grande partie sur les récoltes effectuées par G. GILSON, que sont basés les deux volumes de la Faune de Belgique, édités par le Patrimoine de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique : Les Coelentérés par E. LELOUP (1952) et les Poissons marins de M. POLL (1947), de même que des Mémoires comme : P. L. KAMP (1930), Hydroméduses; J. H. SCHUURMANS-STEKHOVEN (1931), Nématodes libres; L. A. DE CONINCK et J. H. SCHUURMANS-STEKHOVEN JR (1933), Nématodes libres II; J. H. SCHUURMANS-STEKHOVEN (1936), Copépodes parasites; A. PUNT (1941), Nématodes parasites de poissons de la mer du Nord; E. LELOUP (1947), Coelentérés de la faune belge; J. A. CUSHMAN (1949), Foraminifères belges

TABLEAU 3.

Les croisières périodiques par la Belgique.

25.VIII.1912	« VILLE D'ANVERS », B-2, B-5, B-7, B-8, B-9, B-9*a*, B-10, B-11, B-12
13.XI	« VILLE D'ANVERS », B-2, B-5, B-7, B-8, B-9, B-9*a*, B-10, B-11, B-12
4.II	« VILLE D'ANVERS », B-2, B-5, B-7, B-8, B-9, B-9*a*, B-10, B-11, B-12
28.IV.1913	« VILLE D'ANVERS », B-2, B-5, B-7, B-8, B-9, B-9*a*, B-10, B-11, B-12
25.VIII	« VILLE D'ANVERS », B-2, B-5, B-7, B-8, B-9, B-9*a*, B-10, B-11, B-12
10.XI	« VILLE D'ANVERS », B-2, B-5, B-7, B-8, B-9, B-9*a*, B-10, B-11, B-12
1924	« WEST-HINDER »
1925	« WEST-HINDER »
21.XI.1930	B-14
25.XI.1930	B-13, B-14, B-15, B-16
9.XII.1930	B-13, B-14
16.XII	B-13, B-14, B-15, B-16
1931	—
1932	« ZINNIA », « WEST-HINDER »
1933	« ZINNIA », « VICTORIA », « SAPHIR », « WEST-HINDER »
1934	« ZINNIA », « VICTORIA », « SAPHIR », « WEST-HINDER »
1935	« ZINNIA », « VICTORIA », « SAPHIR », « WEST-HINDER »
1936	« ZINNIA », « VICTORIA », « SAPHIR », « WEST-HINDER »
1937	« ZINNIA », « VICTORIA », « SAPHIR », « WEST-HINDER »
1938	« ZINNIA », « VICTORIA », « SAPHIR », « WEST-HINDER »
9.VIII.1951	« VICTOR BILLIET », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
5.V.1952	« VICTOR BILLIET », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
19.V	« VICTOR BILLIET », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
9.VI	« VICTOR BILLIET », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
21.VI	« VICTOR BILLIET », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
6.VII	« VICTOR BILLIET », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
19.VII	« VICTOR BILLIET », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
15.VIII	« VICTOR BILLIET », B-15, B-22
24.IX	« VICTOR BILLIET », B-13 ,B-14, B-15, B-16, B-22
16.VII.1953	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
12.VIII	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
26.IX	« HINDERS », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
28.X	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
26.XI.1953	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
22.I.1954	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
10.II	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
29.IV	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
29.V	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
16.VII	« CDT FOURCAULT », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22
6.IX	« HINDERS », B-13, B-14, B-15, B-16, B-22

récents. Les Bulletins de l'Institut renferment de multiples contributions à l'étude de la faune marine de la mer du Nord méridionale, notons : W. ADAM (1933), Céphalopodes; L. DE CONINCK et J. H. SCHUURMANS-STEKHOVEN JR (1933), Nématodes marins; M. HOLBY (1936), Ammodytes, Syngnatidés, Polychètes; L. B. HOLTHUIS (1950), Isopodes et Tanaidacés; E. LELOUP (1941), Crustacés décapodes brachyoures; et en 1946 *Margellopsis haeckeli* HARTLAUB, 1897, forme indicatrice du plancton au large de la côte belge; plusieurs contributions concernant la pêche, E. LELOUP et S. LEFEVERE (1952); M. POLL (1943), Poissons marins intéressants ou nouveaux; M. PRENANT (1931), Bryozoaires.

Nous-même avons eu l'occasion d'effectuer des recherches durant la période 1951-1955 sur les eaux en provenance du « WEST-HINDER » (L. VAN MEEL, 1957). Nous avons pu les continuer assez régulièrement jusqu'en 1966, mais, à partir de cette date nous n'avons pu les poursuivre, pour des raisons indépendantes de notre volonté.

En 1966, R. H. CHARLIER et E. LELOUP présentèrent un aperçu succinct sur l'océanographie en Belgique jusqu'en 1922, au Congrès international d'Histoire de l'Océanographie à Monaco (1968). Ce premier aperçu sera complété par une

seconde publication due aux deux mêmes auteurs : « Belgique. Biologie marine (1922-1969) » (à l'impression). Les auteurs renseignent dans cette note les différents travaux exécutés en mer du Nord.

B. — TRAVAUX FRANÇAIS

N'étant pas intéressée directement aux travaux en mer du Nord proprement dite, la France a surtout travaillé dans les stations de biologie marine et les chercheurs ont étudié le plancton littoral en Manche et en Méditerranée. Des croisières d'abord occasionnelles ont permis d'accumuler un grand nombre de renseignements : nous citerons notamment certaines croisières du « PRINCE ALBERT I DE MONACO », qui, passant par la Manche et le Pas-de-Calais, ont rapporté du matériel et des données numériques. C'est entre les années 1903 et 1912 que se situent ces croisières. Tout en n'étant pas typiquement françaises, trop de chercheurs de France ont collaboré à ces belles expéditions organisées par le « PRINCE ALBERT I » pour qu'on ne leur accorde une place de choix parmi les travaux de ce pays. La croisière du « RENÉ » fut entreprise pour contribuer à l'étude de la biologie de la sardine; elle partit de Concarneau, le 9 septembre 1908. En plus des pêches expérimentales et des dragages, des mesures diverses furent effectuées et notamment de température et de salinité à différents niveaux, de même que des pêches de plancton en surface (fig. 4).

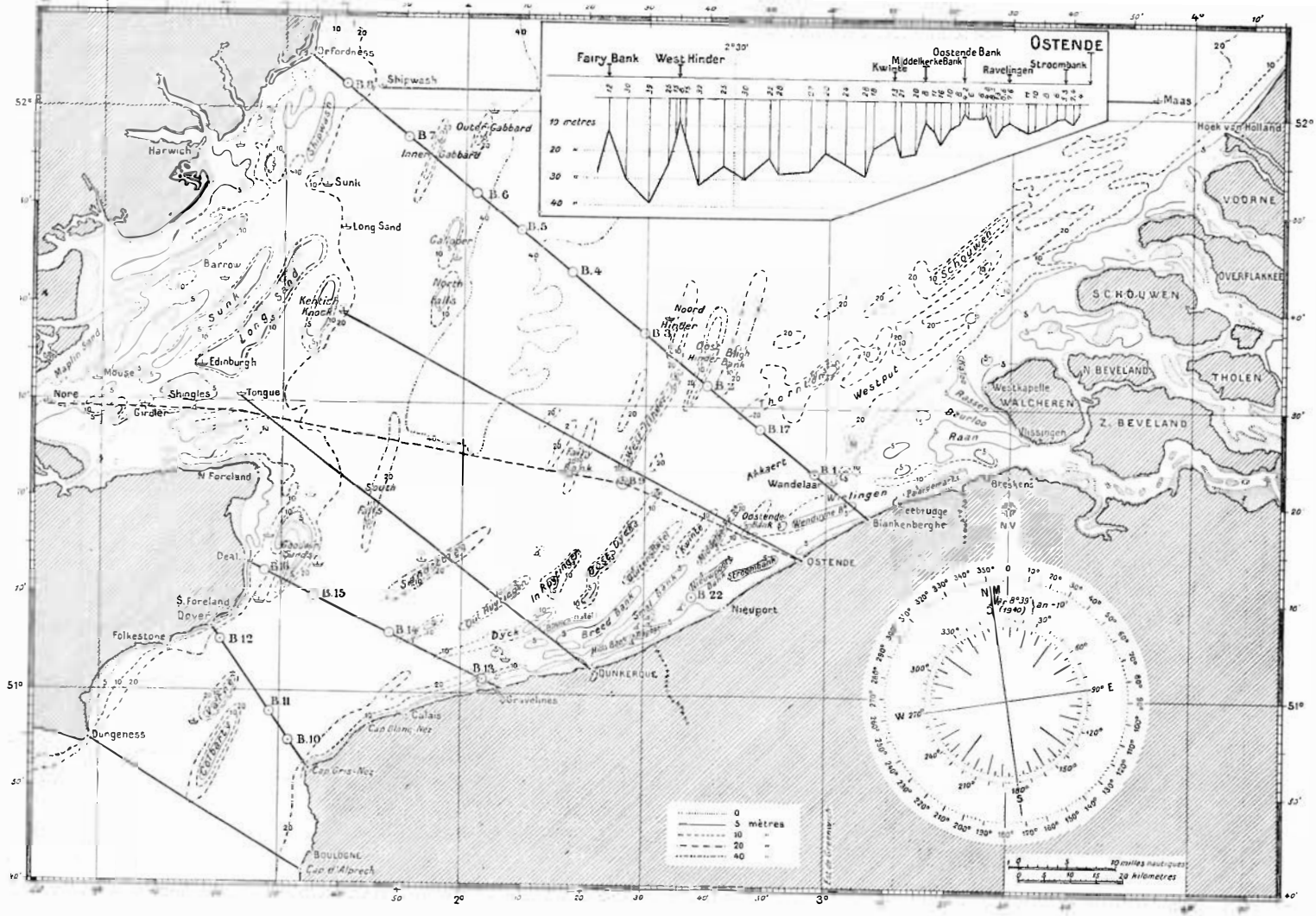
L'équipe du « PRINCE ALBERT I DE MONACO » effectua 38 stations entre le 13 juillet 1903 et le 17 juillet 1914 : Le Havre, Arcachon, Saint-Nazaire-Quiberon, baie de la Trinité, Brest, Belle-Isle, Belle-Isle-Concarneau, Concarneau-les-Glénans, Darmouth, embouchure de la Seine, entre Le Havre et Antifer, et plusieurs autres au large.

En septembre 1908 le « RENÉ » réalisa 29 stations : parages des Sables d'Olonne; large des Sables d'Olonne; entre les Sables d'Olonne et l'île d'Yeu; entre l'île d'Yeu et Noirmoutier; baie de Bourgneuf, embouchure de la Loire, au large de Belle-Isle, baie de Quiberon, passage de la Teignousse, entre Lorient et Concarneau, large de Concarneau, Penmarch, baie d'Audierne (fig. 4).

Le Conseil international pour l'Exploration de la Mer avait décidé au Congrès de Londres, en mars 1920, la formation d'une Commission d'Etudes de l'Entrée de la Manche, avec la collaboration de la France, de la Grande-Bretagne et de l'Irlande; il fut demandé à la France de faire au cours de l'été un certain nombre de croisières dans le secteur compris entre le 48° et le 49° de latitude N, dans la partie de ce secteur comprise à l'Est des fonds de 500 m. Les navires de recherches devaient s'attacher particulièrement à faire des observations sur la température et la salinité de l'eau de mer, à grouper tous les renseignements sur la nature des fonds, le plancton et la biologie des poissons comestibles, spécialement du thon et du merlu.

Le navire « LA PERCHE » a pu rendre de très grands services au point de vue océanographique; il exécuta quatre croisières.

Depuis que la France (E. LE DANOIS, 1923) a donné, au Congrès de Londres en 1920, son adhésion au Conseil international pour l'Exploration de la Mer, une extension des études vers l'Atlantique était devenue nécessaire. Il fut décidé


Fairy Bank
West Hinder
Kwintebank
Middelkerke Bank
Oostende Bank
Ravelingen
Stroombank
OSTENDE
Maas
Hoek van Holland
Harwich
Orfordness
Shipwash
Outer Gabbard
Inner Gabbard
Sunk
Long Sand
Barrow
Kentish Knock
North Falls
Edinburgh
Mouse
Nore
Shingles
Tongue
Girdler
Maplin Sand
N. Foreland
South Falls
Deal
S. Foreland
Dover
Folkestone
Dungeness
Calais
Cap Blanc Nez
Cap Gris-Nez
BOULOGNE
Cap d'Alprech
Noord Hinder
Oost Hinder
Bligh Bank
Westhinder
Akkaert
Wandelaar
Wenduine Bank
Oostende
Middelkerke Bank
Stroombank
Breed Bank
Dyck
Duit Hinder
Nieuport
DUNKERQUE
Zuydcoote
Westende
Blankenberghe
Zeebrugge
Breskens
Vlissingen
Westkapelle
WALCHEREN
Z. BEVELAND
N. BEVELAND
THOLEN
SCHOUWEN
OVERFLAKKEE
VOORNE
Schouwen
Westput
Roompot
Raan
Oostgat
Passengeul
Hoofdplaat
Vlakte van de Raan
Fairy Bank
Ridens
Ruytingen
Oostende Bank
Middelkerke Bank
Stroombank
Wenduine Bank
Oostende Bank
Wielingen
Oostgat
Passengeul
Hoofdplaat
Vlakte van de Raan
Ridens
Ruytingen
Fairy Bank

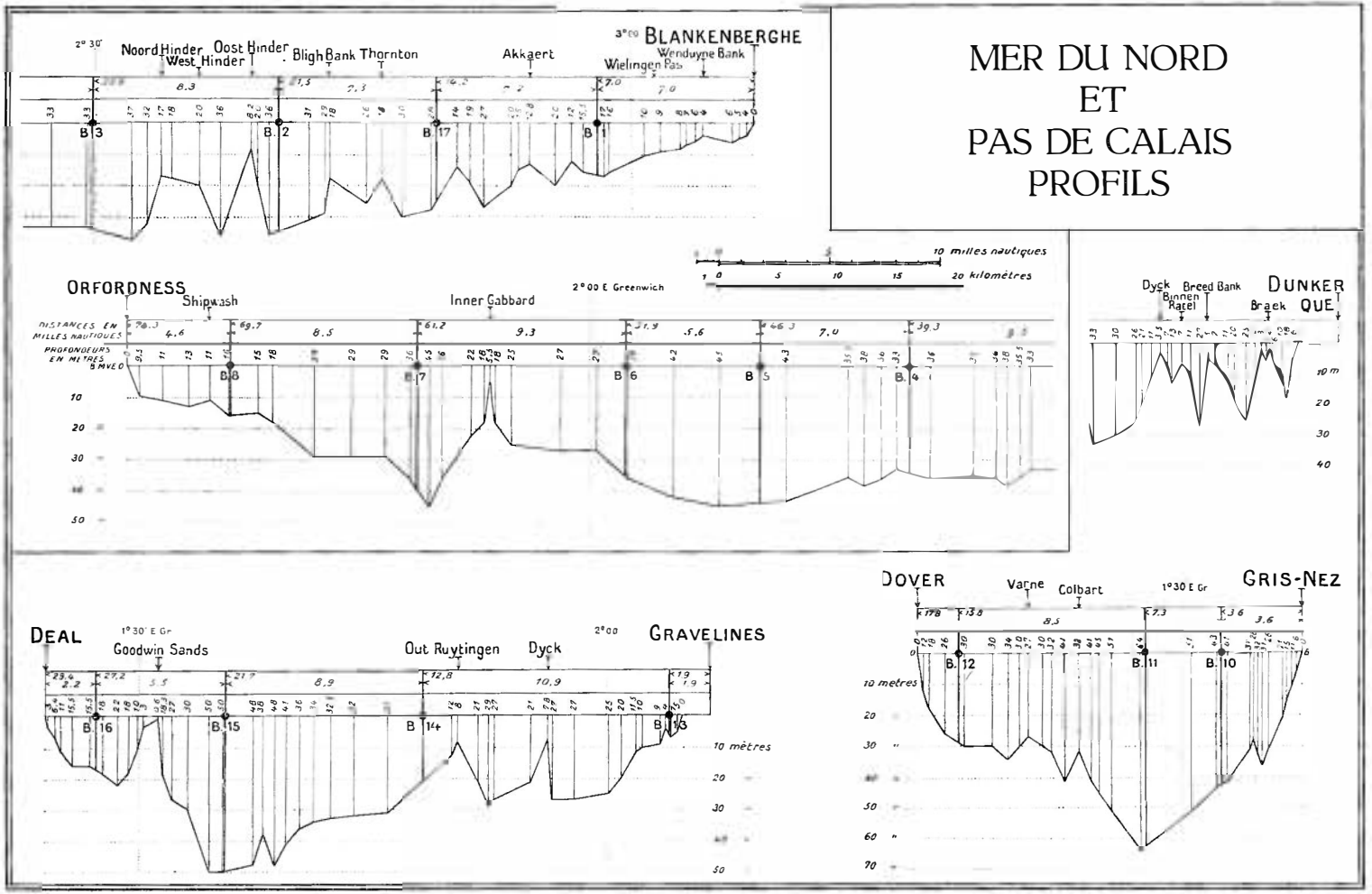


FIG. 3. — Les profils suivant les points B.

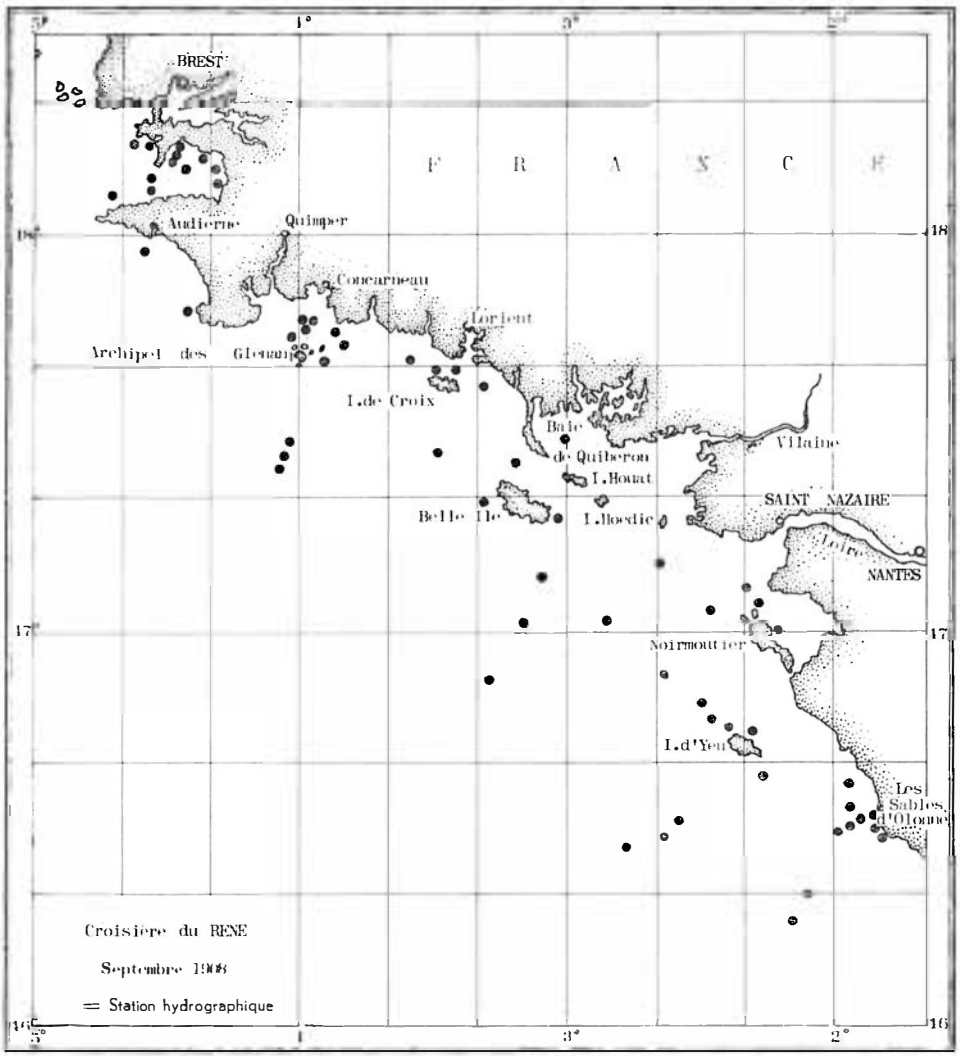


FIG. 4. — Croisière du « RENÉ ». Septembre 1908.

à ce Congrès qu'un Comité spécial sous le nom de Comité du Sud-Ouest des îles Britanniques étudierait particulièrement la région située à l'Ouest de l'entrée de la Manche, avec la participation de l'Angleterre, de la France et de l'Irlande.

Le programme du Comité du Sud-Ouest des îles Britanniques ne fut définitivement fixé qu'en mars 1921, à la Conférence Interdépartementale de Dublin, où, à côté des représentants des services des pêches du Royaume-Uni, figurait un délégué français. Ce programme fut ratifié à Copenhague en juillet 1921. Dès le début des recherches, il a paru nécessaire d'agrandir le rayon d'action du Comité du Sud-Ouest des îles Britanniques. Par suite de cette extension, le Comité s'est transformé en Comité du Plateau continental atlantique. Son plan de travail est de grouper tous les documents hydrographiques et biologiques qui concernent sa zone d'étude. Au cours de la réunion du Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer tenue en juillet 1921 à Copenhague, les propositions, en ce qui concerne la France et le programme du Comité du Plateau continental atlantique, arrêtées à Dublin en août 1921, furent confirmées et adoptées par le Comité.

Les observations continuent et leurs résultats sont régulièrement publiés par le Comité atlantique dans les rapports et procès-verbaux des réunions du Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer.

E. FAURE-FREMIET et O. DU PUIGAUDEAU ont poursuivi pendant les mois d'août et de septembre 1920-1921 l'étude du microplancton de la baie du Croisic déjà commencée en 1912-1913.

Les pêches très fréquentes, presque journalières, étaient exécutées avec le concours du Prof[r] HENNEGUY à bord de son cotre « CYTOS » dans l'espace compris entre la pointe du Croisic, le Four, l'île Dumet et la pointe de Piriac. De nombreuses pêches ont été faites en outre dans le traict du Croisic, à marée haute ou dans le chenal au moment du courant de flot.

Le trois-mâts barque « POURQUOI-PAS ? » appartenant au commandant J. B. CHARCOT, succéda au « FRANÇAIS » qui conduisit dans l'Antarctique en 1903-1905 la première expédition polaire française de longue haleine.

Au retour de l'expédition antarctique de 1908-1910, J. B. CHARCOT obtint que ce magnifique outil de travail fût conservé comme Laboratoire de Recherches maritimes de l'Ecole pratique des hautes études, attaché au Muséum national d'Histoire naturelle; J. B. CHARCOT fut nommé directeur de cette organisation nouvelle et commandant du navire. Grâce à des subventions accordées par différents ministères, J. B. CHARCOT parvint à effectuer annuellement des croisières scientifiques dans l'Atlantique et les mers arctiques avec un équipage composé de candidats au brevet de capitaine au long cours.

Le 16 septembre 1936, le « POURQUOI-PAS ? » devait sombrer sur les côtes d'Islande. J. B. CHARCOT est mort à son bord, en même temps que ses hommes, dans la tempête.

Les récoltes planctoniques de 1924 et 1925 ont été étudiées par P. DANGEARD; les résultats en ont été publiés en 1929.

Depuis son adhésion, en 1920, la France (J. LE GALL, 1952) a régulièrement apporté sa contribution aux travaux du Conseil international. Les travaux à la mer ont été poursuivis à bord des navires spécialement armés : « PERCHE », « TANCHE » et — depuis 1933 — « PRÉSIDENT THÉODORE TISSIER ».

es (température et salinité ‰) à diverses
publiées. Ces recherches ont permis à E. Le Dano
nsgressions atlantiques », hypothèse de travail toujours
de base à de nombreux travaux sur le comportement

mémoires qui sont sortis et sortent encore des laboratoires
ntifiques françaises, augmentant continuellement nos connais-
s problèmes posés par la mer.

C. — TRAVAUX ANGLAIS

02 à 1909 (H. Harvey, 1929-1930), le s/s « Huxley » accomplit des
s dans la Manche, quatre fois par an, et D. J. Matthews (1905-1911)
les résultats de ces croisières au point de vue de la répartition de la
érature, de la salinité et en déduisit les mouvements et les courants.
Depuis 1921, on organisa des croisières plus fréquentes, mais moins étendues
vec le s/s « Salpa ». En même temps les bateaux courriers traversant la Manche,
mesuraient les températures à intervalles réguliers pour le Ministère de l'Agri-
culture et des Pêcheries. Sur la route de Land's End à Ushant, les mesures étaient
faites à l'intention de la « Marine Biological Association ». Tous ces renseigne-
ments concernant les couches superficielles ont été publiés dans le « Bulletin
hydrographique annuel » du Conseil permanent international pour l'Exploration
de la Mer.

La plupart des travaux anglais se rapportant à la Manche ont été publiés
dans le « Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom »
à Plymouth et dans les « Fishery Investigations ».

A peu près toutes nos connaissances sur la systématique des *Dinophyceae*
et des *Bacillariophyceae* ainsi que sur leur répartition géographique, ont été
admirablement condensées par M. A. Lebour dans deux volumes publiés respec-
tivement en 1925 et 1930. Nombreux sont les autres travaux britanniques consa-
crés à des problèmes posés par les eaux de la Manche et de la mer du Nord et
le nom de W. R. G. Atkins est lié à la plupart d'entre eux.

De son côté, le Ministère de l'Agriculture et des Pêcheries organisa un
certain nombre de recherches en Manche et en mer du Nord, études auxquelles
sont attachés les noms de spécialistes comme J. O. Borley, F. M. Davis, E. C. Jee,
J. R. Lumby, R. E. Savage, R. S. Wimpenny et d'autres encore. Les deux orga-
nismes principaux sont la « Marine Biological Association » à Plymouth et le
Laboratoire de Lowestoft.

Des croisières furent accomplies par les navires de recherche « J. & S. Miles »
et « George Bligh ».

La plupart des études sur la chimie en général, les variations des nitrates et
des phosphates en particulier, ont été effectuées par : F. D. J. Armstrong (1954),
F. D. J. Armstrong et W. R. G. Atkins (1950-1951), F. D. J. Armstrong et
H. W. Harvey (1950-1951), L. H. N. Cooper (1936, 1937, 1938, 1939), M. Graham
(1938), M. Graham et J. P. Harding (1938-1939), A. J. Lee et A. R. Folkard
(1969), F. J. Russell (1939); une étude a été consacrée aux communautés plancto-
niques : C. E. Lucas (1938).

travaux anglais sont trop nombreux pour que nous p
Mentionnons simplement que l'Angleterre possède 24 stations
E_1 à E_{24} ayant de 25 à 150 m de profondeur. En mer du Nord,
27 : Sc_{-1} à Sc_{-27}.

Nous devons mentionner particulièrement la croisière du « G
en avril 1935, dont le programme de recherches comprend un point,
situé en mer du Nord méridionale (fig. 5). Une longue série de
constituées par des récoltes planctoniques, dont nous devons inclure
dans notre étude, a été exécutée en mer du Nord, le long des lignes de
régulière, à l'initiative de l'Université de Hull, au moyen du « Continuous
recorder ». En 1939, A. C. HARDY a exposé les raisons et le but de ces
ments. L'idée directrice était d'essayer d'appliquer à l'étude de la répartit
plancton, de ses causes et de ses conséquences, des techniques analogues à
appliquées en météorologie, c'est-à-dire la multiplication des observa
simultanées.

Pour plusieurs genres d'études planctoniques, il est indispensable de pouvo
disposer d'un navire de recherches, mais, pour l'étude des variations actuelles d
la répartition du plancton sur une région très étendue, un seul navire s'avère
insuffisant. En effet, cette répartition peut changer très rapidement sous l'influence
du déplacement des courants océaniques.

Pour exécuter une étude quelque peu détaillée, en appliquant le filet à plancton
à de fréquents intervalles afin de permettre l'exécution des travaux prévus à
chaque « station ». Lorsque la région à étudier est vaste, il est fort probable que
la composition du plancton aura changé au point de départ, lorsque le navire
aura terminé ses observations à l'autre extrémité de la région.

Il est impossible de se faire une idée au sujet de cette répartition à n'importe
quel moment. Pour effectuer une telle étude, il serait nécessaire de garder le
navire presque continuellement en route en faisant des prélèvements périodiques.
Le coût d'une investigation semblable est généralement prohibitif.

Au cours de l'expédition du « DISCOVERY » dans l'Antarctique en 1925-1927,
on a appliqué pour la première fois le « Continuous plancton recorder » comme
A. C. HARDY l'a décrit en 1926 et 1936. Lorsqu'on fait usage de la méthode au
filet mis à la traîne, pour couvrir une région très étendue, les positions où les
prélèvements doivent se faire sont fatalement très éloignées les unes des autres.
Aussi peut-on passer outre, entre deux stations, à une manifestation importante
dans la répartition du plancton, par exemple à une concentration de Copépodes
ou de Diatomées. Ou bien une « station » peut avoir lieu au sein d'une forte
concentration imprévisible et laisser une impression fausse d'abondance sur une
grande surface.

En mettant en œuvre une série de ces « Continuous plancton recorders »,
répartis sur un certain nombre de navires, grâce à la collaboration de compagnies
de navigation et de leurs officiers, il a été possible d'entreprendre des séquences
régulières d'investigations en mer du Nord. Hull était tout indiqué pour ce genre
d'entreprise, puisque de nombreux navires croisent la mer du Nord en toutes
directions, à partir de ce port.

Cette technique, appliquée durant de longues années, a d'ailleurs donné ses preuves et les matériaux récoltés ont été étudiés et mis en valeur par A. C. HARDY (1939), objet, plan et méthodes; K. M. RAE (1952), exposition et méthodes; J. M. COLEBROOK (1960), méthodes d'analyse.

Le phytoplancton a été traité par C. E. LUCAS et N. MACNAE (1941), Diatomées et Dinoflagellates; C. E. LUCAS et H. G. STUBBINGS (1948), variation des dimensions des diatomées et leur signification écologique; C. E. LUCAS et R. M. RAE (1946), le plancton de la mer du Nord, ses rapports avec le milieu; G. A. ROBINSON (1957), les formes de *Rhizosolenia alata* BRIGHTWELL; J. M. COLEBROOK et collaborateurs (1961), contributions à un atlas planctonique de la mer du Nord; R. S. GLOVER, G. A. COOPER et D. C. FORSYTH (1961), des groupes géographiques et écologiques dans le plancton; J. M. COLEBROOK et G. A. ROBINSON (1964), variations annuelles et abondance du plancton de 1948 à 1960.

En ce qui concerne le zooplancton, notons : K. M. RAE et C. B. REES (1941), les Copépodes de la mer du Nord 1932-1937; G. T. D. HENDERSON et N. B. MARSHALL (1944), le zooplancton à l'exclusion des Copépodes dans la mer du Nord méridionale; K. M. RAE et C. B. REES (1947), les Copépodes dans la mer du Nord 1938-1939; N. B. MARSHALL (1948), zooplancton (excepté les Copépodes) dans la mer du Nord 1938-1939; C. B. REES (1949), la répartition de *Calanus finmarchicus* et ses deux formes dans la mer du Nord 1938-1939; R. S. GLOVER (1952), les Euphausiacées de la mer du Nord, 1946-1948; G. A. ROBINSON (1957), la répartition de *Calanus finmarchicus* (GUNN) dans la mer du Nord 1946-1953, à côté d'un grand nombre d'autres travaux qui n'intéressent pas directement notre étude.

D. — TRAVAUX NEERLANDAIS

Les limites de la région explorée par les Pays-Bas sont approximativement $\varphi = 54°30'$ N et $51°30'$ N, la région côtière anglaise entre Hull et l'embouchure de la Tamise à l'Ouest, le méridien $\lambda = 6°0'$ E. Les points H-1 à H-9 sont les stations hydrographiques des croisières trimestrielles. La Hollande dispose ainsi de 13 stations dans la mer du Nord au Sud du Doggerbank, avec des profondeurs de 20 à 82 m.

Une grande partie des travaux en mer du Nord néerlandaise a été effectuée à la station biologique du « HELDER ».

Le Dr H. C. REDEKE, qui a été un des principaux chercheurs en ce qui concerne la biologie en mer du Nord, a publié de nombreuses études à ce sujet, en collaboration notamment avec P. J. VAN BREEMEN : « Plankton en bodemdieren in de Noordzee verzameld van 1-6 Augustus 1901 met de « NELLY Y. M. G. » (1904) »; « Over de deelname van Nederland aan het Internationale onderzoek der zee (1904) »; « Het onderzoek der zee in 1902 en 1903 (1904) », etc.

Avant 1939-1945, les observations néerlandaises (G. L. LIENESCH, 1952) devaient se faire sans l'aide d'un navire de recherches. En 1949, un navire de recherches pour les pêcheries, l'« ANTONI VAN LEEUWENHOEK », entreprit des travaux divers. Les observations hydrographiques néerlandaises comprennent des mesures de salinité et de température des eaux de surface aux bateaux-feu, le long des routes de navigation et, parfois, aux stations internationales. Depuis 1937, on procède à des mesures de courants aux bateaux-feu.

En ce qui concerne les études de nos voisins du Nord, citons entre autres : S. J. DE GROOT et H. POSTMA (1968), avec leurs travaux sur le Waddenzee; E. K. DUURSMA (1963), sur la production des matières organiques en solution, D. EISMAN, H. A. DAS, J. DE HOEDE, J. G. VAN RAEPHORST et J. ZONDERHUIS (1966), sur les traces de substances minérales dans les sables côtiers, L. OTTO (1967), sur les propriétés optiques des masses d'eau de la mer du Nord

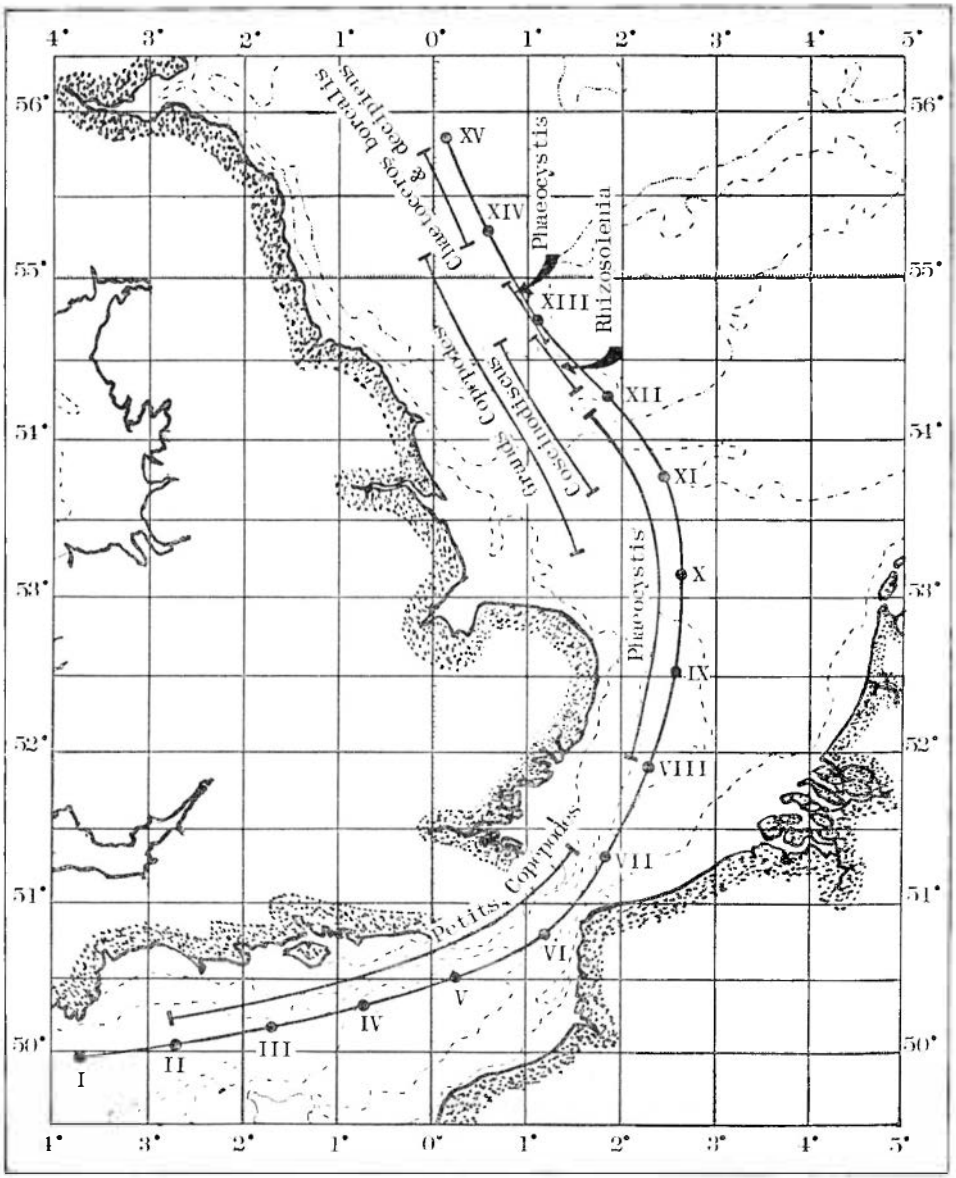


FIG. 5. — Croisière du « GEORGE BLIGH ».
Résultats d'après M. GRAHAM et P. HARDING (1938-1939).

méridionale, H. POSTMA (1961), sur la transparence des eaux côtières et H. POSTMA (1966), sur le cycle de l'azote dans le Waddenzee et les régions voisines. Mentionnons enfin une recherche de E. K. DUURSMA (1961) sur le carbone organique, l'azote et le phosphore dissous dans l'eau de mer.

Parmi les travaux récents qui touchent la région qui nous occupe plus spécialement, il faut signaler le programme de recherches en 1967 et 1968 de l'Institut néerlandais de Recherches maritimes à Den Helder (S. B. TIJSEN, 1968), exécuté au cours des quatre mois conventionnels : février, mai, août et novembre. En plus de leurs mesures de 1967, nos confrères néerlandais ont envisagé d'exécuter une série de déterminations du pH, de la réserve alcaline et de la production primaire. En attendant, ils ont néanmoins déjà ajouté le dosage des nitrites et des nitrates. Parmi les points examinés, se trouve le bateau-feu « NOORD-HINDER » situé à $\varphi = 51°39'$ N et $\lambda = 02°34'$ E, qui correspond à peu près à notre point B-3.

E. — TRAVAUX ALLEMANDS

Les recherches faites en mer du Nord par les chercheurs allemands sont très nombreuses, certaines même très anciennes. Citons : la « Plankton Expedition der Humbold Stiftung », qui, en 1889, a fait une station à l'entrée de la Manche et une autre au large des côtes néerlandaises. On trouvera les résultats de ces stations plus loin dans ce mémoire.

Un très beau travail a été effectué au cours de la croisière du R. F. D. « POSEIDON » en janvier 1935 et février 1936 en mer du Nord moyenne et méridionale. C'est réellement la première fois qu'une recherche d'hydrographie marine comporte des mesures de la turbidité, le dosage de la silice, des nitrites, des diverses formes de composés phosphorés. K. KALLE a publié, en 1937, un aperçu particulièrement intéressant et surtout encourageant au sujet des travaux accomplis à bord du « POSEIDON ». Les stations sont figurées sur la carte (fig. 27).

Parmi les travaux allemands, citons notamment l'étude de K. KALLE (1937) sur le dosage des substances nutritives comme moyen de reconnaître les diverses masses d'eau et celle de E. GOEDECKE (1937) sur la concentration en calcium et la réserve alcaline de l'eau de la mer du Nord, spécialement dans la région des « Hoofden ». Les recherches dans le « Deutsche Bucht » de K. KALLE (1956), celles de G. DIETRICH (1950) relatives aux variations annuelles de la température dans la Manche et, du même auteur, une contribution importante aux régions naturelles de la mer du Nord et de la Baltique (1950). Au point de vue géographique, un travail de T. STOCKS (1956) au sujet d'une nouvelle carte bathymétrique de la mer du Nord et une étude fouillée de J. JARKE (1956) sur les fonds de la mer du Nord.

En février-mars 1952, la « Deutsche Wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung » organisa une croisière dans la mer du Nord du Sud-Ouest sur le navire de recherches « GAUSS ». L'étude s'est surtout effectuée dans la région des « Hoofden ».

Parmi les travaux récents qui touchent la région qui nous occupe spécialement, il faut signaler le programme de recherches en 1967 et 1968.

F. — TRAVAUX DANOIS

En 1914, (J. P. JACOBSON), le m/s « MARGARETHE », navire de recherches danois, fit aussi quelques observations en Manche, au cours d'une série de recherches dans l'Atlantique.

De très nombreuses stations ont encore été tenues en Manche par J. SCHMIDT (1906-1909). D'autre part, le navire d'exploration « THOR » de la « Danish Oceanographical Expedition », 1908-1910, y fit aussi quelques observations. Ces mesures s'appliquent toujours uniquement à des sondages, des températures et des salinités.

Parmi les travaux danois citons une étude très récente de T. SORGENFREI (1969) concernant la géologie de la mer du Nord.

Plus près de nous, en 1948, le Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer, organisa une série de recherches hydrographiques et biologiques dont les résultats furent publiés par T. BRAARUD, K. RINGDAL GAARDER et J. GRONTVED (1953).

Nous ne pouvons faire usage que des stations U situées le plus près de la région qui nous occupe (U_2, U_4, U_6 et U_8), c'est-à-dire sur une ligne débutant d'un peu en dessous de l'embouchure du Wash en Grande-Bretagne et aboutissant aux Pays-Bas à la hauteur des îles de la Frise occidentale, notamment à l'île de Texel. Pour cette station U, certaines données physico-chimiques relevées aux stations, comme le % de la saturation de l'oxygène manquent, de même que la concentration en P_2O_5 et NO_3, ce qui est regrettable, car ces valeurs eussent été fort instructives.

Néanmoins, on possède une quantité de numérotations de plancton, renseignements dont nous ferons largement usage.

Enfin, l' « American Geographical Society » a édité une série d'Atlas : « Serial Atlas of the marine environment », dont certains intéressent la mer du Nord. Comme les lignes-iso atteignent la côte belge, nous en tiendrons compte dans notre mémoire.

Nous devons mentionner ici une étude importante, dont nous n'avons eu connaissance que tout récemment, de B. SCHULZ, sur les variations périodiques et apériodiques des marées à la côte belge, entre septembre 1915 et septembre 1918 ainsi qu'une contribution à la connaissance des marées à la côte flamande, publiées respectivement en 1920 et 1925.

Qu'on veuille nous excuser si nous devions avoir omis l'un ou l'autre détail dans ce compte rendu succinct sur la participation des quatre pays. La littérature publiée depuis la fondation du Conseil international est tellement considérable et si éparse qu'un tel oubli est aisément compréhensible.

Quoi qu'il en soit, on peut se rendre compte, pensons-nous, que de nombreux efforts ont été accomplis pour étudier le comportement de la mer du Nord, du Pas-de-Calais et de la Manche. Il reste cependant beaucoup à rechercher et des études approfondies seront encore nécessaires avant d'arriver à une connaissance plus précise de ce milieu très particulier.

CHAPITRE II

Le milieu marin.

A. — LE MILIEU PHYSIQUE

Les traités et les manuels d'océanographie et d'études marines générales sont fort nombreux; parmi eux nous citons : H. B. BIGELOW (1931); G. VON BOGULAWSKI (1884-1887); E. BRUNS (1958); G. CLERC-RAMPAL (1930); A. DEFANT (1929); G. DIETRICH et K. KALLE (1957); G. H. FORSTER (1912); F. GESSNER (1957); H. HERTLING (1952); M. N. HILL (1963); J. JOHNSTONE (1923, 1928); C. A. M. KING (1963); O. KRUMMEL (1907-1911); J. MURRAY (1913); J. M. PERES (1961); F. S. RUSSELL et C. M. YONGE (1949); V. A. SMEZINSKIJ (1954); M. SEARS (1955, 1961); H. U. SVERDRUP, M. W. JOHNSON et R. H. FLEMING (1963); J. J. TESCH (1920); J. THOULET (1904, 1922) et C. VALLAUX (1933).

D'après C. VALLAUX (1933), les océanographes anglais distinguent les « coastal seas » des « open seas ». Les trois catégories, eaux côtières, eaux du large et eaux de profondeur, diffèrent surtout les unes des autres par la place qu'elles occupent dans les cycles généraux des eaux : les eaux côtières sont en état de rotation rapide, d'une manière générale, avec les cycles aériens et terrestres; la rotation est plus lente et surtout moins complète lorsqu'il s'agit des eaux du large.

Les eaux côtières, où se fait sentir l'afflux des eaux douces, sont remarquables non seulement par l'activité du cycle aérien évaporation-précipitation, par le gonflement perceptible de la marée, par le relèvement général du plan d'eau et par les mouvements ascendants d'eaux froides : ce sont elles qui donnent les exemples les plus frappants de la non-miscibilité des eaux de densités différentes, bien que soumises à des variations météorologiques plus nombreuses que les eaux du large.

Les nappes d'eau douce, avec leurs alluvions de tout ordre en suspension, qu'elles ne précipitent pas, s'étalent à la surface des eaux salées sans se mêler à elles, jusqu'aux lignes où le brassage des courants actifs et continus détermine enfin la dissociation des masses de densités différentes en stries de plus en plus nombreuses qui finissent par s'amenuiser et se perdre en une nouvelle masse relativement homogène.

Les grands courants superficiels du large constituent la limite des eaux côtières dont le domaine, tantôt étendu, tantôt resserré, coïncide en général avec celui du plateau continental. Lorsque ces eaux sont relativement peu touchées par les perturbations atmosphériques, la non-miscibilité de leurs couches superposées peut s'exprimer d'une manière très frappante : la couche supérieure, à l'air libre, possède ses ondulations de houle, la couche inférieure, plus dense, possède aussi ses ondulations propres qui ne coïncident pas avec les premières, donnant en creux quand les premières donnent une crête et se propageant souvent en sens contraire.

Les perturbations des courants d'eau douce ne se font plus sentir, en surface, dans les eaux du large; celles-ci sont donc plus homogènes, sur de vastes étendues, excepté en ce qui concerne les diversités apportées en surface par les forces météorologiques de caractère permanent ou dominant.

Les oscillations de la marée, bien que théoriquement non douteuses, n'y sont plus perceptibles d'une manière directe, non plus que les courants issus de marées; mais les mouvements généraux des eaux de surface, réguliers ou périodiques, s'y montrent avec une simplicité et une ampleur relatives, soustraits, en partie ou d'une manière totale, aux multiples perturbations des influences continentales.

a) LA MER DU NORD

1. Généralités, description géographique.

La mer du Nord est une manche, c'est-à-dire une mer bordière de forme spéciale : chenal ouvert aux deux bouts, avec une ouverture étroite au Sud (Pas-de-Calais) et donnant sur une autre manche, si bien que les influences océaniques ne peuvent pénétrer principalement que par le Nord; mais d'autre part, il y a communication par les détroits danois avec une mer continentale, dont les eaux sont relativement dessalées : la Baltique. Il faut ajouter que les profondeurs sont faibles, comme dans toutes les mers de transgression, sauf vers la côte norvégienne, que longe une profonde rigole. Toutes ces conditions sont à considérer pour expliquer le régime des eaux. On y saisit l'influence du climat, qui fait varier de plus de 10 °C la température à la surface, mais aussi celles des eaux chaudes et salées du Gulf Stream, qui débordent sur la plate-forme continentale, et celles des eaux froides et dessalées de la Baltique, qui se répandent surtout à l'Est; on doit même tenir compte des fleuves qui déversent de grandes masses d'eau douce : Rhin et Meuse, Weser et Elbe, Tamise et Escaut.

Mer intérieure de l'Europe nord-occidentale, dépendance de l'océan Atlantique, sur lequel elle s'ouvre indirectement au Sud par la Manche et directement au Nord entre la Scandinavie et la Grande-Bretagne, elle a une superficie de quelque 575.300 km² (d'après les auteurs).

Certains auteurs allemands ont considéré le Pas-de-Calais et la Manche comme étant des subdivisions de la mer du Nord. D'après eux, les limites de cette dernière seraient les suivantes : à l'Est : le Kattegat, les côtes du Danemark, de l'Allemagne, de la Hollande, de la Belgique, du Nord et du Nord-Ouest de la France; au Nord : une ligne depuis Duncansby Head (Nord de l'Ecosse), par les îles Orkney, les îles Shetland, jusqu'à Stadland en Norvège (62°10′ N, 5°5′ O); au Nord-Ouest : depuis Mull of Kintyre à Torr Point en Grande-Bretagne; à l'Ouest et au Sud-Ouest : depuis Cap Clear (Sud de l'Irlande), Land's End (Cornouailles) à la pointe de Saint-Mathieu en Bretagne.

Cette mer secondaire qu'encadrent les côtes : à l'Ouest celles de la Grande-Bretagne, au Sud celles de la Belgique, des Pays-Bas et de l'Allemagne, à l'Est celles du Danemark et de la Norvège, est une mer plate, d'une profondeur moyenne de 94 m environ. Elle est séparée des grandes profondeurs océaniques par le seuil des Shetland, au-delà duquel commencent les fonds atlantiques.

2. Géologie.

Il y aurait beaucoup à dire au sujet de la géologie de cette mer. E. Le Danois (1938), L. Dangeard (1928) sont à consulter à ce sujet. Signalons aussi le travail récent de J. Jarke (1956) en ce qui concerne les fonds de la mer du Nord.

En 1936, L. DUDLEY-STAMP a publié une étude au sujet de l'évolution géographique du bassin de la mer du Nord. Il y a traité successivement du bassin depuis le Carbonifère jusqu'au Miocène, durant le Pliocène et pendant le Quaternaire et les glaciations, jusqu'à la période post-glaciaire.

Du point de vue de la lithologie, deux travaux : celui de A. C. J. VAN MIERLO (1899), « La Carte lithologique de la partie méridionale de la mer du Nord », nous renseigne au sujet des sables marins. Sa carte s'étend, en latitude depuis $\varphi = 51°$ (Gravelines) jusqu'à $\varphi = 51°37'$ de latitude N, c'est-à-dire jusqu'au bateau-feu néerlandais du Noord-Hinder; en longitude, depuis $\lambda = 0°16'$ W du méridien de Paris, jusqu'à $\lambda = 1°18'$ E, à savoir depuis Gravelines jusqu'au méridien de Middelburg. Elle représente donc la totalité des bancs de Flandre, sauf les extrêmes pointes W et N de ces accumulations de sable.

Un second travail important est la thèse de J. A. BAAK, « Regional Petrology of the Southern North Sea » (1936), qui donne en même temps un aperçu sur tous les travaux de ses prédécesseurs depuis les premières investigations de M. DELESSE en 1872 et celles de notre compatriote A. R. RENARD (1866) qui a décrit environ 50 échantillons pétrologiques trouvés au large de Oostende.

Du point de vue géologique, géophysique et sédimentologique, citons les travaux dont certains très récents, entre autres de J. O. BORLEY (1923), O. PRATJE (1924), K. LUDERS (1930), J. A. BAAK (1935), C. H. EDELMAN (1939), A. GUILCHER (1951), T. SOCKS (1956), A. H. STRIDE (1965), W. LANGERAAR (1966, J. J. H. C. HULDT (1968), W. J. COLLETTE (1968) et T. SORGENFREI (1969).

Les forages exécutés depuis un certain nombre d'années en vue de la recherche de nappes de gaz naturel ou de pétrole, ont donné l'impulsion à toute une série de nouveaux travaux dont on trouve une excellente synthèse chez T. SORGENFREI (1969).

Nous empruntons quelques généralités à l'étude de ce dernier auteur consacrée à la charpente structurale du bassin de la mer du Nord.

Le concept « North Sea Basin », « Nordseebecken », fut introduit par K. GRIPP en 1915 pour indiquer la région recouverte par les formations de l'Oligocène et des couches récentes du Tertiaire, dans la région de la mer du Nord. En 1933, K. GRIPP définit le bassin de cette mer comme un bassin à sédimentation, à peu près triangulaire, limité par la haute bordure du Bouclier baltique et la Plateforme russe vers le Nord-Est, connue actuellement sous le nom de Zone bordière fenno-scandinave, par la ceinture du Plissement calédonien vers le Nord-Ouest et, vers le Sud, par la Chaîne vastrique de l'Europe centrale.

D'après la définition par K. GRIPP, la mer du Nord, dans un sens très large est très acceptable, mais implique que, en plus de la mer du Nord proprement dite, tout le Danemark, le Sud-Ouest de la Suède, le Nord de la Pologne et de l'Allemagne, ainsi que les Pays-Bas, aussi bien que l'Ouest de la Grande-Bretagne, seraient inclus dans ce bassin régional.

La définition de K. GRIPP du Bassin de la mer du Nord est pratiquement identique à celle donnée bien plus tard par P. E. KENT (1947, 1968).

Les travaux récents de cartographie géophysique de la mer du Nord et la recherche de sources sur ou au large de ses rivages, ont atteint une phase permettant de définir de nouveaux éléments structuraux dans le bassin comme l'ont montré P. KENT (1967) et P. HEYBROEK et ses collaborateurs (1967).

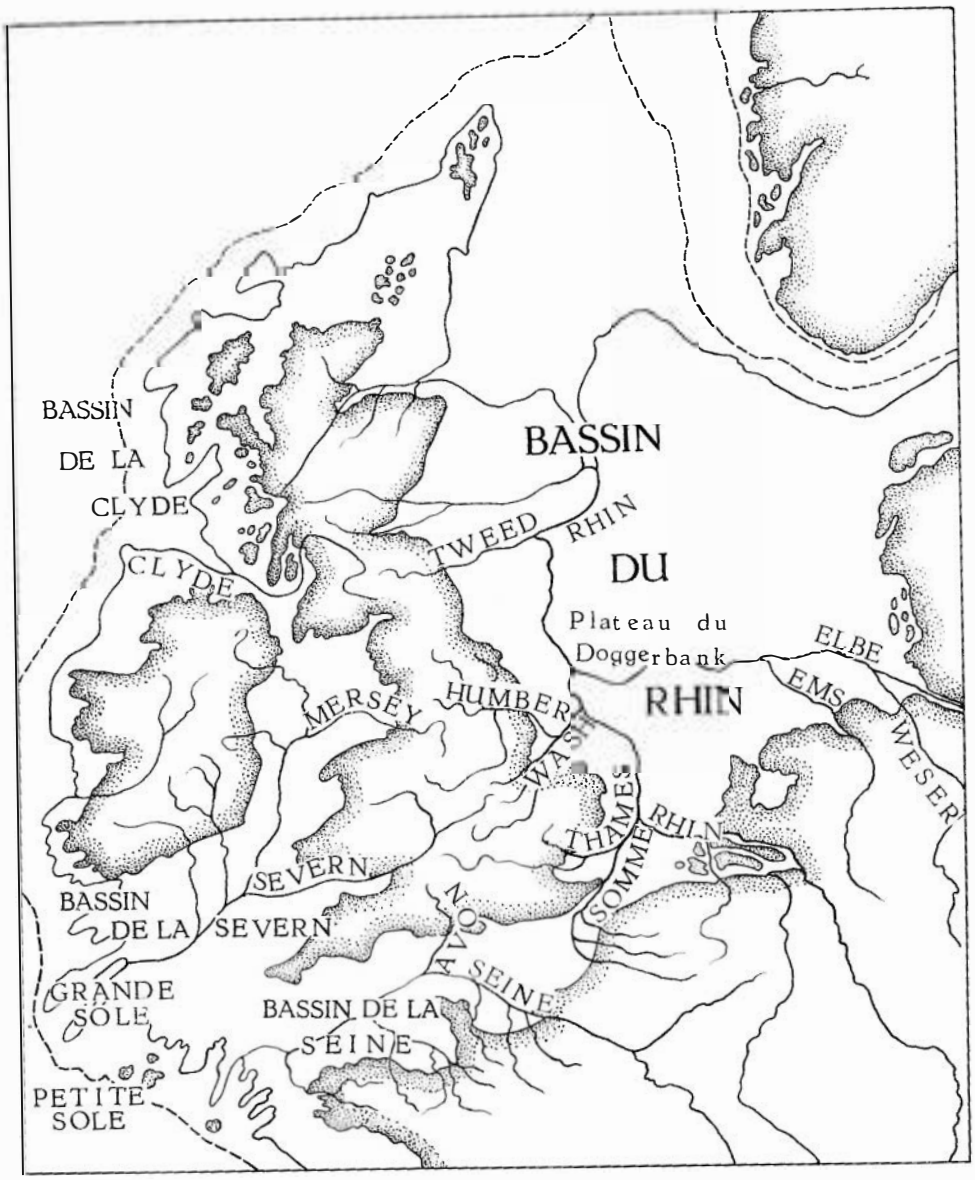


FIG. 6. — Carte du plateau franco-britannique, montrant l'ancien bassin du Rhin (d'après E. LE DANOIS, 1938).

Le bassin est subdivisé en trois secteurs par deux hauteurs structurales : le « RINGKØBING-FYN HIGH » et le « MID NORTH SEA HIGH », c'est-à-dire : le « Bassin britannique » vers le Sud-Ouest, le « Bassin germanique » vers le Sud-Est et le « Bassin norvégien-danois » vers le Nord.

Les bassins communiquent entre eux par un graben de direction Nord-Sud (P. HEYBROEK et al., 1967) appelé le « DOGGERBANK EST » par T. SORGENFREI dans sa publication de 1969; il sépare les deux hauteurs.

D'autres unités structurales significatives ou paleogéographiques sont : les hauts plateaux des « PENNINES » en Grande-Bretagne, le Massif Londres-Brabant, dans la partie sud-ouest du Bassin de la mer du Nord et le Massif rhénan en Allemagne du Nord-Ouest.

Ces unités aussi bien que les deux hauteurs, le graben central et les trois subdivisions ont une nature régionale. Ce sont des éléments plus ou moins complexes comprenant maintes structures locales comme le mentionnent H. R. VON GAERTNER (1960), H. PORTH (1964), A. A. THIADENS (1964), T. SORGENFREI (1951, 1960), J. G. C. ANDERSEN et T. R. OWEN (1968). Pour cette bibliographie très spéciale, nous renvoyons à la publication originale de T. SORGENFREI (1969).

En 1970, P. E. KENT et P. J. WALONSLEY ont publié une étude sur la stratigraphie du sous-sol de la mer du Nord en se basant sur plus de 200 forages exécutés jusqu'à 4.300 m de profondeur, dans une région située entre le Danemark, les Pays-Bas et la côte est de l'Angleterre, soit approximativement entre 51 et 54° N et 0 à 8° E.

Les auteurs terminent leur étude en concluant entre autres qu'ils ont touché brièvement aux problèmes et leur interprétation usuelle, mais que beaucoup d'entre eux demeurent partiellement résolus et que la mer du Nord promet encore de longues séries d'investigations géologiques.

Les phénomènes de sédimentation en mer du Nord, le long de la côte belge, ont fait l'objet de deux travaux de thèse de A. BASTIN et de S. WARTEL en 1970 (sous presse).

3. Le Plateau franco-britannique.

D'après E. LE DANOIS (1938), le Plateau franco-britannique est une vaste étendue du plateau continental qui continue sous la mer la grande plaine du Nord de l'Europe. Il se termine au Nord par un promontoire dominé par l'archipel des Shetland, et est séparé de la côte de Norvège par le Chenal glaciaire du Skagerrak. Le Plateau franco-britannique comprend la totalité des fonds de la mer du Nord; vers l'Ouest, il englobe les îles Hébrides et leur mer intérieure, le Minch, puis s'élargit à la latitude de l'Irlande. Des profondeurs de 400 m le relient au petit plateau qui supporte le banc des Porcupines. Plus au Sud, se trouve la large expansion continentale, que nous appelons « mer Celtique » (fig. 6).

Parmi les nombreux travaux des géologues qui se sont occupés de la Plateforme franco-britannique, prend place l'excellente étude de L. DANGEARD (1928) sur la géologie sous-marine de la Manche, effectuée à bord du « POURQUOI-PAS ? » grâce au Commandant J. B. CHARCOT.

La Plate-forme franco-britannique a subi de profondes modifications au cours des âges géologiques; en réalité elle n'a jamais été émergée dans son ensemble : les phénomènes de transgression et de régression géologiques ont successivement sorti des flots ou fait disparaître certaines parties de cette surface continentale.

La régression marine se continue au Pliocène et c'est peut-être à cette époque que la Plate-forme franco-britannique connut son maximum d'émersion continentale. Dans la mer du Nord émergée, le Rhin continuait son cours pour venir déboucher à l'emplacement au fond des Fladen. Les sondages du navire « PRÉSIDENT TISSIER » ont permis de définir l'estuaire du grand fleuve jusqu'à son confluent avec la Tay qui le rejoignait sur sa rive gauche. L'énorme fleuve recevait sur cette rive, les rivières Murray, Forth, Tweed, Humber, Thames et sans doute la Somme, qui décrivait une boucle à travers les bancs de Flandre. Sur la rive droite, Elbe, Ems, Weser, apportaient leurs eaux au Rhin. L'ancien thalweg est encore marqué par une série de petites vallées dont l'une, le « Silver Pit », indique le confluent du Rhin, de la Thames et de la Somme.

Du côté oriental, la mer du Nord était encore émergée à l'époque glaciaire. Le Doggerbank représente un vestige de l'ancienne moraine au même titre que les collines de la plaine flamande [mont Kemmel, mont des Cats (mont Cassel)]. L'effondrement de la partie méridionale est des plus récents. Les bancs sableux du « Horns Riff », de Terschelling et de Flandre montrent les déplacements successifs du rivage dans cette région. L'affaissement des terrains gagnant la Manche permit l'établissement d'une communication entre la mer du Nord et l'Atlantique. Les derniers phénomènes qui s'y rattachent prennent place dans la période historique.

D'après A. DEMANGEON (1927), la mer du Nord occupe le fond d'une cuvette que les bras du Rhin sillonnaient encore à une époque toute récente (fig. 6). Il suffirait d'un faible soulèvement pour faire émerger toute sa partie méridionale : 100 m pour joindre le Northumberland au Jutland, 50 m pour unir le cap Flamborough à Helgoland. Sur le Doggerbank, la tranche d'eau ne dépasse pas 40 m; sur 650 m², elle est même inférieure à 20 m. Ce plateau sous-marin va s'élevant vers le Sud et le Sud-Ouest, jusqu'aux faibles profondeurs de 15 m; son bord méridional domine un sillon profond de 60 à 70 m, les « Silver Pits », orientés Est-Ouest, où certains savants croient reconnaître un ancien chenal du Rhin. Au Nord du Doggerbank, le fond de la mer du Nord s'abaisse doucement de 40 à 60 m, puis plus lentement encore de 80 à 100 m et de 100 à 200 m : c'est alors qu'on atteint, au Nord des Shetland, le bord de la plate-forme continentale, d'où on descend rapidement à 1.000 m.

Dans la partie septentrionale de la mer du Nord, un accident remarquable vient interrompre brusquement la tranquille régularité du fond. C'est la fosse norvégienne, sillon étroit et profond, à versants doux vers la mer du Nord et raides vers la Scandinavie; elle fait brêche dans la plate-forme continentale à la hauteur d'Alesund et s'en vient, contournant la côte norvégienne, se terminer en face d'Oslo. Comme il s'agissait d'un fjord gigantesque, les plus grandes profondeurs, 665 m (peut-être 800 m), se trouvent à l'intérieur; le fond se relève vers le Nord. Pour expliquer cette fosse, on a parlé d'un chenal qui aurait écoulé les eaux des pays baltiques et que l'érosion glaciaire aurait élargi. En réalité, son origine demeure fort obscure.

4. **Les bancs.**

Les marins germaniques n'appellent vraiment mer du Nord (« Nordsee ») que la vaste expansion d'eau qui s'étend au Nord d'une ligne tirée du Wash au Zuiderzee. Au Sud de cette ligne, ils réservent le nom de Mer Flamande à l'entonnoir étroit qui mène au Pas-de-Calais et auquel correspond, de l'autre côté du détroit, l'entonnoir de la Manche. On pourrait aussi bien l'appeler la mer des Bancs, car elle doit les traits fondamentaux de sa topographie à une multitude de bancs de sable d'une forme particulière. Les irrégularités du fond sableux ne se présentent pas en larges plateaux, comme le Doggerbank ou le Great Fisher Bank, mais en crêtes longues et étroites formant des rangées et des éventails. Si la mer se retirait, on les verrait s'aligner en une série de collines sableuses semblables à de grandes dunes aplaties, longues parfois de 15 à 20 km, larges d'au moins 2 km, hautes de 20 à 30 m, séparées par des fosses sinueuses.

Sur la côte flamande, les bancs forment un faisceau, serré dans le Sud, qui s'épanouit en éventail vers le Nord. Devant Dunkerque, ils se succèdent presque parallèles les uns aux autres. Certains d'entre eux ne portent à marée basse qu'une pellicule d'eau de 50 cm; des sillons profonds de 15 à 20 m les séparent. Sur la côte anglaise du Kent, un large banc, les « Goodwin Sands », découvre partiellement à marée basse. Dans le détroit du Pas-de-Calais, entre Dover et Calais, les courants de marée trop puissants n'ont pas permis la construction de bancs. Mais ils reparaissent bientôt au Sud : on voit donc alterner de longs creux avec des bancs de sable, des bassures comme les appellent les marins français.

La topographie sous-marine apparaît ici comme l'œuvre des courants de marée. Cette suite de « mers étroites », cette enfilade d'entonnoirs constitue pour eux un domaine d'action puissante. Au reste, cette action ne s'applique pas seulement au modelé des bancs et des sillons; par le transport des sables qui sont entraînés sur le fond, elle contribue à nourrir la côte, avec le vaste estran qui la précède, et les longues pentes sous-marines qui descendent doucement vers le large; devant Westkapelle (Walcheren) l'isobathe de 10 m passe à plus de 9 km (fig. 7).

La partie méridionale de la mer du Nord (P. J. Van Breemen, 1905) présente, en général, une profondeur de 25 à 40 m, l'isobathe de 40 m coïncide environ avec le 54° de latitude N. Le fond remonte légèrement et progressivement vers les côtes britannique et néerlandaise, de sorte qu'une espèce de cuvette centrale est entourée d'une bande plus ou moins large, où la profondeur demeure inférieure à 20 m. La moitié orientale possède un fond relativement plat; dans la moitié occidentale on trouve au Sud une région de forme allongée où la profondeur varie de 40 à 50 m (Diepwaterkanaal, Deepwaterchannel). Le long des côtes belge et britannique les courants de marée assez forts ont probablement causé à ces endroits la formation de multiples bancs de sable.

Cette partie de la région se raccordant au plateau de 40 m, peut être subdivisée en trois zones :

1. Une zone de 50 à 70 m vers la côte anglaise, se prolongeant progressivement dans le bassin de 80 à 100 m de la mer du Nord septentrionale;

2. Une zone centrale, englobant la moitié inférieure du Doggerbank, où la profondeur est généralement inférieure à 40 m et ne mesure, sur de très grandes étendues, que 20 m à peine;

3. Une zone orientale d'une profondeur de 40 à 50 m, s'étendant vers le Nord et se joignant progressivement, entre le « Kleine Visscherbank » et la pointe orientale du « Doggerbank », au bassin central septentrional.

Les deux régions plus profondes entourant le plateau sud-ouest du Doggerbank sont reliées par un canal étroit, mais profond, longeant le côté méridional du Doggerbank, c'est le « Outsilverpit » (« Groot Zilver Diep »); la profondeur atteint ici 60 et 70 m.

La mer du Nord est une mer bordière : ce qui veut dire que, tout en ayant ses caractères propres, elle est en bordure de la masse océanique à laquelle se mêlent largement ses eaux, à la différence des méditerranées ou mers intérieures, qui ne se relient à l'océan que par des détroits resserrés. Cette large communication de la mer du Nord et de l'Atlantique s'ouvre entre la pointe nord de l'archipel des Shetland et la côte de Norvège. Il n'y a point de limite naturelle ici. Les conventions internationales, qui ont fixé les frontières de la mer du Nord comme celles d'un Etat, à cause de l'activité unique au monde de ses pêcheries, la bornent au 61° latitude N entre le méridien de la pointe nord des Shetland et la côte norvégienne. Les mêmes limites conventionnelles vont, à l'ouvert du Skagerrak, du phare de Hanstholm (Jutland) au Lindesness; au Pas-de-Calais, elles sont tracées de Dover au cap Gris-Nez. Ainsi se délimite une surface marine de 571.910 km^2, un peu plus grande que la France. Cette surface appartient presque entièrement aux eaux peu profondes du socle continental, la profondeur moyenne est évaluée à 94 m seulement; le volume total des eaux serait donc de 52.730 km^3, soit 1/2.476^e du volume des mers d'après les calculs de O. KRUMMEL.

Vers le milieu de la mer du Nord, au large de l'estuaire du Humber, s'oriente du Sud-Ouest au Nord-Est, un vaste haut-fond de forme ovoïde sur 23 000 km^2 environ : c'est le « DOGGERBANK ». Il divise les fonds marins en deux parties; ils sont très réguliers au Nord du « DOGGERBANK », sauf sur les côtes de Norvège, où se creuse un ravin profond, et plus accidentés au Sud, vers le débouché du Pas-de-Calais.

Au Nord du « DOGGERBANK » s'étendent de vastes bancs ou hauts-fonds; la profondeur est médiocre; toutefois, nulle part les fonds ne s'exhaussent assez pour gêner la navigation. Ce sont le « GREAT » et le « LITTLE FISHER BANK », entre le Dogger et la Norvège, les « LONG FORTIES » et le « FLADEN GROUND » au large des côtes d'Ecosse. A partir du Dogger, les fonds descendent lentement vers le Nord et vers le Nord-Est, en pente très douce. Le sol est composé de vase sableuse, plus rarement encore de graviers et de cailloux roulés.

Le « GREAT » et le « LITTLE FISHER BANK » s'abaissent vers les côtes de Norvège, et jusqu'à l'accore de ces côtes, d'une manière lente et continue (pente de 0°15′ à 20°). Ainsi se creuse, au pied même des falaises de Norvège, qui y plongent par des pentes sous-marines de 8° à 10°, le ravin de Norvège (« Norwegische Rinne »). Ce n'est pas une vallée, mais un creux en forme

d'ombilic, où les fonds se relèvent aux deux extrémités, dans le Skagerrak et à Udsire. La grande profondeur relative de ce ravin le met tout à fait à part dans le domaine de la mer du Nord. Il atteint 700 m, d'après les plus récents sondages.

Les fonds, soustraits à toute action mécanique de la mer, ressemblent déjà aux sols océaniques : sur quelques points, c'est de la boue bleue riche en *Uvigerina pygmaea*; sur d'autres, c'est de la vase à globigérines avec 13 ou 14 % de carbonate de calcium; sur d'autres encore ce sont des minéraux détachés du massif continental norvégien, quartz, mica, hornblende; une bonne moitié des dépôts consiste en fine argile pélagique.

Bien différents sont les petits fonds du « DOGGERBANK ». Ils subissent sans cesse les effets du brassage marin. Par gros temps, la mer brise sur le « South West Patch », où la profondeur n'est que de 17 m. Le sol est de sable gris ou noir avec des coquilles brisées; il est même composé de cailloux au Nord-Ouest, direction d'où vient le flot de marée. Le Dogger faisait partie du continent à une époque géologique récente.

Au Sud du « DOGGERBANK », la mer du Nord offre le caractère (W. H. WHEELER, 1908) d'un vaste estuaire où se réunissent les eaux du Wash, de la Tamise, de l'Escaut, de la Meuse, du Rhin, du Weser et de l'Elbe.

Les fonds sont petits, ils n'atteignent nulle part 50 m. A l'Ouest, sur les côtes anglaise et flamande, ils se caractérisent par une association constante de fosses, telles que les « Great Silver Pits », et de trous, avec les crêtes sous-marines longues et étroites. Il y a dépôt de vases dans les fonds des « Silver Pits », le reste est sable ou gravier. Les crêtes sont parallèles à la côte; elles sont longues de 15 à 20 m, larges de 2 à peine; leur hauteur relative est de 20 à 30 m. Beaucoup forment des hauts-fonds dangereux qu'on a dû baliser et éclairer; quelques-uns arrivent presque à fleur d'eau. Elles sont recouvertes de sable, mais ce sable enchasse sans doute un noyau rocheux : les crêtes identiques du Pas-de-Calais sont constituées à la base par le calcaire portlandien. Les crêtes sont l'œuvre des courants de marée, qui atteignent au Sud-Ouest, dans la mer du Nord, leur maximum de puissance mécanique. Elles sont tout à fait semblables aux « ridens » de la partie orientale de la Manche; or, dans cette mer, c'est à l'Est qu'existent les plus forts courants.

Au large des côtes hollandaise et allemande, les fonds sont aussi petits, plus petits même que dans la région des Ridges; mais ils sont presque nivelés. Le sol sous-marin est plat. A l'Ouest de la Hollande, sur 3.500 km^2, s'étendent les « LARGE QUATORZE » (« THE BROAD FOURTEENS »), ainsi nommés parce que sur tout cet espace la sonde accuse 14 brasses (25,62 m). Le sol est de sable fin près de la côte, mais au large se déposent, dans une sorte de delta immense, des « GREAT SILVER PITS » au « LITTLE FISHER BANK », les alluvions boueuses de l'Escaut, du Rhin, du Weser et de l'Elbe.

Rien qu'à l'étude des fonds, on discerne dans la mer du Nord deux parties que sépare le long plateau du Doggerbank. Cette division se fonde sur la géologie; elle se reflète sur tous les faits de la géographie physique. La mer du Nord est nouvelle venue dans l'histoire de la terre, cela est vrai surtout pour le Doggerbank et pour le grand golfe à estuaires du Sud.

5. La mer du Nord aux époques glaciaires.

Avant la grande époque glaciaire, le sol de la mer du Nord était entièrement continental, à l'exception d'un vaste golfe qui s'étendait sur toute la partie nord-ouest, « Fladen Ground » et « Long Forties »; il empiétait sur le pays actuel de York et se terminait au Sud entre le Humber et les « SILVER PITS ». Les « SILVER PITS » étaient l'estuaire du Rhin grossi des rivières du Sud-Est de l'Angleterre; les vases du fond, au Sud du Doggerbank, dessinent le tracé de son ancien cours. Le Doggerbank était un plateau où vivait l'ancienne faune quaternaire.

Quand vint l'ère glaciaire, les immenses glaciers descendus des montagnes de la Scandinavie couvrirent tout le Nord-Ouest de l'Europe, y compris l'espace aujourd'hui recouvert par les flots de la mer du Nord, où ils se répandirent en éventail, en joignant sans doute leurs émissaires à ceux des glaciers du Cumberland en Angleterre. Ils donnèrent à la surface terrestre, maintenant émergée ou immergée, les formes générales qu'elle a conservées. Ils creusèrent, à la base des montagnes de Norvège, d'où ils descendaient, le grand ravin qui ressemble à un immense fjord immergé : sa formation est en tout semblable, avec plus d'amplitude dans les phénomènes, à celles des fjords actuels: elle résulte d'une glaciation plus étendue et plus puissante. Les glaciers sculptèrent ainsi la surface du Doggerbank et entassèrent les dépôts morainiques aujourd'hui accumulés en falaise sur de nombreux points des comtés de York, de Norfolk et de Lincoln, à la partie inférieure de la masse glaciaire descendant du Nord-Est.

Après la fonte des glaces, la mer du Nord apparut formée dans ses grandes lignes. Il est probable, toutefois, qu'à la place du Pas-de-Calais existait encore un isthme reliant l'Angleterre au continent. Cet isthme disparut, soit à la suite d'un lent mouvement d'affaisement du sol, soit à cause de la pression exercée par les glaces flottantes, icebergs et iceblocs, que la glaciation quaternaire laissait derrière elle et qui cherchaient leur voie au Sud-Ouest. Tant que l'isthme exista, le niveau des marées dans le bassin en impasse de la mer du Nord dut s'élever beaucoup plus haut que de nos jours.

L'action des glaciers avait sculpté et creusé le sol de la mer du Nord. Mais ce ne sont pas eux qui ont ouvert la porte aux eaux marines. Un mouvement général d'affaisement des plaines basses du Nord-Ouest de l'Europe, ou un mouvement positif, est la cause principale de l'invasion marine sur toute la surface de la mer du Nord, à l'exception peut-être d'un seul point, le Pas-de-Calais, si l'on admet qu'il y eut là une étroite barrière terrestre rompue par la pression latérale des glaces.

Ce mouvement positif a laissé sa signature dans les sables et dans les tourbes des côtes basses.

La côte de la Grande-Bretagne sur la mer du Nord, du Duncansby Head au North Foreland, se divise en deux sections. Au Nord, sur la côte d'Ecosse et jusqu'à la Tyne, domine le type des falaises abruptes entre lesquelles sont entaillés des firths, semblables, sur de moindres proportions, aux fjords de Norvège et dus aux mêmes causes. Sur cette section le mouvement positif n'a pas laissé de traces; il ne pouvait en laisser. Il en est tout autrement au Sud de la Tyne au North Foreland.

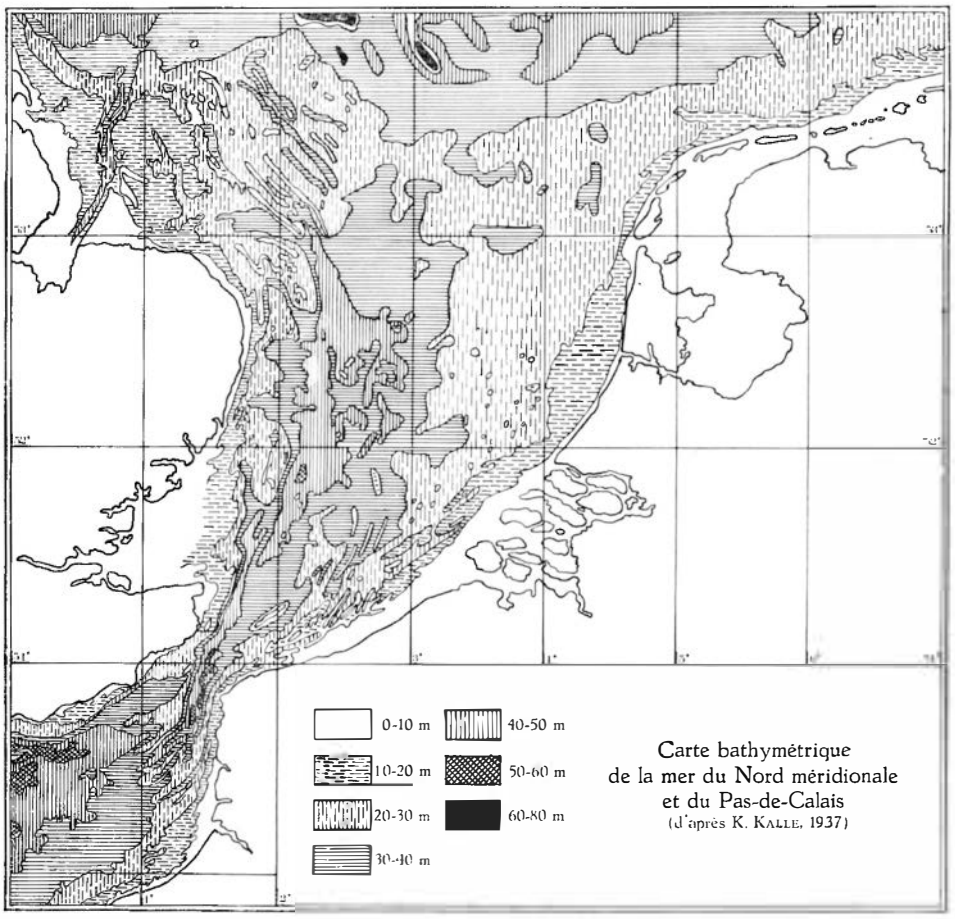


FIG. 7. — Carte bathymétrique de la mer du Nord méridionale et du Pas-de-Calais. D'après K. KALLE (1937).

Sur les côtes de Hollande et de Frise, la formation violente, au Moyen-Age, de golfes et de marécages marins comme Biestbosch, Zuiderzee, Dollaert et Jahde, ainsi que la destruction des côtes de Frise au XVII[e] siècle, semblent se rattacher au même mouvement général du sol.

L'affaisement général du sol continue de nos jours comme aux temps géologiques. Selon toute vraisemblance, il a été de 18 cm par siècle depuis trois ou quatre cents ans. Si on admet que ce mouvement a continué d'une manière ininterrompue depuis la fin de l'ère glaciaire, l'affaisement du sol aurait atteint une valeur de 36 m, pour une période évaluée approximativement à vingt mille années.

Signalons enfin devant la côte belge et la côte de l'extrême nord de la France, d'après les levés belges et étrangers de 1935 à 1947 toute une série de bancs.

A ce sujet on consultera utilement les cartes bathymétriques publiées respectivement par K. KALLE (1937) (fig. 7), P. GROEN (1951) (fig. 8) et J. JARKE (1955).

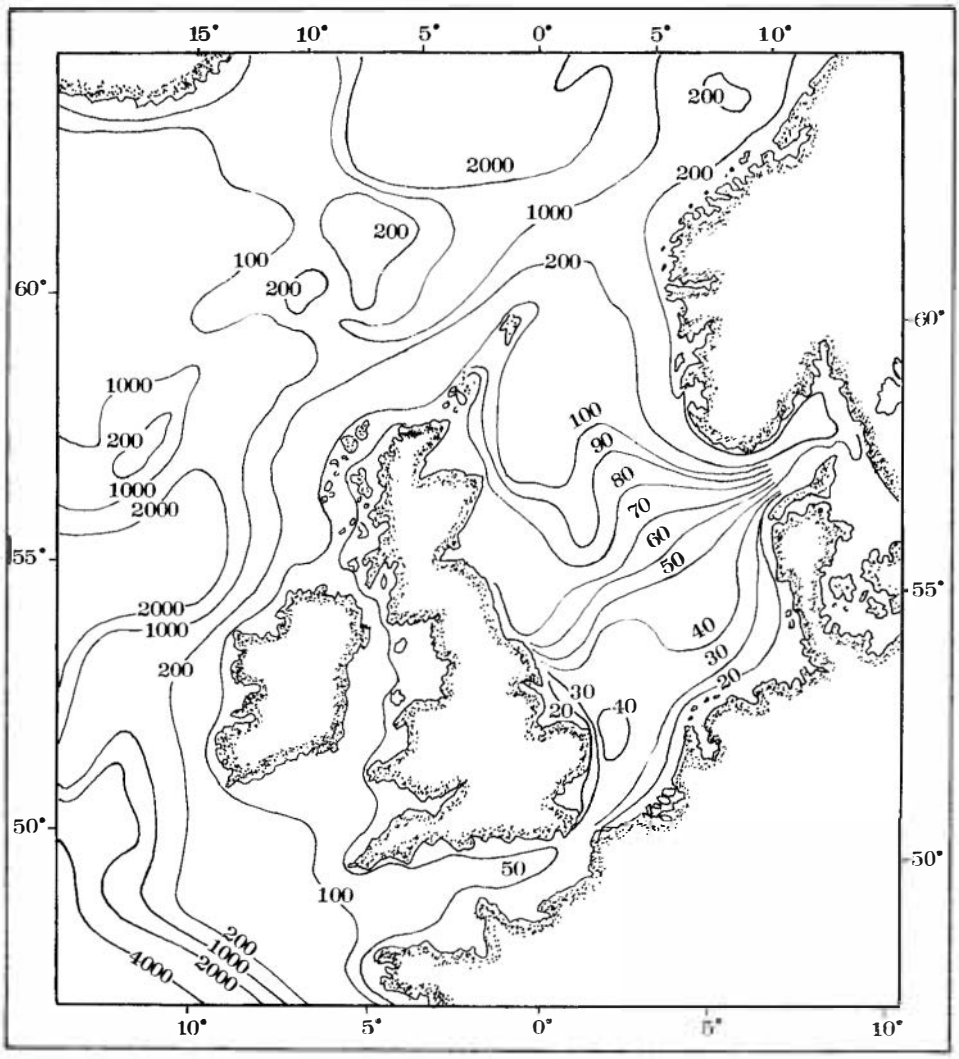


FIG. 8. — Carte bathymétrique de la mer du Nord.
D'après P. GROEN (1951).

Aux divisions topographiques de la mer du Nord correspondent des divisions analogues dans l'étude des eaux marines. Leurs propriétés physiques et chimiques se groupent géographiquement et déterminent des régions échelonnées, de l'Atlantique au fond des golfes. C'est d'abord le vaste confluent d'estuaires de l'Escaut à l'Elbe et au Jutland, au-dessus des fonds de vase apportée par les fleuves, on l'appelle le golfe allemand (« Deutsche Bucht »), ou golfe d'Helgoland. Le débouché du Skagerrak, le Little Fisher Bank et le ravin de Norvège forment une deuxième région influencée par les eaux de la Baltique. Les Ridges et les grands bancs du Sud-Ouest et du centre, jusques et y compris le Doggerbank,

forment une troisième région intéressante par sa variété de teneur en sels et sa température. Enfin, au Nord du Dogger, jusqu'aux Shetland et à la mer de Norvège, de même que les fonds descendent lentement vers les abîmes océaniques, les propriétés de l'eau de mer se rapprochent de plus en plus, en surface et en profondeur, des valeurs communément observées dans l'Atlantique nord.

Le golfe allemand reçoit une grande quantité d'eau douce. Les fleuves qui s'y jettent ont une aire de drainage supérieure à 200.000 km^2. Leurs eaux demeurent pour une grande partie en surface, dans l'angle sud-est de la mer du Nord. On l'observe directement, en dehors de toute analyse de salinité, par la proportion des troubles en suspension dans les eaux côtières; ces troubles, qui jouent presque ici le rôle des bouteilles indicatrices des courants, montrent que la mer charrie le long du rivage la boue et les eaux des fleuves, sans que celles-ci s'éloignent beaucoup; ce sont les courants de fond qui entraînent au large la vase peu à peu tombée dans les niveaux inférieurs.

C. VALLAUX (1912) a observé qu'au large de l'embouchure de l'Escaut et de la Meuse, l'eau est encore verte sur le Hinder Ground, à 26 milles de Vlissingen; elle prend une teinte ocrée très prononcée à quelques milles seulement des estuaires, en vue de Vlissingen et de Hoek van Holland; le ruban d'eau boueuse se poursuit presque sans interruption sur toute la ligne des embouchures, jusqu'au Schleswig. La proportion des troubles en suspension atteint 50 k par m^3 d'eau. Par vent du Nord-Ouest en face de l'Escaut, cette boue recouvre parfois d'un enduit épais, les murailles et jusqu'au pont des bateaux.

Une eau si trouble est naturellement opaque. Dans tout le golfe allemand, la limite de vision maximale ne dépasse jamais 12 m de profondeur : encore faut-il que le temps soit très calme et très clair. Par gros temps, la mer brasse les fonds, remue la boue, et la limite de vision tombe rapidement à 5 m et au-dessous.

Le golfe est saumâtre ou à demi-saumâtre. La salinité n'atteint jamais la normale océanique de 35 ‰. Elle est de 32 à 33 autour d'Helgoland; elle tombe à 31 le long des côtes, et bien au-dessous à l'ouvert des estuaires. Dans celui de l'Elbe à Cuxhaven, la salinité est de 20 en flot, et seulement de 17 en jusant, quand les eaux du fleuve sont entraînées vers la haute mer.

b) LE PAS-DE-CALAIS (DOVER STRAIT)

Bras de mer faisant communiquer, entre la France et la Grande-Bretagne, les mers de la Manche et du Nord. Il s'ouvre entre le cap Gris-Nez à l'extrémité nord-ouest du Boulonnais, et le cap Dungeness, en Angleterre, et est long de 185 km, large de 65 (31 au minimum), et profond de 72 m au maximum. Le Pas-de-Calais, que partagent en deux parties les bancs de Colbert et du Varne, est parcouru par un flot de marée venu de la Manche, qui en laboure le fond, dispersant ensuite en un large éventail de hauts-fonds, les sables qu'il laisse déposer dès que sa vitesse se ralentit.

c) LA MANCHE (ENGLISH CHANNEL)

Mer formée par l'océan Atlantique sur les côtes de l'Europe occidentale, entre les rivages anglais de la Grande-Bretagne et les rivages picards, normands et bretons de la France, elle communique au Nord-Est avec la mer du Nord par

le Pas-de-Calais. Elle s'ouvre largement à l'Ouest sur l'Atlantique entre le cap Land's End de Cornouailles et l'île bretonne d'Ouessant. Sa profondeur est de 50 à 100 m.

La Manche représente un épisode local des grandes transgressions qui ont ennoyé les terres basses du Nord-Ouest de l'Europe. Ce sont des événements géologiquement récents, qui ont comporté des oscillations pour la Manche, comme pour la mer du Nord.

Les fonds de sable, de gravier et même de roche dure dominent en Manche. Ils attestent que l'agitation de surface de ce golfe largement ouvert sur l'Océan, se fait partout sentir jusqu'au fond.

En ce qui concerne la bathymétrie L. DANGEARD (1929) a écrit dans un essai de géologie sous-marine de la Manche, que l'étude du relief sous-marin de celle-ci, d'après les cartes maritimes, peut être utile pour résoudre certains problèmes géologiques.

La Manche est une mer peu profonde offrant l'aspect d'une large vallée inclinée à l'Ouest, au mileu de laquelle se trouve creusé un lit relativement profond, correspondant à la fosse centrale; dans la région orientale, la profondeur est presque partout inférieure à 60 m; elle n'est encore que d'une centaine de mètres à l'entrée occidentale; pour trouver des profondeurs supérieures à 110 m, en dehors de la fosse centrale, il faut dépasser le méridien d'Ouessant.

d) LES TRANSGRESSIONS OCEANIQUES

Certains aspects de la distribution des salinités en mer du Nord et dans la Manche peuvent être expliqués à la lumière de la théorie des transgressions océaniques telles que celles-ci ont été décrites par E. LE DANOIS (1934).

On sait qu'une transgression est un mouvement périodique d'amplitude variée des eaux atlantiques d'origine tropicale amenant un empiétement momentané de ces eaux sur les eaux d'origine polaire et surtout sur les eaux continentales. Les eaux de la masse transgressive ont toujours une salinité supérieure à 35 ‰.

E. LE DANOIS a subdivisé les eaux de l'océan Atlantique en eaux d'origine polaire et en eaux arctiques, antarctiques, abyssales et continentales et il existe entre elles une parfaite continuité. Leurs caractères dominants sont leur faible salure et leur basse température. Cette continuité se révèle dans la faune marine. Un des caractères des eaux d'origine polaire pourrait être défini sous le nom de « lourdeur ». Ces eaux, en effet, sont peu mobiles, en quelque sorte inertes, et marquent une adhérence spéciale, qui les fait épouser le relief côtier et sous-marin dans tous ses détails. Les profondeurs comme les terres émergées sont environnées d'une véritable gaine de ces eaux d'origine polaire.

On peut donc concevoir l'océan Atlantique comme formant une véritable cuvette d'eaux polaires abyssales et continentales, dont le fond est formé par les eaux profondes et les bords par les eaux polaires et continentales. Dans la cuvette ainsi formée sont contenues les eaux d'origine tropicale, que nous appellerons le plus souvent « eaux atlantiques ».

Elles représentent, écrit E. LE DANOIS, la partie mobile vivante, légère de l'océan, sans cesse en lutte contre la passivité des eaux de l'autre groupe, se glissant entre elles chaque fois que cela est possible et au besoin empiétant sur elles.

C'est cet empiétement, dont l'amplitude varie avec une périodicité déterminée, que E. Le Danois a appelé « transgression », reprenant ainsi le terme géologique qui définit les empiétements des mers dans les âges passés.

En étudiant le phénomène qu'il considérait comme les variations d'extension du Gulf Stream, H. Petterson avait caractérisé ces variations régulières en les appelant : la systole et la diastole de la mer. Cette image est des mieux choisies et donne une idée exacte de l'extension et de la rétraction des eaux atlantiques. Cette diastole et cette systole se produisent sensiblement chaque année.

A la grande extension des eaux d'origine tropicale, c'est-à-dire à la transgression, correspond l'été de l'océan, qui ne concorde pas toujours avec notre été terrestre; à la systole, c'est-à-dire à la rétraction des eaux atlantiques, correspond l'hiver océanique.

Après le large débordement des eaux transgressives, les eaux continentales reprennent leur équilibre : c'est le phénomène de la stabilisation hivernale. Ce phénomène est surtout sensible dans les eaux continentales des zones tempérées et subpolaires. Pendant l'hiver, les eaux atlantiques sont, en effet, en dehors des pentes du plateau continental et les eaux du deuxième groupe (eaux polaires arctiques) y étendent leur hégémonie. En reprenant le terrain laissé par les eaux d'origine tropicale, les eaux froides et peu salées se disposent lentement, suivant leur densité. Les eaux de très faible salinité, dans les régions polaires ou au voisinage immédiat des côtes, semblent se refroidir les premières et avec grande rapidité; puis le phénomène gagne de proche en proche et on arrive bientôt à une disposition de couches d'eaux formant des nappes de températures et de salinités qui se disposent concentriquement autour des terres émergées, d'une part, et suivant les latitudes, d'autre part. Le caractère fondamental de cette stabilisation hivernale est que, de la surface au fond, ces nappes d'eaux, régulièrement disposées, ont une température et une salinité constantes. Il y a isothermie et isosalinité verticales.

Le phénomène est surtout très frappant en ce qui concerne l'isothermie, ce qui s'explique aisément par suite du refroidissement *in situ;* les conditions de salinité sont modifiées moins intégralement, car l'abaissement de la salure dépend, en surface, des chutes de pluie et, en profondeur, du débit des grands fleuves.

Au large, la même disposition s'établit, suivant les latitudes et aussi suivant les profondeurs. Il en résulte que dans la période hivernale les eaux de salinités différentes forment toute une série de cuvettes, à bords relevés, emboîtées les unes dans les autres.

Pendant cette période, les eaux de la transgression proprement dite, c'est-à-dire les eaux équatoriales d'une salinité supérieure à 33,5 ‰, sont circonscrites dans le Nord atlantique, gagnent vers l'Est et le Nord jusqu'à rencontrer le plateau continental européen à l'Ouest des îles Britanniques.

Les eaux équatoriales ont une salinité supérieure à 35,5 ‰ et les eaux atlantiques une salinité variant de 35,5 à 35 ‰.

L'élément actif de la force transgressive est constitué par les eaux équatoriales proprement dites, mais dans la zone tempérée, elles restent extrêmement superficielles. Leur déplacement vers le Nord provoque toutefois une avance en profondeur des eaux atlantiques, car celles-ci, comprimées en surface par l'extension des eaux équatoriales, sont obligées de se frayer un chemin en suivant les fonds au milieu des eaux continentales. Sur le plateau continental européen, l'avancée

des eaux équatoriales se traduit surtout par une élévation thermique et l'avancée des eaux atlantiques, par une élévation de salinité. Les unes restent toujours superficielles, les autres s'avancent en profondeur, mais leurs mouvements sont en liaison intime et c'est ainsi qu'on peut arriver à exprimer la loi suivante : Sur le plateau continental une transgression chaude superficielle est toujours précédée d'une transgression profonde de salure élevée.

Etant donné que cette transgression salée a une forte densité, par suite de sa haute teneur en sel et de sa température relativement basse, elle épouse le relief du sol sous-marin en suivant les dépressions. Son poids intrinsèque lui permet de refouler devant elle les eaux continentales et profitant de la trouée ainsi faite, les eaux chaudes, légères, de surface, arrivent à s'infiltrer à proximité des côtes. On peut donc, en conséquence, déduire la loi suivante : Les transgressions de surface à 35 ‰, suivant la route tracée par les eaux atlantiques de profondeur à 35 ‰, se conforment dans leur parcours au trajet des vallées du relief sous-marin.

Il arrive même un moment, au plus fort de l'été océanique, que les eaux à 35,5 ‰ dépassent l'avancée des transgressions salées profondes, mais la rétraction transgressive ne tarde pas à les faire reculer; les eaux atlantiques, après avoir régné de la surface au fond, se retirent graduellement faisant place aux eaux continentales qui se disposent suivant les principes du phénomène de la stabilisation hivernale.

Si nous appliquons ces données à la mer du Nord, nous voyons ce qui suit :

La mer du Nord est formée de deux parties bien distinctes :

1. La partie septentrionale profonde, qui comprend un large plateau entre 100 et 200 m, séparé de la côte norvégienne par un chenal étroit et abrupt, atteignant 400 m et se terminant dans le Kattegat par une fosse de 800 m. Cette partie profonde est occupée été comme hiver, sur le fond, par des eaux froides et salées à 35 ‰ et seul le régime des eaux de surface varie;

2. La partie méridionale, peu profonde, variant entre 20 et 60 m, avec des bancs nombreux séparés par de petits chenaux. Cette zone, qui garde la trace d'effondrements très récents, a un caractère purement continental et la salinité moyenne des eaux qui y règnent est de 34 ‰.

La différenciation entre ces deux zones joue un rôle important au point de vue hydrologique. C'est, en général, vers mai, dans les années moyennes, que la mer du Nord affecte spécialement un caractère continental. La cuvette que forme la partie septentrionale s'emplit très rapidement d'eaux à 35 ‰ qui se mettent en liaison avec les eaux profondes de même salinité; quelquefois vers le mois d'août, il se produit certains phénomènes de rétraction en surface, les eaux salées reculent en se tronçonnant, laissant en place de petites nappes isolées que retrouvera la transgression suivante. Celle-ci, à vrai dire, ne se manifeste que vers octobre et elle tente d'empiéter sur la partie continentale du Sud; le Doggerbank joue le rôle d'un point stratégique dans ce siège des eaux atlantiques et il est rare que celles-ci arrivent à rompre complètement cette barrière. La masse transgressive augmente pendant les mois d'hiver et, en janvier et février, elle arrive

à son maximum d'extension. A ce moment, la partie septentrionale de la mer du Nord est complètement remplie d'eaux atlantiques et sous la pression de celles-ci, les eaux à 34 ‰ envahissent le Kattegat. Dès le printemps se produit le mouvement de recul.

Quant à la Manche orientale, les eaux atlantiques pénètrent dans la Manche occidentale, au cours des années moyennes, à partir de septembre ou d'octobre; elles dépassent d'abord la presqu'île du Cotentin en suivant la grande fosse et s'épandent ensuite en Manche orientale, tout au moins en surface. Vers la fin de l'hiver, la rupture se produit en Manche occidentale, mais les eaux de la Manche orientale continuent à progresser vers l'Est et franchissent le Pas-de-Calais dans les couches purement superficielles. Ce petit diverticule des eaux de la Manche orientale ne dépasse pas la latitude de Yarmouth.

Dans les années de forte transgression se produit un phénomène inusité : l'envahissement par les eaux atlantiques de la partie méridionale de la mer du Nord; le résultat de cette transgression exceptionnelle est une liaison entre les eaux atlantiques de la partie septentrionale de la mer du Nord et les eaux atlantiques de la Manche orientale. Les eaux continentales se trouvent ainsi divisées par un chenal superficiel en deux parties : l'une appliquée contre la côte anglaise, l'autre contre la Hollande et le Danemark.

Il nous est impossible de nous étendre ici sur les causes et périodicités des transgressions. Qu'il suffise de dire que celles-ci sont dues à des phénomènes astronomiques de nature périodique.

On sait (E. Le Danois, 1923), que le banc de Terre-Neuve est le siège d'un véritable heurt entre les eaux très froides du Nord, provenant de la banquise — dont la plus grande extension a lieu sur la côte américaine — et les eaux chaudes de l'Atlantique. Or, les croisières de 1921 ont montré que le large débordement du Plateau Continental au Sud de l'Irlande et à l'Ouest de la Manche a un rôle absolument analogue à celui du banc de Terre-Neuve sur la côte américaine; il en est le symétrique au point de vue latitude par rapport au centre de l'Atlantique nord et on y retrouve les mêmes phénomènes légèrement amoindris.

Cet amoindrissement, toujours d'après E. Le Danois, vient du fait que les grandes accumulations des eaux chaudes et des eaux froides se trouvent du côté américain de l'Atlantique, et l'Europe ne ressent les effets du heurt de ces eaux pour ainsi dire que par contre-coup; aussi le contraste des températures est-il moins marqué sur les côtes européennes.

Le Plateau Continental du Sud-Ouest des îles Britanniques n'en reste pas moins, au point de vue hydrographique, l'équivalent européen du banc de Terre-Neuve.

1. **Distribution des eaux froides.**

E. Le Danois montre qu'on retrouve sur le Plateau Continental, à l'entrée de la Manche, un heurt d'eaux chaudes et d'eaux froides, comparable à celui qui se produit sur le banc de Terre-Neuve. Une des caractéristiques de ce phénomène est plus ou moins marqué, suivant les époques de l'année.

On peut dire qu'il y a, de juin à novembre, un antagonisme net entre des couches d'eau de provenances différentes présentant entre elles de grandes variations de température et de salinité.

De novembre à mai, au contraire, il y a stabilisation. Celle ci est d'autant plus marquée, dit E. Le Danois, que l'ensemble des nappes d'eau atlantique sur le Plateau Continental présente la disposition suivante : il y a isothermie de la surface au fond et les couches d'eau se disposent en nappes verticales parallèles de même température, dont les plus froides sont les plus septentrionales.

Les variations de ces couches verticales isothermes sont du reste assez faibles. La température des eaux hivernales autour de l'Irlande est en effet de 9 °C alors qu'au bord du Plateau Continental vers le 47° N, cette température n'excède pas 11 °C. Ces eaux sont d'une salinité, en général, inférieure à 35,25 ‰.

Ce sont elles que nous considérons comme eaux froides, mais en réalité, on pourrait dire qu'elles représentent les eaux moyennes de la région continentale. Elles sont en connection avec les eaux septentrionales et leur régime diffère peu de celui des eaux qui baignent le Nord des îles Britanniques. C'est à cause de cette continuité que leur température et leur salinité sont relativement peu élevées.

Ces eaux moyennes occupent les hauts-fonds continentaux du Sud-Ouest des îles Britanniques pour ainsi dire toute l'année. C'est contre elles que vont venir se heurter les nappes chaudes et, même au moment des plus fortes transgressions de ces dernières, les eaux froides moyennes domineront encore dans l'ensemble du système.

2. Localisation en profondeur des variations thermométriques.

Alors qu'en hiver, toujours d'après E. Le Danois, la même température règne en un point donné du Plateau Continental, depuis la surface jusqu'au fond, il n'en est pas de même au moment de la transgression des eaux chaudes.

A partir de 60 m jusqu'au fond, les couches d'eaux profondes ne sont pour ainsi dire pas intéressées par l'extension des eaux chaudes. En examinant les variations des couches d'eau à 100 m au mois d'août, on peut les résumer comme suit :

sur le Plateau Continental : de 10 à 11 °C,
au-delà du Plateau Continental : 12 °C.

A signaler un débordement des eaux à 11 °C, dans le prolongement du fjord sous-marin de la Grande-Sole, et un empiétement des eaux de 12 °C sur le Plateau Continental, à l'Est du banc de la Petite-Sole.

3. La transgression estivale des eaux chaudes.

Cette transgression, par suite de l'immobilité des eaux profondes, va être un phénomène superficiel intéressant les couches d'eau, de la surface à 60 m. Tout à fait en surface, les variations météorologiques, les variations diurnes et nocturnes, agissant jusque vers 25 m, suffisent pour masquer les grandes lignes d'un phénomène de cette importance. C'est à une profondeur de 50 m qu'on peut le mieux en saisir les caractéristiques.

Une nappe d'eau très chaude s'engage à cette profondeur dans le golfe de Gascogne. L'origine de cette nappe, dit E. Le Danois, n'avait pu être précisée dans ses croisières; elle semble contourner le cap Finistère et s'enfonce dans le golfe entre le 45° et le 46° lat. N. Vers le Nord, entre le 9° et le 11° long. O, elle

gagne la fosse du Cap-Breton. La température de cette nappe est de 16 à 18 °C. En dehors du golfe, des eaux à 16 °C s'étendent au Sud-Ouest de l'Irlande, au-delà du 15° long. O.

Ce n'est donc pas un simple courant, mais une large nappe à haute température qui vient, en été, enserrer les eaux moyennes du Plateau Continental. A partir de ce centre de réchauffement on voit les eaux chaudes former trois expansions qui empiètent sur le bord du plateau. Leur température moyenne est de 15 °C.

e) COURANTS ET MAREES

Les courants et marées en mer du Nord et en Manche, l'influence du vent, ont fait l'objet de travaux et de publications, entre autres pour les marées : de P. ALLARD (1952, bilan énergétique); E. BRUNS (1955); A. DEFANT (1923, 1929, questions théoriques); A. DEROUVILLE (1946); G. DIETRICH (1954, turbulence causée par les courants de marée); R. DORRESTEIN (1967, influence des vents); A. MEZ (1921); J. PROUDMAN et A. DOODZON (1924); A. VAN ROOSENDAEL et C. H. WIND (1905, mesures en mer du Nord); G. SAGER (1967, 1968, marées de vives-eaux); B. SCHULZ (1920, marées le long de la côte belge); H. THORADE (1928, 1930, 1933, marées).

En ce qui concerne les courants, on connaît les travaux de G. BOHNECKE (1921); J. N. CARRUTHERS (1927, mouvements dans la Manche; 1928, mouvements dans le Pas-de-Calais); (1930, 1935, 1938, 1939); K. N. FEDOROV (1967, vitesse des courants dans le Pas-de-Calais); T. W. FULTON (1897, courants de surface en mer du Nord); J. GEHRKE (1907, vitesse moyenne); H. HELDT (1928, courants au bateau-feu Sandettie); M. KNUDSEN (1917, courants en mer du Nord); A. L. LAWFORD (1949, courants); J. R. LUMBY (1925, courants en mer du Nord et en Manche); E. MITTELSTAEDT (1968); M. PETIT (1892, courants en mer du Nord).

La dérive a été traitée par G. GILSON (1900, 1924) et E. LELOUP (1966).

A peine sensibles au large, loin des eaux continentales, les marées prennent dans les mers plates une ampleur et une intensité remarquables; elles se soulèvent à la rencontre du socle continental et leur intumescence s'accroît de toutes les résistances qu'elles heurtent sur le fond et sur le rivage.

L'amplitude des marées, c'est-à-dire la différence verticale entre le niveau des hautes mers et celui des basses mers, va en croissant du large vers l'extrémité des chenaux et des baies. Dans certaines circonstances, la poussée des eaux s'exaspère et dépasse toutes les prévisions. Sur les rives opposées de la même mer étroite, pour des points situés à peu près en face l'un de l'autre, les hauteurs de marée ne sont pas les mêmes. On retrouve dans ces inégalités l'influence de la rotation de la terre, qui dévie les courants sur leur droite.

La vitesse de propagation des marées dépend des obstacles de la topographie sous-marine et de la configuration littorale, comme aussi des distances à parcourir. Le flot de marée atlantique vient se heurter aux îles Britanniques et s'y partage en trois vagues : la première continue sa route vers le Nord, la seconde pénètre dans le St Georges Channel et vient se heurter dans la mer d'Irlande au flot qui se détache de la première par le North Channel, la troisième s'avance dans la Manche et elle rencontre, dans le Sud de la mer du Nord, le flot qui a fait le tour de l'Ecosse. En marées d'équinoxe, après avoir touché les côtes occidentales de l'Irlande, celui-ci met huit heures pour atteindre Aberdeen, neuf pour Leith, quatorze pour Hull et vingt pour London. Une même marée haute n'arrive pas partout à la même heure; à mesure qu'elle progresse, elle accroît son retard. Ainsi, le jour de la pleine lune ou de la nouvelle lune, la pleine mer a lieu le

matin vers 4 h 46 aux îles Scilly et 11 h 7 à Dover, vers 4 h 6 à Ouessant, 11 h 2 à Boulogne et 12 h 13 à Oostende. Il arrive souvent que des parties d'une même mer se trouvent en marée montante, lorsque d'autres se trouvent en marée descendante.

La vitesse des courants de marée varie beaucoup. Elle ne dépasse guère 0,320 km à l'heure sur le bord de la Fosse norvégienne, à 1,3 km au Nord-Est de Newcastle. Mais on a mesuré près de 4 km, et parfois 7 km sur le banc de Varne au débouché du Pas-de-Calais.

Il y a dans les allées et venues des marées à travers les mers plates des phénomènes assez déconcertants. Les marins les ont soigneusement notés, car ce sont des réalités auxquelles doit se soumettre la navigation. Les plus curieux se produisent dans cet étroit couloir, long de 670 km, qui comprend la partie méridionale de la mer du Nord et la partie nord-est de la Manche; depuis le Cotentin et Start Point au Sud, jusqu'à Cromer et Texel au Nord. Deux vagues de marée se rencontrent dans le Sud de la mer du Nord, l'une venant de la Manche, l'autre venant de l'Atlantique par l'Ecosse et la côte orientale de l'Angleterre, au large de l'embouchure de la Thames; dans les parages où elles entrent en contact, la zone des remous qu'elles forment donne lieu à la formation de nombreux bancs de sable, comme le « Galloper ». Chacune d'elles se traduit dans l'établissement des ports; tandis que, sur les côtes anglaises, un jour de pleine lune ou de nouvelle lune, les heures de la haute mer retardent vers le Sud, elles retardent vers le Nord sur les côtes française et belge; d'une part à Flamborough Head 4 h 30, Grimsby 5 h 36, Cromer 6 h 55, Lowestoft 2 h 41, Orfordness 10 h 59, Gravesand 12 h 4; d'autre part, Calais 11 h 42, Dunkerque 11 h 58, Oostende 12 h 13, Vlissingen 12 h 30, Hoek van Holland 13 h 53, IJmuiden 14 h 42. On voit, par le sens de ces deux progressions que deux vagues de marée se rencontrent dans le Sud de la mer du Nord, l'une arrivant par la Manche et l'autre venant de l'Atlantique par le tour de l'Ecosse; au large de Kent, la seconde arrive douze heures plus tard que la première, c'est-à-dire en même temps que la vague suivante de la Manche.

Lorsqu'on considère maintenant les parties contiguës des deux mers, on constate qu'elle forment un organisme très particulier avec une sorte d'autonomie dans les pulsations de la marée. Il existe deux régions, l'une à l'Ouest de Christchurch et le cap de la Hague, l'autre à l'Est entre Yarmouth et Den Helder, où les dénivellations de la marée sont faibles, par contre, les courants de marée très forts. De chacune d'elles, au moment du flot, le courant porte vers Dover; au moment du jusant, il se meut de Dover vers elles, et, chose curieuse, le changement de direction de ces courants ne s'accomplit que progressivement, mais simultanément sur toute la longueur de chacun de deux entonnoirs. L'observation montre que l'heure de ce changement coïncide avec l'heure de la haute mer ou l'heure de la basse mer à Dover.

Si on ajoute que, à l'intérieur même du Pas-de-Calais, le changement de direction des courants à la côte précède de quelques heures seulement le changement de direction au large, on aura une idée des complications que l'interférence de deux grandes vagues de marée impose à la circulation des eaux dans les channels. Localement d'autres anomalies peuvent se produire : c'est le cas des phénomènes de double, parfois de triple haute mer observés dans l'intervalle

de douze heures. A Christchurch, à Poole et à Weymouth, il y a double haute mer; à Southampton, par suite de phénomènes d'interférence dans les courants du Solent et de Spithead, il y a triple haute mer.

Sur les côtes néerlandaises, Den Helder, Zierikzee et Hellevoetsluis présentent aussi une double marée. Le Havre jouit d'un avantage analogue à celui de Southampton : la haute mer y dure trois heures sans que le niveau de l'eau varie de plus de 0,40 m, cette longue durée de l'étale prolonge le temps dont les navires disposent à chaque marée pour entrer et sortir du port.

La circulation des eaux dépend avant tout des ondes marée et de leurs résonances. Leux grandes ondes atlantiques pénètrent dans la mer du Nord : l'une, la plus importante, contourne l'Ecosse par le Nord, l'autre vient de la Manche par le Pas-de-Calais. Le première, déviée à droite par la rotation de la terre, donne des amplitudes de 4 à 7 m sur la côte anglaise, avec des courants qui atteignent 9 nœuds au Pentland Firth, sur la côte d'Ecosse; la seconde, déviée aussi à droite, donne également des amplitudes assez fortes jusqu'à Vlissingen, à l'embouchure de l'Escaut. Mais deux points d'amphidromie, avec aplatissement de l'onde et giration cyclonique des courants autour de chaque point, diminuent fortement l'amplitude de la marée et même la vitesse des courants au Sud-Est, au centre et à l'Est, bien que, comme le dit B. HELLAND-HANSEN, les courants de marée, grâce aux petits-fonds, demeurent partout, dans toute la mer, la forme dominante de la circulation.

En ce qui concerne ce phénomène d'amphidromie, on sait que lorsque la surface de la mer est calme, c'est-à-dire lorsqu'elle n'est pas parcourue par ces ondulations à courte longueur d'onde qui constituent la houle, on pourrait théoriquement observer le phénomène de la marée si on était placé assez loin de sa surface pour en apercevoir une large superficie. Suivant le lieu géographique, la profondeur et la configuration du bassin, l'aspect de la surface de la mer soumise à la marée est très différent.

Dans les océans, loin des côtes, de longues ondulations, de plusieurs centaines de kilomètres de longueur d'onde, se propagent à grande vitesse. Celle-ci diminue à mesure que la profondeur décroît. De telles ondulations constituent ce qu'on appelle les « ondes progressives ». Elles sont généralement compliquées, car la diminution de la profondeur a pour effet d'augmenter l'amplitude et de ralentir la vitesse. La rencontre des barrières continentales engendre le phénomène de résonance. On appelle « lignes cotidales », les courbes reliant les points où la pleine mer se produit à la même heure. Elles représentent la propagation de la marée.

Dans certains bassins de faible étendue, la surface de l'eau présente l'aspect d'un plan incliné pivotant autour d'un axe vertical. Ce plan incliné balaye l'horizon en une demi-journée. Le point autour duquel se fait la rotation est appelé « point amphidromique ». En cet endroit, la surface de la mer est immobile et l'amplitude de la marée y est nulle. A mesure qu'on s'éloigne du point amphidromique, les lignes cotidales tendent à devenir parallèles, et on se rapproche des ondes progressives (fig. 9).

Le premier point d'amphidromie se trouve à l'Est du Doggerbank, par 55°30′ lat. N, 5°20′ long. E; le second entre l'Angleterre et les Pays-Bas, par 52°45′ lat. N, 3° long. E. Aussi l'amplitude de la marée n'est plus que de 1,80 m à

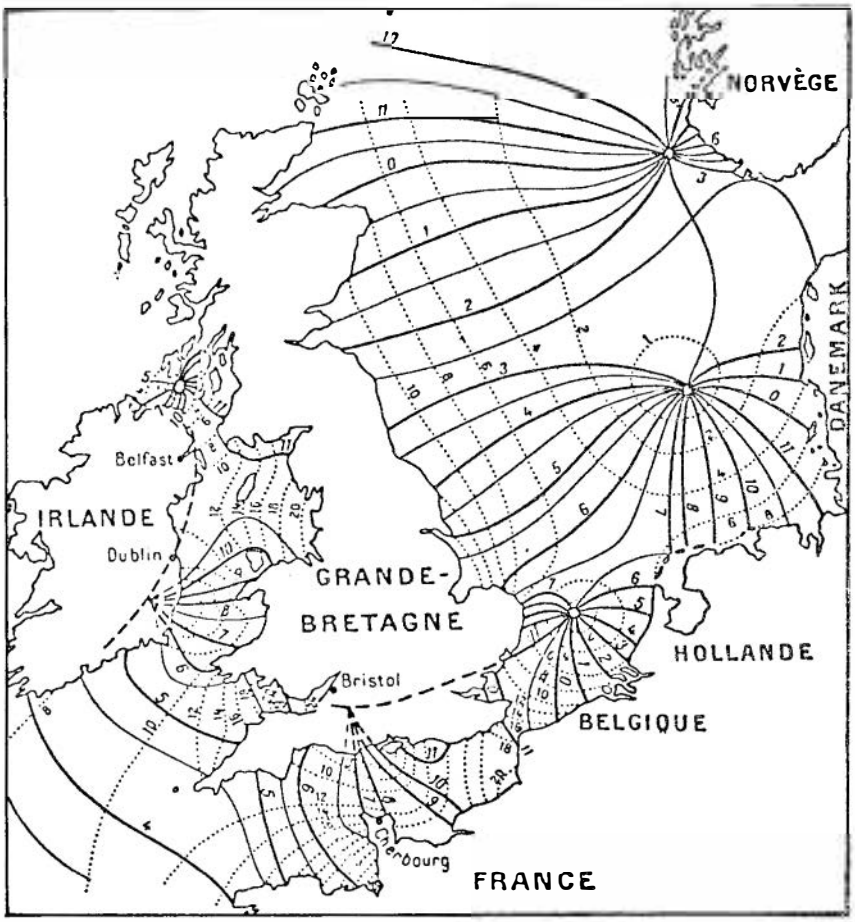


FIG. 9. — Système amphidromique de la mer du Nord et de la Manche.
D'après GOUGENHEIM dans V. ROMANOVSKY, C. FRANCIS-BŒUF et J. BOURCART, 1953.
Légende : ..... Lignes d'égale amplitude (en pieds); —— Lignes cotidales (heures lunaires); ° Points amphidromiques.

Hoek van Holland, 2,60 m à Helgoland, 0,30 m à Skagen et 0,60 m à Skudeness en Norvège. Bien que l'onde venant de la Manche soit plus faible, elle transporte dans la mer du Nord une grande quantité d'eaux assez fortement salées venant de l'Atlantique par cette voie, comme le montrent les observations faites au bateau-phare de « SANDETTIÉ » (H. HELDT, 1923); il est vrai que l'effet des vents d'Ouest dominants s'ajoute ici à celui de l'onde-marée.

Le résidu de courant général, c'est-à-dire la circulation marine en dehors du va-et-vient des ondes marée, n'est guère discernable dans la mer du Nord, selon B. HELLAND HANSEN, qu'au Nord de 53° lat. N, où il y a un mouvement général des eaux vers le Sud-Est et vers l'Est.

Les courants des mers bordières ont dû être constamment envisagés pour expliquer le régime des températures et de la salinité. On a rarement pu les

observer directement. Quelques lancers de bouteilles ont montré de façon certaine qu'il y a un mouvement général, dans la mer du Nord, de l'Ecosse vers l'Angleterre et la Hollande. Mais l'expérience quotidienne ne révèle guère que des courants de marée, changeant de direction, dont les bouteilles enregistrent la résultante.

Les marées ont, dans les mers bordières, une importance exceptionnelle par leur ampleur, la violence des courants qu'elles provoquent et les anomalies qu'offrent toutes les caractéristiques du phénomène.

Les mers bordières en forme de manche offrent à la marée des conditions particulières. Le flot peut y entrer par plusieurs portes; toutes les complications sont possibles : interférence des ondes, formation de points morts et nœuds, variations déconcertantes de l'amplitude, de l'heure de la pleine mer et de l'heure du renversement des courants. Il n'y a jamais correspondance entre ces deux derniers événements. Les mers bordières entourant l'Angleterre (Manche, mer du Nord et mer d'Irlande) sont des mieux connues; les particularités des marées y sont curieuses et d'une grande importance pour les ports.

L'onde franchit le Pas-de-Calais et pénètre dans la mer du Nord en appuyant encore à droite le long des côtes neérlandaises. A peu près à la hauteur du Helder elle rencontre l'onde atlantique, qui vient du Nord en longeant les côtes d'Ecosse et d'Angleterre. Il y a interférence et formation d'un point mort, auquel on attribue la précipitation des vases et l'élévation des bancs. Les amplitudes sont assez réduites dans tout le Sud de la mer du Nord. Tandis qu'elles augmentent avec le retard de la pleine mer dans la Manche, elles diminuent vers le Nord le long des côtes de la France, de la Belgique et des Pays-Bas (Calais 6 m, Oostende 5 m, Hoek van Holland 2 m, Katwijk 1,5 m). L'estuaire du Thames, agissant comme un cul-de-sac, relève la hauteur à 5 et 6 m.

Les courants de marée sont très violents dans la Manche et la mer du Nord. A l'entrée de celle-ci, entre les Shetland et l'Ecosse, des vitesses de 7 nœuds rendent la navigation difficile; on a des vitesses analogues près des îles anglo-normandes dans la Manche.

L'étude détaillée des courants montre qu'ils ne suivent pas la propagation de la crête de l'onde. L'image des mouvements change d'heure en heure. Il y a un moment où les eaux de la mer du Nord pénètrent dans la Manche jusqu'au Havre. Les combinaisons qui peuvent résulter de la disposition des côtes et du relief sous-marin sont infinies. Chaque mer bordière a ses particularités, dont l'explication précise n'a pas encore toujours pu être trouvée.

Les mouvements des eaux en surface et en profondeur présentent dans la mer du Nord une complexité qui échappe presque à l'analyse. Si délicate que soit l'étude de ces mouvements dans le milieu océanique, elle l'est bien plus encore dans une mer bordière, où l'afflux des eaux douces, l'influence des petits fonds et les faits météorologiques d'origine terrestre se mêlent à l'économie générale du milieu marin.

Les forces dont l'action se laisse le mieux discerner sont d'ordre météorologique et astronomique. Aux premières appartiennent surtout les formes de l'agitation de surface, houle et vagues, ainsi que les changements périodiques ou non périodiques du niveau moyen; les courants généraux, dans la zone de la

mer du Nord, s'y rattachent aussi. Les secondes donnent les marées et les courants de marée.

La houle de la mer du Nord est généralement courte, les vagues sont petites et hachées, comme elles le sont d'ordinaire dans un bassin presque fermé et peu profond. Les mesures précises des vagues sont rares. Selon MUNCKE, par très gros temps elles ont rarement plus de 4 m entre Hull et Helgoland; le maximum observé serait de 5,25 m. Des observations anglaises rapportées par O. KRUMMEL donnent comme maxima de hauteur 6 m, de longueur 45 m; de période d'ondulation de crête en crête 9 secondes. Les plus longues ondulations et aussi les moins hautes, qui font à peine des rides à la surface de la mer, tout en imposant aux bâtiments un tangage fort dur, sont les derniers mouvements de la houle atlantique, qui pénètre dans la mer du Nord entre les Shetland et la Norvège; les observations que C. VALLAUX en a faites par hautes pressions et sans menace prochaine de mauvais temps local ne laissent aucun doute sur leur origine.

La saison d'hiver amène périodiquement des changements du niveau moyen. Les coups de vent d'Ouest refoulent les eaux dans le Skagerrak et sur les côtes néerlandaises. En Hollande, les eaux dépassent le niveau moyen, en octobre, de 10,5 cm, en décembre de 7,9 cm; au contraire, en avril, elles baissent de 10,2 cm au-dessous de ce niveau. PEARSONS a cru reconnaître des variations de niveau à longue période où chaque oscillation se produirait en 600 années. Des variations non périodiques sont dues aux fortes oscillations de pression atmosphérique; le niveau s'abaisse par très haute pression, il s'élève par basse pression.

Il est très difficile de discerner dans la mer du Nord la part de la circulation générale des eaux; elle est le plus souvent masquée par les courants de marée. Ces courants, comme B. HELLAND-HANSEN l'a mis en lumière, n'existent pas seulement dans les eaux côtières, ils prennent toute la superficie de la mer du Nord, au moins jusqu'au 59° latitude. Il faut donc faire abstraction du va-et-vient de la marée pour arriver à reconnaître ce que B. HELLAND-HANSEN appelle le « resulting current ». On admet qu'au Sud-Est de la mer du Nord pénètre un courant constant d'eaux salées de la Manche, qui fait masse jusqu'à l'embouchure de l'Escaut, et qui, plus au Nord, se disperse en îlots liquides, dont la haute salinité révèle l'existence. Les eaux douces des fleuves néerlandais sont entraînées au Nord-Est, celles des rivières anglaises vont au Sud.

C'est seulement au Nord du 53° latitude que se fait sentir, d'une manière à peu près constante, un mouvement général des eaux. Ce mouvement est un « drift », ce qui veut dire qu'il est le résultat des vents dominants d'Ouest à Sud-Ouest; il pousse donc les eaux vers le Sud-Est et vers l'Est. B. HELLAND-HANSEN, qui l'a observé au « Ling Bank », 58°17′ N, 2°27′ E, lui attribue une vitesse de 2 milles par vingt-quatre heures et la direction du Nord-Est et de l'Est-Nord-Est. Ces eaux circulent, en sens inverse des aiguilles d'une montre, autour de l'aire cyclonale établie dans l'atmosphère au Sud-Ouest de l'Ecosse et de l'Angleterre, à l'Est au milieu de la mer du Nord, au Nord le long des côtes du Jutland et de la Norvège méridionale (Joederen). Sur les 3.053 bouteilles jetees à l'eau par le « Fishery Board » écossais de 1894 à 1897, la plupart ont éte retrouvées sur les rivages du Jutland et quelques-unes en Norvège, du Lindesness à Bergen. Ce « drift » se relie au « drift » de l'Atlantique nord entre les Orkney et les Shetland.

Mais la circulation générale des eaux est bien peu de chose dans la mer du Nord en comparaison des mouvements déterminés par la marée. Non seulement la marée masque souvent la circulation générale, elle l'annihile parfois, comme le montrent les observations de B. HELLAND-HANSEN sur le « Great Fisher Bank ».

Le flot de marée pénètre dans la mer du Nord sur deux points : au Nord, par le Pentland Firth et le détroit d'entre Orkney et Shetland, d'où vient le flot d'Ecosse; au Sud, par le Pas-de-Calais, d'où vient le flot de la Manche. Sur la plus grande partie de l'étendue de la mer, c'est le flot d'Ecosse qui gouverne principalement les mouvements de la marée.

Le flot de la Manche ne se répartit pas également sur ce golfe sud-ouest de la mer du Nord, qui forme une sorte d'entonnoir, de Cromer au Texel et à Calais. Il demeure en quelque sorte collé à la côte flamande. Il donne encore des hauteurs de marée de 5,9 m à Dunkerque et de 4,6 m à Vlissingen. Ensuite il s'aplatit rapidement sur les côtes de Hollande, ce qui arrive aussi sur la côte anglaise au flot d'Ecosse qui descend du Nord. La marée ne monte qu'à 2,4 m à Orfordness et à 1,5 m à Katwijk. Entre ces deux points, la marée qui résulte de la combinaison des deux flots semble tourner en douze heures, en sens inverse des aiguilles d'une montre, autour d'un centre situé sur les « Broad Fourteens » : c'est un phénomène d'amphidromie. Au Nord-Est de Texel, les lignes cotidales du flot de la Manche et du flot d'Ecosse sont confondues.

Le flot d'Ecosse progresse du Nord au Sud sur la côte anglaise en se ralentissant à mesure que les fonds deviennent plus petits. L'établissement des ports (temps moyen de Greenwich) est de 9 h 15 à Pentland, de 11 h 59 à Wick, de 1 h 8 à Aberdeen, de 4 h 30 au cap Flamborough. Le flot se propage au Sud-Est dans la mer du Nord; sur la côte est de la mer, la hauteur des marées, assez faible à partir de Texel, diminue rapidement sur les côtes du Jutland et devient presque nulle sur celles de Norvège : 2,8 m à Helgoland, 1,6 m à Blaavands Huk, 0,4 m sur les côtes du Skagerrak, 0,6 m à Skudenes en Norvège.

Cette insignifiance de la marée sur la côte sud-ouest de la Norvège est encore mal expliquée. On entrevoit qu'elle se rattache à l'existence du profond ravin de Norvège, où le mouvement de la marée se fait sentir seulement par des déplacements latéraux en profondeur, comme semblent l'indiquer les courants périodiques de profondeur relevés en 1907 par le « POSEIDON ».

Au centre de la mer du Nord, le « Doggerbank » pose un gros obstacle à la propagation du flot. Celui-ci le contourne par l'Ouest et va d'Ouest en Est dans les « Silver Pits », où la direction du flot de marée coïncide curieusement, en sens inverse, avec celle de l'estuaire du Rhin des temps géologiques. C'est à l'Est des « Silver Pits » que le flot d'Ecosse s'unit à celui de la Manche. Mais les établissements des ports dans le golfe allemand montrent que c'est le flot d'Ecosse seul qui donne la dominante de la marée, et il en est ainsi jusqu'au Nord du Jutland.

Les courants de marée sont réguliers sur la côte anglaise, où le flot va au Sud-Est et le jusant au Nord-Ouest. Dans l'entonnoir du Sud, il se distingue par la simultanéité de la renverse du courant, entre Texel, Cromer et Dover, et par une direction toujours contraire à celle des courants de l'Est de la Manche. Dans le golfe allemand, de Borkum à Sylt, le flot va au Sud-Est et le jusant

au Nord-Ouest, ce qui montre bien l'influence prédominante du flot d'Ecosse. Ces courants, partout sensibles, ne deviennent très violents que sur la ligne de jonction des marées de l'Atlantique et de la mer du Nord, entre les Orkney et les Shetland, où ils font 6 à 7 nœuds à l'heure, et surtout dans le Pentland Firth, entre les Orkney et la côte d'Ecosse, où ils arrivent à 8 et 9 nœuds.

M. PETIT (1892) a étudié d'assez près, pour son époque, les courants de la mer du Nord. Il se résume comme suit. La direction des deux courants est très régulière dès qu'ils dépassent une vitesse de 25 m par minute, et ne varie pas de plus d'un point, quel que soit le temps. Cette régularité provient de ce que les vents dominants dans nos parages soufflent du Sud-Ouest ou du Nord-Est; ils sont donc tout à fait favorables ou entièrement opposés à la direction du courant; aussi ne modifient-ils que sa vitesse. L'instant de la plus grande vitesse varie avec l'heure du passage de la lune au méridien : c'est l'élément variable de nos courants. En vives-eaux il s'observe en moyenne à 0 h 45′ après le passage au méridien, mais aux mortes-eaux il se rapproche de l'instant du passage-méridien pour s'en éloigner ensuite jusque 1 h 30′ après le passage-méridien de la lune. Le mouvement giratoire des courants est inverse, et le flot ne conserve une grande vitesse que pendant 2 h 30′ environ.

Par mauvais temps : si le vent souffle du Nord-Ouest, le flot régulier ne dépasse pas la durée moyenne, mais le jusant est variable et il faut s'en défier. Au « WEST-HINDER », la côte anglaise, quoique déjà éloignée, présente un abri qui s'oppose à ce que de grandes masses d'eau poussées par le Nord-Ouest soient mises en mouvement pour dévier le courant vers le Sud-Est.

La direction de ce vent qui ne souffle jamais longtemps avec violence est perpendiculaire au courant; aussi détermine-t-il une très grosse mer dans nos parages, qui rend fort difficile le maintien d'un navire dans la bonne route : ou il viendra trop au vent, ou il abattra trop. Sous ce rapport le vent du Nord-Ouest est dangereux. Il faut que le marin soit constamment attentif à sa route, et s'assure fréquemment de la position de son navire, à l'aide du plomb de sonde : c'est le meilleur guide dans nos mers (M. PETIT, écrit en 1892). Si le vent souffle du Sud-Ouest, la vitesse du flot sera presque doublée mais le jusant sera faible. Avec des forts vents de la partie du Nord-Est le flot sera faible mais le jusant sera rapide et de longue durée.

Tels sont, termine M. PETIT, les caractères généraux des courants du « WEST-HINDER », mais sous une apparence de régularité ils présentent parfois des écarts inattendus, que rien n'annonce et dont, pour le moment, nous ne pouvons déterminer la cause, parce que nous ne connaissons que fort peu de choses sur la réaction produite dans la partie méridionale de la mer du Nord par la vague-marée qui contourne le Nord de l'Ecosse.

Comme on a pu le voir, l'action des marées et des courants est très complexe. G. GILSON (1900) a très bien résumé cette action en mer du Nord et attiré l'attention des biologistes sur les conséquences de cette action.

Dans notre détroit, les eaux, resserrées entre deux côtes, s'élèvent beaucoup; les marées sont fortes. Les courants de marée aussi y sont intenses. En outre, les phénomènes s'y compliquent par la rencontre de deux vagues-marée dont l'une, sortant de la Manche, passe le détroit et marche dans la Mer Flamande vers le Nord-Est et l'autre, venant de l'Atlantique Nord, pénètre dans la mer du Nord en longeant l'Ecosse, et descend vers le Sud.

Si la rencontre de ces deux vagues-marée était directe, il se produirait peut-être un phénomène de neutralisation. Mais cette rencontre dans la Mer Flamande, au lieu d'être directe, est oblique et croisée. Les deux vagues-marée, au lieu de buter l'une contre l'autre, se croisent de telle manière que, pendant le flot, celle du Nord domine le long de la côte anglaise et celle du Sud le long de la côte continentale. Pendant un certain temps, les courants marchent donc dans une direction opposée le long des deux côtes, orientale et occidentale, ainsi que le fait remarquer WHEWELL.

Aussi les courants, au moment du passage du flot au jusant ou vice versa, ne subissent pas une simple réversion, chacun s'en allant de son côté dans une direction contraire à celle qu'il venait de suivre. Les mouvements des eaux, pendant une période intermédiaire entre le flot régulier et le jusant régulier, sont beaucoup plus compliqués. M. PETIT l'appelle « période des mouvements giratoires ». La direction des courants y varie continuellement et, en plusieurs points, on constate qu'elle décrit un demi-cercle à chacune des fluctuations et un cercle complet en une journée. Cette période est d'une assez longue durée. Au « WEST-HINDER », M. PETIT a trouvé que le flot ne dure en moyenne que 4 h 20 à l'époque des quadratures et 4 h 45 à celle des syzygies, et ce courant ne conserve sa rapidité, et la régularité de direction qui en est connexe, que pendant 2 h 30.

Mais, outre cet entrecroisement de deux vagues-marée, d'où résulte un tourbillonnement et sans doute un certain mélange des eaux du Nord et du Sud, d'autres agents viennent encore compliquer le mouvement de ces eaux : ce sont les vents. Leur action, d'après M. PETIT, n'a guère d'autre effet, sur le flot et le jusant bien établis, que d'en retarder ou d'en accélérer la course et d'en raccourcir ou d'en allonger la durée, parce que les vents dominants dans la Mer Flamande sont soit directement contraires, soit directement favorables à la marche de ces courants. Mais leur influence sur la marche et la vitesse des courants de la période giratoire doit être extrêmement variée et il n'est guère possible d'en calculer les effets.

On le voit, il est encore fort difficile de s'orienter dans le dédale des faits recueillis et les savants travaux des hydrographes laissent encore sans réponse bien des questions que doit se poser le biologiste. Qui lui répondra, lorsque, parti en mer pour y pêcher à quelques milles de la côte, il demandera d'où vient le plancton que contiennent ses filets fins ? Quel hydrographe lui dira si l'eau dans laquelle il pêche lui arrive de la Manche ou du Nord, ou bien si c'est une eau qui ne fait guère que tourbillonner dans la Mer Flamande et qui a son plancton propre ?

D'autre part, continue G. GILSON, l'hydrographe demandera au biologiste si le plancton, recueilli en un point donné et à un instant donné de la marée, a le caractère du plancton de la Manche ou de celui de la région du Nord.

Ces remarques étaient nécessaires pour exposer la complexité des questions que soulève l'étude du plancton, l'insuffisance des données acquises jusqu'ici sur le cheminement des eaux, la nécessité qu'il y a de recueillir de nouveaux faits et d'étudier la dérive elle-même. Ce terme, pris dans un sens un peu plus large que celui que lui attribue le langage technique de la navigation, signifiera : la résultante de toutes les actions qui peuvent influencer le mouvement des eaux de surface : les marées, les vents et même la pression atmosphérique, bien qu'au

sujet de cette dernière les données de la théorie n'aient pu jusqu'ici être vérifiées par l'observation, tant son effet est minime.

L'entrée en scène de la biologie dans l'étude des courants, introduit dans le problème général des points de vue nouveaux et des questions nouvelles, dont la solution pourra être utile à ceux qui envisagent les phénomènes sous un autre aspect et en abordant l'étude avec d'autres moyens. La biologie demande surtout l'étude de la dérive, c'est-à-dire celle des résultantes.

L'étude des composantes est plutôt l'affaire des services hydrographiques et météorologiques, mais il est indéniable que l'acquisition des données positives sur la dérive résultante est de nature à devenir pour ceux-ci utile et suggestive (G. GILSON, 1900).

En ce qui concerne les conditions hydrographiques de la mer du Nord, la température, la salinité, les propriétés optiques de l'eau, la turbidité, on consultera très utilement les publications de H. KELLER (1912), J. SCHOTT (1921), H. THOMSEN (1939), J. JOSEPH (1953), T. LAEVASTU (1963), R. SCHOTT (1966), G. TOMCZEK (1967), L. OTTO (1967), E. GOEDECKE et al. (1967), H. THOMSEN (1968) et E. MITTELSTAEDT (1968).

f) TEMPERATURE ET CLIMAT

Les eaux des océans ne sont jamais en repos. C'est seulement dans quelques mers adjacentes, séparées de la circulation générale océanique par un seuil sous-marin, qu'on peut trouver des eaux profondes stagnantes. Il reste à examiner les conditions qui, en ralentissant ou en empêchant la diffusion tourbillonnaire verticale, tendent à établir la stabilité de la colonne d'eau.

Des forces considérables doivent être mises en jeu pour effectuer le mélange des eaux légères avec celles plus lourdes du fond, là où la densité croît avec la profondeur, par suite de l'augmentation de la salinité, de la diminution de la température, ou des deux à la fois.

La composante verticale du mouvement tourbillonnaire diminue ainsi et la diffusion tourbillonnaire verticale est contrariée. Aux basses latitudes, les couches supérieures sont réchauffées par insolation et, généralement, la température diminue rapidement à partir de 100 m de profondeur. Une couche où la densité augmente rapidement s'appelle thermocline ou surface de discontinuité. Dans les zones tempérées et, souvent aussi, dans les hautes latitudes, il s'établit un thermocline durant les mois d'été, sauf quand la turbulence est trop grande (ce qui est le cas dans les mers peu profondes, où les courants de marée sont violents, ou en pleine mer, lorsque des grands vents se succèdent sans cesse). Sur de grandes étendues de l'Atlantique sud, il n'existe pas de thermocline durant l'été, tandis qu'à une égale distance de l'Equateur, dans l'hémisphère nord, il est très bien marqué. Ces thermoclines se produisent aussi en mer du Nord. En été, sous la couche d'eau chaude de surface, il se trouve des eaux plus froides à partir de 20 m environ. En automne, l'égalisation de la température a de nouveau lieu (tabl. 4).

Il fut un temps où on pensait qu'un thermocline était isolé complètement des couches d'eau sous-jacentes et qu'il n'y avait pas, de ce fait, diffusion de sels dissous vers les couches supérieures. Des observations récentes permettent de modifier cette façon de voir. On constate, néanmoins, que les couches situées

TABLEAU 4.

Formation d'un thermocline en été en mer du Nord, Kleine Fischer Bank (B. SCHULTZ, 1932).

22.XI.1906 56°45′ N, 6°06′ W Profondeur 51 m			15.VI.1930 56°07′ N, 5°22′ W Profondeur 41 m		
m	°C	Σ °/₀₀	m	°C	Σ °/₀₀
0	11,14	34,51	0	12,57	34,67
5	11,0	34,51	10	12,48	34,74
15	10,98	34,52	18	11,34	34,81
30	10,98	34,52	20	10,53	34,85
48	11,00	34,60	21	8,00	34,83
			22	7,38	34,84
			25	7,16	34,81
			30	6,93	34,85
			41	6,70	34,85

au-dessus d'un thermocline marqué existant depuis un certain temps, possèdent une flore très pauvre, car les sels nutritifs nécessaires à son développement sont rapidement utilisés et le réapprovisionnement ne se fait pas.

L'existence d'un thermocline peut avoir d'autres effets, moins directs. Par suite de la viscosité tourbillonnaire réduite, les couches supérieures peuvent glisser plus facilement sur les couches inférieures et les transports horizontaux en sont d'autant facilités. On constate souvent, en rapport avec ce mouvement, un changement de salinité au niveau du thermocline.

En ce qui concerne le brassage, la stratification et l'établissement d'un thermocline, signalons les travaux de W. R. G. ATKINS (1955) sur la stratification thermique et (1924) sur le brassage vertical; de G. DIETRICH (1953) sur le thermocline en mer du Nord centrale; de J. P. JACOBSEN (1930) sur le brassage; de W. H. MUNK, E. R. ANDERSON (1948) sur la théorie du thermocline; de A. NATHANSON (1906) sur les courants de convection et de H. STOMMEL (1949) sur la diffusion horizontale.

Il est intéressant de suivre l'établissement et la disparition d'un thermocline dans les mers tempérées. A l'entrée de la Manche, là où la distance d'une crête de vague à l'autre est relativement faible par rapport à celle qui existe en plein océan, il se forme, aux mois de mai et juin, à 13 ou 14 m ou plus de profondeur, un thermocline net lorsque le temps est relativement calme. Un coup de vent d'été le fait descendre à 18 m ou plus, et si le temps redevient calme et chaud, un second thermocline peut s'établir au-dessus du premier. Le niveau auquel existe un thermocline persistant varie d'une année à l'autre, mais se situe en moyenne à une profondeur de 15 ou 16 m. Sa limite, ou mieux, sa profondeur en dessous de la surface, oscille de 2 m environ par suite des marées internes. Vers la fin du mois d'août, la surface commence à perdre plus de chaleur qu'elle n'en gagne par insolation. Cette perte est due, en grande partie, à l'évaporation. La couche supérieure chaude se refroidit progressivement et le premier coup de vent d'automne anéantit le thermocline. Il y a alors mélange presque homogène de l'eau, de la surface au fond.

Il n'est pas sans intérêt d'examiner quelques-unes des différences existant entre les eaux océaniques et les eaux côtières peu profondes. Quand on se rapproche des côtes, les profondeurs océaniques diminuent rapidement entre 2.000 et environ 200 m. Ce talus continental n'a souvent guère plus de 150 milles de large. Le plateau continental dont la profondeur est inférieure à 200 m peut s'étendre sur de nombreux kilomètres et il couvre plus de 6 % de la superficie totale occupée par les océans. Lorsqu'on passe du talus au plateau continental, l'eau bleue et claire des mers profondes prend une teinte plus verte et spécialement dans les hautes latitudes et dans les zones tempérées. La quantité de petits organismes vivants et de particules de débris organiques dans l'eau devient plus importante. A mesure que la profondeur du plateau continental diminue, la faune qui vit sur le fond et dans les sédiments prend de plus en plus d'influence sur les variations de l'ensemble de la masse d'eau. Les débris des organismes morts sont relativement vite détruits à leur arrivée sur le fond et les sels nutritifs nécessaires à la vie végétale sont régénérés plus près de la surface que dans les zones profondes.

Plus près des côtes, et particulièrement dans les zones peu profondes où les rivières se jettent à la mer, l'eau est diluée et la quantité de suspensions augmente. L'eau perd sa couleur, sa transparence diminue et la zone, dans laquelle il subsiste suffisamment de lumière pour que le développement de la vie végétale soit possible, devient moins profonde. De telles zones côtières peuvent s'étaler au-dessus des faibles profondeurs, sur plusieurs milles : c'est le cas dans la partie méridionale de la mer du Nord, où les courants de marée déterminent un brassage vertical vigoureux et une abondante quantité de suspensions. Pendant l'été l'eau se réchauffe sur toute sa hauteur et, en profondeur, on ne retrouve plus les eaux froides qui existent encore au large. Pendant l'hiver, l'eau diluée a tendance à rester près de la côte; en été, quand un vent de terre violent se fait sentir, l'eau chaude qui s'étale en surface est poussée vers le large et des eaux plus froides, venant des couches profondes du large, peuvent la remplacer. Ainsi, les animaux de la zone littorale sont soumis au cours de l'année à des variations de salinité et de température comportant de brusques changements. Il est intéressant de constater que la répartition de beaucoup d'animaux marins est limitée par les variations de température et est soumise à celles de la salinité de l'eau : certaines espèces de poissons sont capables d'apprécier de très faibles différences, non seulement de température, mais encore de salinité (jusqu'à 0,06 g dans une eau dont la teneur en sels est d'environ 35 g/kg).

En arrivant dans un estuaire, on constate un changement plus ou moins rapide de la salinité. Comme la nature des sels dissous dans les eaux fluviales est différente de ceux contenus dans l'eau de mer, la composition des sels dissous dans les eaux d'un estuaire varie graduellement. Dans certains estuaires, quand le fond est accidenté et qu'il existe de forts courants de marée, l'eau est bien mélangée. Dans d'autres, les eaux douces coulent sur les eaux plus salées s'adjoignant des eaux de profondeur et les entraînant avec elles. Ce processus cause la formation d'un contre-courant près du fond. Là où la salinité augmente avec la profondeur, même quand la totalité de la masse d'eau remonte et descend l'estuaire avec la marée, il subsiste, près du fond, un courant dirigé vers l'amont déterminé par le mécanisme précédent.

1. Mer du Nord.

En hiver, la température diminue à la surface du Nord au Sud, les eaux atlantiques font sentir leur influence adoucissante jusqu'au Doggerbank; elles ont une salinité supérieure à 35 ‰, et les courants de marée brassent toute la masse; la même concentration s'observe jusqu'aux fonds, qui ne dépassent d'ailleurs pas 100 m. Sur les côtes néerlandaises et allemandes, la surface est à 3 °C et même moins; il y a parfois formation d'une frange de glace côtière, et presque tous les estuaires ont des glaçons flottants (pendant quinze jours en moyenne à l'embouchure de l'Elbe). L'apport des fleuves se traduit par une transparence réduite, des eaux assez boueuses, et par une dessalure, surtout marquée au printemps. On note 32 ‰ à Helgoland, 31 même sur la côte. Le refroidissement de la surface est souvent plus marqué que celui des fonds; on a trouvé à Sylt : surface 2,9 °C, fond 3,2 °C. Dans la rigole profonde qui suit la côte norvégienne, les eaux de la Baltique, se déversant à la surface, donnent des salinités réduites (32 ‰) et des températures plus basses que celles qu'on observe en dessous. La série suivante est un cas fréquent de dichothermie :

Mètres	0	20	50	60	100	125	200	400	500
Températures °C ...	3,5	5,7	7,6	7,5	7,04	6,8	6,3	5,9	5,8

En été, les conditions thermiques sont complètement changées à la surface; la température diminue du Sud-Est au Nord-Ouest. Les eaux atlantiques sont relativement fraîches; le mélange n'est plus sans doute aussi facile et il y a une brusque chute de température vers 25 m de profondeur; les fonds de 100 m peuvent encore avoir une température de 7 à 8 °C, quand la surface est à 14 °C. Sur la côte orientale et dans le Skagerrak, la stratification thermique est normale. Le courant baltique est particulièrement marqué sur la côte norvégienne avec une salinité réduite à 30,25 ‰ et une température de 15 °C à la surface; mais dès 15 m, on trouve des eaux à 34,5 ‰ avec une température de 5,5 °C.

Les saisons intermédiaires présentent les conditions les plus curieuses. Au printemps, la surface est déjà assez réchauffée, quand les fonds de 50 m sont encore relativement froids. En automne, la surface commence à se refroidir quand les fonds sont encore relativement chauds et une stratification thermique inverse est presque la règle, quand il n'y a pas homothermie.

De grandes différences sont constatées d'une année à l'autre et les conditions que nous venons d'indiquer peuvent être rapidement modifiées. Une tempête brasse les eaux peu profondes et peut établir pour un certain temps l'homothermie. Une période très pluvieuse se fait sentir dans l'afflux des eaux douces. Toutes ces variations ont leur importance pour la biologie et les pêches.

La dégradation des caractères océaniques est en somme assez marquée dans la mer du Nord. Elle semble avoir ses districts climatiques : le Nord-Ouest est plus océanique, avec une amplitude des températures superficielles de 6 à 7 °C et des eaux normalement salées; le Sud-Est est plus continental, avec une amplitude thermique de 16 °C et des eaux assez adoucies, jusque 30 ‰.

La température moyenne de l'eau de mer est comprise entre 9 °C à la latitude de l'Ecosse et 11,5 °C au voisinage du Pas-de-Calais. Le tableau 5 donne la variation annuelle de la température au voisinage des Orkney, au voisinage du

Danemark et au Nord du Pas-de-Calais, d'après l' « Atlas de Température et de Salinité de l'Eau de surface de la mer du Nord et de la Manche » (tabl. 5).

TABLEAU 5.
Variation annuelle de la température en trois points de la mer du Nord.

Latitude :	59° N	55° N	52° N
Longitude :	2° W	8° E	3° E
Mois			
I	7,5	3,4	6,8
II	6,7	2,5	6,0
III	6,5	3,2	6,2
IV	7,0	5,7	7,5
V	8,0	9,3	10,0
VI	9,9	12,9	12,8
VII	11,4	15,6	15,1
VIII	12,0	16,3	16,5
IX	11,6	15,1	15,9
X	10,9	12,7	14,3
XI	9,5	9,0	11,3
XII	8,3	6,3	8,9
Variation annuelle	5,5	13,8	10,5

En hiver, la température de la mer augmente de la côte vers le large; c'est l'inverse en été. En hiver encore, la température décroît des côtes d'Ecosse aux côtes de Danemark (en février : 6,5 °C aux Orkney, 2,5 °C à Helgoland) tandis que c'est l'inverse en été (en août : 12 °C aux Orkney, 17 °C à Helgoland).

Ces différences s'expliquent par l'effet combiné des courants chauds, qui contournent l'Ecosse, pénètrent par le Nord dans la mer du Nord, et aussi par le Sud à travers le Pas-de-Calais, et de l'insolation estivale, beaucoup plus importante dans les parages, entourés de terre, voisins du Danemark.

Nous trouvons chez H. HERTLING (1952) quelques renseignements au sujet de ces différences en mer du Nord (tabl. 6).

TABLEAU 6.
Température de l'eau en mer du Nord à différents endroits
(H. HERTLING, 1952).

	Lieu	Février	Août	Différence
Surface	Deutsche Bucht	2 °C	17 °C	15 °C
	Doggerbank	5-6 °C	14-15 °C	9-10 °C
	Est des Shetland	6 °C	12 °C	ca 5 °C
40 m de profondeur	Deutsche Bucht	5 °C	ca 13 °C	ca 8 °C
	Mer du Nord centrale	5-6 °C	9-10 °C	4-5 °C
	Mer du Nord septentrionale ...	6-7 °C	8-9 °C	2-3 °C
100 m de profondeur	Mer du Nord septentrionale ...	6 °C	7-8 °C	ca 1-2 °C

On s'aperçoit donc que les eaux de surface sont plus chaudes en été et plus froides en hiver dans les parties peu profondes de la mer du Nord; en été, au contraire, elles sont plus chaudes qu'en mer du Nord centrale, de sorte que l'antithèse entre hiver et été est plus grande au Sud qu'au centre et qu'au Nord.

A quarante mètres de profondeur, les différences entre les températures estivales et hivernales sont beaucoup plus petites qu'en ce qui concerne les eaux de surface et diminuent notablement du Sud vers le Nord.

A une profondeur de 100 m, la température estivale est réellement inférieure à celles des couches superficielles en mer du Nord méridionale; mais, en hiver, elle est plus élevée, de sorte que les différences saisonnières sont très minimes et qu'à cette profondeur règne pendant toute l'année une température à peu près constante.

Les eaux de cette partie de la mer du Nord sont très oxygénées. Dans le ravin de Norvège, de 10 à 50 m de profondeur, la proportion d'oxygène dépasse toujours la proportion normale qui résulte des expériences de M. KNUDSEN pour une eau de salinité et de température donnée. C'est en profondeur seulement qu'on trouve un certain déficit.

La région des Banks et des Ridges, soumise aux plus violents mouvements du flot de marée, venant soit de la Manche soit de l'ouvert des Shetland, révèle un brassage continu des eaux qui aboutit soit à l'égalisation de la salinité sur toute l'épaisseur de la colonne liquide (homohalinie), soit à de fortes diversités régionales de surface.

Ce brassage est puissant surtout dans la partie sud. Des eaux salées (35 ‰) remontent de la Manche jusqu'au North Hinder. L'eau est souvent homohaline. Du côté du Nord, l'eau atlantique (35,2 à 35,3 ‰) vient des Shetland jusqu'au Doggerbank; elle ne se mélange pas aux eaux salées venant de la Manche; elle se répand dans les fonds, en éventail, vers le « Fisher Bank » et le ravin de Norvège. Au Nord du « Doggerbank » c'est, en hiver, au large des côtes d'Ecosse et jusqu'au « Great Fisher Bank », que se présentent les cas les plus fréquents d'homohalinité. En février 1905, par 58°30' N, 1°45' W, on a constaté, de la surface au fond de 110 m, une même salinité de 35,07 ‰; par 56°41' N et 2°15' E, on a obtenu, de la surface au fond de 95 m, 35,05 ‰. Souvent, il y a une légère différence de la surface au fond, où les eaux sont un peu plus salées; ce cas se généralise à mesure qu'on avance vers la région indéterminée où la mer du Nord se confond, du 59° au 61 ° latitude, avec l'océan Atlantique et la mer de Norvège.

L'étude des températures pourrait se faire aussi par régions marines. Cependant, comme les températures, dans cette mer peu profonde, subissent, à un haut degré, l'influence des variations saisonnières et climatiques, il est préférable de les considérer dans une vue d'ensemble, en prenant comme époques de comparaison les mois que les Allemands appellent les « mois terminaux », c'est-à-dire ceux où sont atteints, dans leur plein développement, les caractères des saisons : février, mai, août, et novembre.

En février, au Sud du « Doggerbank », la température de surface est de 5 ou 6 °C; elle tombe à 3 ou 4 °C sur les bancs du Jutland. C'est aussi la température de profondeur; le brassage est si fort que la colonne liquide a la même température de la surface au fond; les eaux sont homothermes. Au contraire, vers le Nord

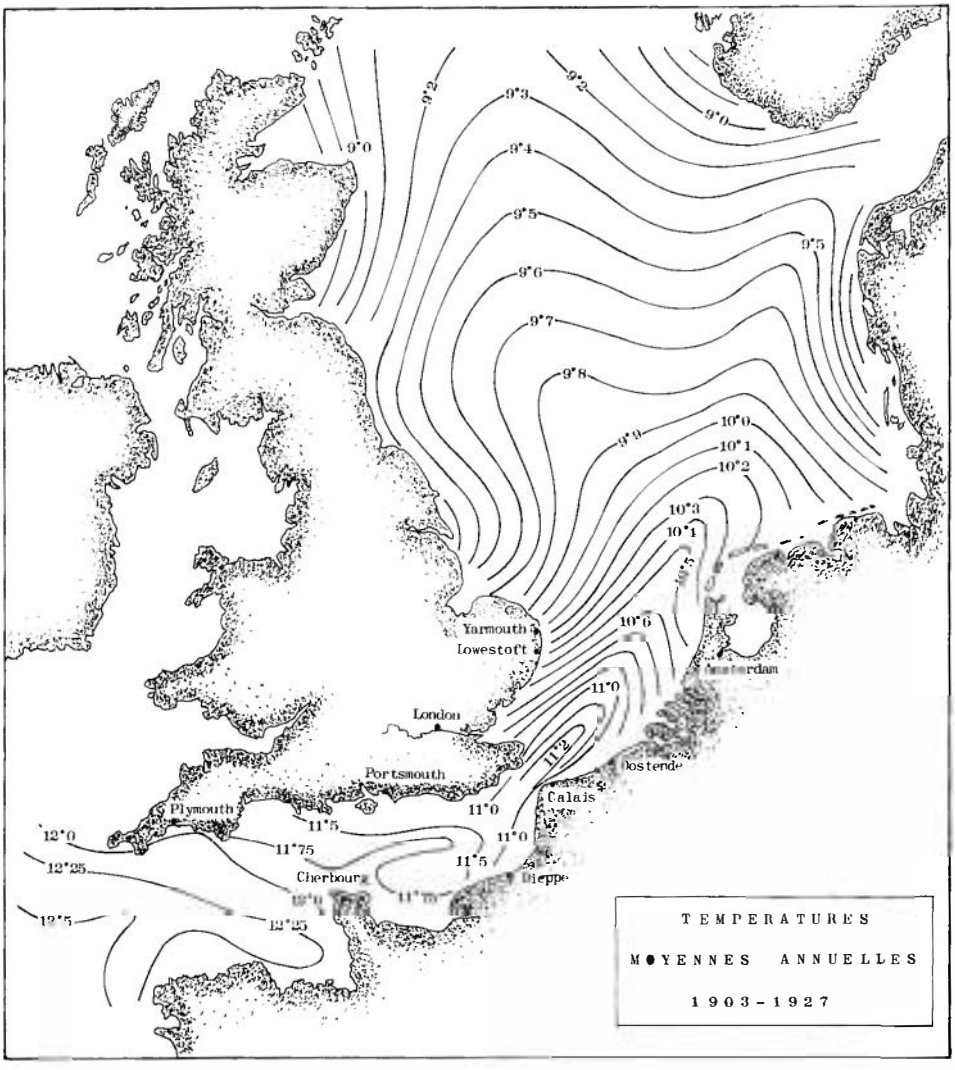


FIG. 10. — Isothermes pour la période 1903-1927. Moyennes des années. (D'après l'Atlas de température et salinité des eaux de surface publié en 1933 par le Conseil permanent.)

affluent les eaux froides de l'Atlantique, au-dessous desquelles les eaux de fond demeurent plus chaudes : ainsi, dans le ravin de Norvège, on a 3 °C à la surface et 6,8 °C vers 250 m de profondeur entre Udsire et Mandal.

En mai, l'effet des rayons solaires se fait sentir, presque partout l'homothermie cesse, la surface devient plus chaude que le fond, de 4 à 5 °C environ. Dans le ravin de Norvège seulement, sous l'influence des émissaires de glaciers scandinaves, les eaux de surface demeurent plus froides.

En août, toute la masse marine est échauffée au Sud et à l'Est; l'homothermie recommence, complète ou à peu près, sur les côtes néerlandaises et dans le golfe allemand. Sur les « Fisher Bank » au contraire, il y a des contrastes : on observe une chute très brusque de température, d'une valeur de 3 à 5 °C, de 20 à 30 m de profondeur. Le même contraste se produit à une profondeur moindre (entre 6 et 8 m) dans le Skagerrak et sur le ravin de Norvège.

En novembre, les eaux demeurent homothermes au Sud; elles sont plus chaudes de 1 à 2 °C, au large que sur les côtes. L'échauffement estival se fait encore sentir sur le « Doggerbank » et au Nord de ce banc jusqu'aux fonds de 80 m. Sur les crêtes d'Ecosse et dans le Skagerrak, on observe souvent une couche supérieure refroidie, une couche intermédiaire relativement chaude et une couche inférieure froide (mésothermie).

On évalue à 7,72 °C la température moyenne de la mer du Nord à la surface. C'est une valeur très sensiblement supérieure à celle de l'ensemble des mers de l'hémisphère nord à la même latitude (2,8 °C pour les mers situées entre 50 et 60 °C lat. N). Ces conditions thermiques, rapprochées du brassage des eaux et de la nature du sol sous-marin, font de la mer du Nord un terrain favorable au développement de la plupart des animaux marins (C. VALLAUX, 1912).

En surface, les eaux marines, absorbant, conduisant et diffusant la chaleur solaire, présentent des différences zonales très accentuées. Mais il faut observer (C. VALLAUX, 1933) que, dès la surface, et malgré des différences si accentuées, le pouvoir de diffusion des eaux marines agit dans le sens d'une tendance vers l'égalisation et vers la permanence : égalisation de température des eaux, et par suite, de l'atmosphère, d'une zone terrestre à une autre zone; permanence, ou tout au moins diminution, de l'amplitude des oscillations, dans une même zone, entre les différentes saisons de l'année. De plus, et c'est ce qui importe surtout, les différences thermiques s'atténuent rapidement en profondeur, à partir de la surface ou des surfaces de discontinuité (car elles peuvent être une ou plusieurs), appelées par les Anglais « Discontinuity layer », par les Américains « Thermocline » et par les Allemands « Sprungschicht ».

Les eaux de profondeur montrent une stabilité de température et de salinité (homothermie et homohalinie) qui rend malaisées la détermination des échanges d'eau verticaux et des échanges d'eau latéraux et la discrimination des uns et des autres.

On constate (P. J. VAN BREEMEN, 1905) une diminution progressive de la température en direction nord, à condition de ne pas prendre la zone côtière en considération. Au cours des mois estivaux, la différence entre les températures des stations les plus septentrionales et les plus méridionales est la plus grande et peut même atteindre de 4 à 5 °C; elle descend cependant de 2 à 3 °C au cours de l'automne et continue à diminuer continuellement au printemps.

L'eau se réchauffe beaucoup plus rapidement en été et se refroidit plus vite en hiver qu'au large, dans la zone côtière continentale peu profonde.

Entre H-6 et H-8, la zone côtière anglaise montre une similitude beaucoup plus grande avec la partie nord-ouest de la région, pour autant que, pendant l'été, l'eau y garde une température relativement basse.

Dans les cas où l'eau à salinité 35 ‰ s'étend jusque et au-delà de H-8, on constate, au cours de la période estivale, en un point situé entre H-7 et H-8, une augmentation assez brusque de la température de 2 à 3 °C (en novembre 1902 : H-7 10,5 °C; H-8 12,1 °C; en novembre 1903 : H-7 10,4 °C; H-8 12,6 °C).

La répartition verticale de la température est très simple dans toute la région; on peut considérer les colonnes d'eaux, aux différents points, comme homogènes. Vers le « Groot Zilver Diep » on a observé au mois d'août un gradient de température entre la surface et le fond de 1 °C à 5 °C. Un thermocline a été mesuré en 1904, mais à une échelle beaucoup plus réduite qu'au Nord du « Doggerbank », où il se développe toujours en été d'une manière très nette.

Au cours de toute l'année, les couches plus profondes du bassin septentrional de la mer du Nord gardent à peu près la même température basse; il n'y a que les couches superficielles de 15 à 40 m qui se réchauffent à peu près progressivement, de sorte que la différence durant la période la plus chaude de l'année peut atteindre 5 °C-6 °C, avec une température de surface de 12 °C-13 °C; le thermocline se trouve dans une couche ayant une épaisseur de 1 à 5 m. Au cours du mois d'août 1904. ce dernier se trouvait en H-3 entre 10 et 15 m, avec gradient de 3 °C; à la surface la température était de 16,8 °C, à 10 m de 16,5 °C, à 15 m de 13,5 °C et au fond (55 m) de 11,5 °C. La température du fond du bassin nord était donc encore loin d'être atteinte.

La présence d'une couche froide profonde au Sud du « Doggerbank » n'a d'ailleurs pas une importance considérable, étant donné que cet état de choses ne s'y représente pas régulièrement et qu'au cas où cette couche est présente elle n'est que fort peu développée. Il en est de même pour toute la dépression s'étendant au Sud-Est du « Doggerbank ».

Cette partie forme, en effet, une proéminence du bassin nord en direction du Sud, où il y a suffisamment de profondeur pour permettre l'établissement d'un thermocline. Ce bassin est d'ailleurs en relation sur toute sa largeur avec le bassin principal.

On ne paraît pas avoir effectué — P. J. Van Breemen écrit en 1905 — de recherches hydrographiques au Nord-Ouest de H-5. L'expédition « Pomerania » trouva, au cours de l'été de 1871, à proximité, mais un peu plus au Nord, les mêmes températures près du fond, semblables à celles qui caractérisent toute la mer du Nord septentrionale. A une profondeur de 36 m, la température aux points suivants : 55°45′ lat. N-0°40′ long. W, 55°32′ lat. N-0°10′ long. W, 55°12′ lat. N.-1°0′ long. W, était respectivement de 7,9 - 7,2 - 7,5 °C.

La partie nord-ouest de la région, en particulier celle de H-5 et H-6, présente donc non seulement les températures de surface les plus basses, comme indiqué plus haut, mais n'est en outre pas encombrée de bancs de sable, qui pourraient entraver la circulation de l'eau, de sorte qu'elle se trouve en relation avec la région profonde à eaux froides de la mer du Nord septentrionale. Il serait donc possible que cette dernière soit à même de faire sentir son influence sur la composition du plancton de cette région.

Outre les observations thermométriques, faites au cours de toutes les sorties en mer par G. GILSON et ses collaborateurs, de longues séries d'observations suivies ont été faites, de demi-heure en demi-heure, sur les steamers de la Société Cockerill, qui faisaient journellement le trajet Oostende-Tilbury. Portées en ordonnées sur la ligne mesurant le trajet de Oostende à l'embouchure du Thames, elles montrent la variation saisonnière de la température, dans les deux bandes côtières et au milieu de la mer, et mettent en relief un fait intéressant : c'est qu'en hiver la zone médiane est toujours plus chaude que les deux bandes littorales et qu'en été elle est toujours plus froide. Le tracé des températures présente des variations saisonnières assez régulières : l'écart de la température des deux côtes avec celle de la zone médiane est positif en hiver et négatif en été, c'est-à-dire que la température de la zone médiane de la mer est constamment plus haute en hiver et plus basse en été que celle des deux côtes. Le tracé, convexe en hiver et concave en été, montre bien l'influence régulatrice de la mer sur le climat des régions côtières. La mer peut donc exercer sur les côtes, le vent aidant, une action réchauffante en hiver et une action refroidissante en été.

Depuis l'année 1899, G. GILSON et ses collaborateurs ont rassemblé un grand nombre d'observations thermométriques, en surface et au fond, pour la région comprise entre le détroit du Pas-de-Calais et le 52° lat. N. Occasionnellement, ils ont pénétré aussi dans la Manche, afin d'y recueillir des observations, thermométriques et autres, dans une série de traversées entre la France et l'Angleterre.

Une partie de ces données a été communiquée à l'époque au Bureau central à Copenhague et y a été utilisée pour la confection des notes publiées dans le Bulletin trimestriel, mais l'ensemble est resté inédit.

Cependant leur entièreté pourrait servir à des recherches portant sur les variations de la température dans la mer du Nord tout entière et ce serait là un motif déjà suffisant pour la publication *in extenso*. En outre, l'analyse de ces données a fait voir à G. GILSON que, grâce à leur caractère suivi, on peut en tirer des indications déjà très nettes sur l'allure générale de la variation thermométrique annuelle dans les eaux voisines de nos côtes. Or, la détermination de ces allures faisait partie du progamme des recherches de G. GILSON sur les conditions physiques du milieu marin dans l'aire belge d'exploration.

Sans doute, disait G. GILSON, il serait à désirer que l'étude du seuil méridional de la mer du Nord puisse disposer de toutes les données qui ont été recueillies dans la région. Mais en attendant que nos collègues d'Angleterre et de Hollande aient publié le tableau complet des observations qu'ils y ont faites, au cours de leurs passages par nos eaux, nous croyons utile de rechercher dans les nôtres les indications que l'on peut en tirer dès maintenant, quitte à les compléter ou même à les corriger si l'étude ultérieure des observations étrangères nous y oblige.

De cette manière la connaissance du milieu marin dans notre région aura dès maintenant fait un pas et ceux d'entre nos collègues qui sont mieux placés pour aborder l'étude des grands mouvements de la mer du Nord trouveront un certain avantage à disposer de matériaux déjà classés, analysés et comparés concernant la région si nettement délimitée qu'est la Mer Flamande.

Les matériaux de G. GILSON comprennent surtout :

1. Des observations receuillies durant les 16 croisières trimestrielles effectuées par lui-même à bord de l'aviso « VILLE D'ANVERS »;

2. Celles qui ont été faites une fois par semaine à bord des steamers de la Société Cockerill, entre Oostende et Tilbury;

3. Les observations prises plusieurs fois par jour à bord du bateau-phare « WEST-HINDER »;

4. Une série d'observations moins suivies prises par lui au cours de ses travaux en mer, surtout pendant la saison d'été.

Nous considérerons les variations thermométriques dans l'espace et dans le temps en séparant ces deux points de vue autant qu'il est possible de le faire.

Les oscillations de la température ne présentent ni la même amplitude ni les mêmes allures en tous les points de la partie de mer qui s'étend au large de la côte belge jusqu'à la côte anglaise. On peut y indiquer, à ce point de vue, des régions très nettement distinctes. La délimitation de ces régions demanderait de longues séries d'observations suivies et faites au moins une fois par semaine sur plusieurs lignes transversales reliant l'Angleterre au continent. Leurs limites sont, du reste, variables dans le temps. Nous ne chercherons pas à les établir. Il nous suffira d'indiquer certains points de la mer que les observations dont nous disposons nous font regarder comme caractérisant des aires à conditions physiques générales différentes.

Nous trouvons ces points les plus nettement indiqués dans les tableaux dressés à l'aide des données fournies par le service des steamers de la ligne Oostende-Tilbury, que nous examinerons en premier lieu.

A. — Observations faites sur la ligne Oostende-Tilbury.

G. GILSON a pu organiser un service hebdomadaire d'observations thermométriques sur les trois steamers « RUBIS », « SAPHIR » et « TOPASE », cargos à grande vitesse qui faisaient le service journalier des marchandises entre Oostende et Tilbury sur le Thames.

La température de surface seule a pu être observée en cours de route. Elle a été notée de 30 en 30 minutes, à partir de la sortie du port de Oostende jusque par le travers du bateau-phare « NORE », mouillé à la hauteur de Sheerness. En cas de brume ou d'autres circonstances défavorables, elles ont parfois été arrêtées au « TONGUE », par le travers de Margate. Une observation a toujours été faite près du « WEST-HINDER », où le navire change légèrement sa route, et près du « TONGUE ».

B. — Aires distinctes.

La comparaison des variations thermométriques nous permet de distinguer, pour la facilité de l'étude, cinq régions principales correspondant aux cinq points principaux, qui sont :

1° le bateau-phare du « NORE »,
2° le bateau-phare du « TONGUE »,
3° la zone médiane de la mer,
4° le bateau-phare « WEST-HINDER »,
5° la grande route de Oostende.

TABLEAU 7.

I. — Comparaison de l'aire côtière occidentale — « NORE » avec l'aire côtière orientale — rade de Oostende.

Dates	Températures « NORE »	Températures Oostende	Différence
Fin de la phase estivale de 1904			
7.VIII	19,5	20,1	0,6
Phase estivale 1904-1905			
14.IX	15,2	17,5	2,3
28	14,0	13,6	0,4
5.X	13,5	14,3	0,8
12	13,0	12,7	0,3
20	12,3	13,0	0,7
26	12,0	12,5	0,5
3.XI	11,8	11,8	0,0
11	10,0	10,8	0,8
16	9,6	10,2	0,6
27	7,4	6,4	1,0
30	5,4	7,0	1,6
7.XII	6,0	7,3	1,3
14	7,3	6,1	1,2
27	5,4	5,5	0,1
4.I.1905	5,4	5,4	0,0
12	5,8	5,7	0,1
20	2,3	3,3	1,9
25	3,2	3,2	0,0
2.II	5,2	4,3	0,9
10	4,6	4,9	0,3
15	6,0	4,6	1,4
5.III	4,2	3,5	0,7
8	5,3	4,3	1,0
20	7,5	6,5	1,0
22	7,1	8,0	0,9
31	8,1	8,6	0,5
5.IV	7,6	8,9	1,3
12	8,1	8,3	0,2
19	8,3	8,8	0,5
Phase estivale de 1905			
3.V	9,8	10,0	0,2
10	10,7	11,9	1,2
17	10,6	11,6	1,0
24	10,9	12,6	1,7
6.VI	14,2	15,5	1,3
7	14,3	15,6	1,3
17	15,0	16,8	1,8
23	15,1	17,4	2,3
12.VII	17,3	19,9	2,6
20	18,5	19,0	0,5
26	19,4	21,1	1,7
3.VIII	19,1	19,2	0,1
17	17,6	18,2	0,6
Phase hivernale de 1905-1906			
30.VIII	16,0	16,6	0,6
1.IX	16,0	16,5	0,5
14	14,2	14,8	0,6
21	15,2	14,9	0,3
11.X	12,3	11,6	0,7
16	9,6	10,9	1,3
26	8,8	7,8	1,0
2.XI	9,3	9,0	0,3
8	10,0	9,0	1,0
16	5,2	7,0	1,8
22	7,9	5,6	2,3
29	6,0	6,7	0,7
6.XII	7,0	5,6	1,4
17	6,8	5,4	1,4
24	5,8	5,4	0,4
3.I.1906	5,0	3,4	1,6
10	4,7	6,2	1,5
17	5,5	6,8	1,3
24	4,5	4,1	0,4
2.II	4,4	4,2	0,2
14	3,7	4,1	0,4
28	5,7	4,6	1,1
21.III	2,2	5,7	3,5
4.IV	5,1	6,5	1,4
Phase estivale de 1906			
12	8,5	8,3	0,2
2.V	8,5	8,4	0,1
9	8,7	10,5	1,8
16	10,8	10,0	0,8
23	11,3	12,7	1,4
27.VI	14,7	17,2	2,5
6.VII	16,1	17,8	1,7
18	17,0	17,7	0,7
1.VIII	19,2	19,2	0,0
8	18,7	20,1	1,4
15	18,0	18,1	0,1
29	16,9	18,0	1,1
Phase hivernale de 1906-1907			
19.IX	15,6	16,0	0,4
26	16,0	15,4	0,6
10.X	15,6	16,5	0,9
17	15,0	14,1	0,9
18	14,7	14,5	0,2
25	14,0	15,0	1,0
31	11,8	12,2	0,4
7.XI	12,1	10,8	1,3
28	10,3	10,8	0,5
7.XII	7,0	9,2	2,2
19	6,4	5,6	0,8
9.I.1907	4,5	6,5	2,0
24	2,8	0,0	2,8
8.II	2,0	1,0	1,0
14	3,5	1,7	1,8
21.II	3,2	3,4	0,2
13.III	7,0	7,8	0,8
20	4,3	4,9	0,6

TABLEAU 8.

II. — Comparaison de l'aire intermédiaire occidentale — « TONGUE » avec l'aire intermédiaire orientale — « WEST-HINDER ».

Dates	Températures « TONGUE »	Températures « WEST-HINDER »	Différence
Fin de la phase estivale de 1904			
7.VIII.1904	18,4	18,8	0,4
Phase hivernale de 1904-1905			
14.IX	15,6	17,3	1,7
28	15,6	15,5	0,1
5.X	14,5	15,0	0,5
12	—	14,1	—
20	13,4	13,6	0,2
26	12,5	12,9	0,4
3.XI	12,3	12,7	0,4
11	11,1	11,5	0,4
16	11,0	11,5	0,5
27	7,4	8,8	1,4
30	8,8	9,4	0,6
7.XII	7,2	8,8	1,6
14	7,8	8,7	0,9
27	7,7	7,8	0,1
4.I.1905	6,8	7,5	0,7
12	6,2	6,2	0,0
20	5,9	5,4	0,5
25	6,4	5,6	0,8
2.II	5,3	4,7	0,6
10	5,7	5,0	0,7
15	5,5	5,2	0,3
5.III	4,9	4,8	0,1
8	5,3	5,6	0,3
20	7,6	7,2	0,4
22	7,7	8,2	0,5
31	8,9	8,3	0,6
5.IV	7,8	8,5	0,7
12	8,2	8,2	0,0
19	8,3	8,8	0,5
Phase estivale de 1905			
3.V	9,9	9,5	0,4
10	10,0	10,2	0,2
17	9,7	11,5	1,8
24	10,6	11,4	0,8
6.VI	12,9	13,0	0,1
7	12,6	13,2	0,6
16	13,0	13,8	0,8
23	15,0	14,9	0,1
12.VII	16,9	17,0	0,1
20	18,0	17,7	0,3
26	18,3	18,0	0,3
3.VIII	18,0	17,7	0,3
17	17,6	17,8	0,2
Phase hivernale de 1905-1906			
30.VIII	16,1	16,7	0,6
1.IX	16,0	16,5	0,5
14	14,8	15,9	1,1
21	15,0	15,2	0,2
11.X	12,8	13,4	0,6
16	11,2	13,8	2,6
26	10,3	10,5	0,2
1.XI	10,5	11,5	1,0
8	10,0	10,9	0,9
16	5,6	9,7	4,1
22	8,1	10,0	1,9
29	8,5	8,9	0,4
6.XII	8,3	8,6	0,3
17	6,9	6,6	0,3
27	7,3	6,8	0,5
3.I.1906	7,5	6,1	1,4
10	7,0	8,4	1,4
17	7,1	7,2	0,1
24	5,5	6,1	0,6
2.II	4,7	5,4	0,7
14	4,5	5,8	1,3
28	4,3	5,6	1,3
21.III	4,2	5,3	1,1
4.IV	5,1	6,4	1,3
Phase estivale de 1906			
12.IV	7,1	6,8	0,3
2.V	7,4	8,2	0,8
9	8,7	8,8	0,1
16	9,2	9,6	0,4
23	10,1	11,0	0,9
27.VI	14,6	14,2	0,4
6.VII	16,1	15,0	1,1
18	17,0	15,8	1,2
1.VIII	17,3	16,6	0,7
8	18,7	17,8	0,9
15	18,0	17,0	1,0
29	16,9	17,2	0,3
Phase hivernale de 1906-1907			
19.IX	16,2	16,7	0,5
26	16,0	16,1	0,1
10.X	16,1	16,2	0,1
17	15,0	15,3	0,3
18	14,5	14,8	0,3
25	14,0	14,6	0,6
31	12,7	14,2	1,5
7.XI	12,1	13,1	1,0
28	10,3	11,4	1,1
7.XII	9,2	8,7	0,5
19.XII	6,4	6,9	0,5
9.I.1907	5,9	5,9	0,0
24	2,8	3,1	0,3
8.II	3,7	2,3	1,4
14	3,5	3,9	0,4
21.II	3,7	3,4	0,3
13.III	5,8	4,0	1,8
20	5,3	5,1	0,2

TABLEAU 9.

III. — Comparaisons des aires côtières occidentale « NORE » et orientale (rade de Oostende) avec la zone médiane.

Dates	Différence entre le « NORE » et la zone médiane	Températures			Différence entre Oostende et la zone médiane
		« NORE »	Point supérieur ou inférieur dans la zone médiane	Oostende	
		Fin de la phase estivale de 1904.			
7.VIII.1904	2,2	19,5	17,3	20,1	2,8
		Phase hivernale de 1904-1905.			
14.IX	1,8	15,2	17,0	17,5	0,5
28	1,7	14,0	15,7	13,6	2,1
5.X	1,9	13,5	15,4	14,3	1,1
12	1,5	13,0	14,5	12,7	1,8
20	1,7	12,3	14,0	13,0	1,0
26	1,5	12,0	13,5	12,5	1,0
3.XI	1,1	11,8	12,9	11,8	1,1
11	1,5	10,0	11,5	10,8	0,7
16	2,4	9,6	12,0	10,2	1,8
27	2,8	7,4	10,2	6,4	3,8
30	4,8	5,4	10,2	7,0	3,2
7.XII	3,6	6,0	9,6	7,3	2,3
14	1,6	7,3	8,9	6,1	2,8
27	3,4	5,4	8,8	5,5	3,3
4.I.1905	3,0	5,4	8,4	5,4	3,0
12	1,7	5,8	7,5	5,7	1,8
20	5,2	2,3	7,5	3,3	4,2
25	4,6	3,2	7,8	3,2	4,6
2.II	0,8	5,2	6,0	4,3	1,7
10	2,2	4,6	6,8	4,9	1,9
15	0,6	6,0	6,6	4,6	2,0
5.III	1,2	4,2	5,4	3,5	1,9
8	1,2	5,3	6,5	4,3	2,2
20	0,1	7,5	7,6	6,5	1,1
22	1,1	7,1	8,2	8,0	0,2
31	0,0	8,1	8,1	8,6	0,5
5.IV	1,3	7,6	8,9	8,9	0,0
12	0,7	8,1	8,8	8,3	0,5
19	0,3	8,3	8,6	8,8	0,2
		Phase estivale de 1905.			
3.V	0,5	9,8	9,3	10,0	0,7
10	0,8	10,7	9,9	11,9	2,0
17	0,5	10,6	10,1	11,6	1,5
24	0,3	10,9	10,6	12,6	2,0
6.VI	2,0	14,2	12,2	15,5	3,3
7	2,1	14,3	12,2	15,6	3,4
16	2,0	15,0	13,0	16,8	3,8
23	1,7	15,1	13,4	17,4	4,0
12.VII	1,7	17,3	15,6	19,9	4,3
20	2,5	18,5	16,0	19,0	3,0
26	2,0	19,4	17,4	21,1	3,7
3.VIII	2,1	19,1	17,0	19,2	2,2
17	0,9	17,6	16,7	18,2	1,5

TABLEAU 9 *(Suite)*.

Dates	Différence entre le « NORE » et la zone médiane	Températures			Différence entre Oostende et la zone médiane
		« NORE »	Point supérieur ou inférieur dans la zone médiane	Oostende	
		Phase hivernale de 1905-1906.			
30	0,0	16,0	16,0	16,6	0,6
1.IX	0,4	16,0	16,4	16,5	0,1
14	1,6	14,2	15,8	14,8	1,0
21	0,5	15,2	15,7	14,9	0,8
11.X	1,8	12,3	14,1	11,6	2,5
16	3,6	9,6	13,2	10,9	2,3
26	2,8	8,8	11,6	7,8	3,8
1.XI	2,2	9,3	11,5	9,0	2,5
8	1,6	10,0	11,6	9,0	2,6
16	5,4	5,2	10,6	7,0	3,6
22	2,1	7,9	10,0	5,6	4,4
29	4,3	6,0	10,3	6,7	3,6
6.XII	2,2	7,0	9,2	5,6	3,6
17	2,4	6,8	9,2	5,4	3,8
27	1,9	5,8	7,7	5,4	2,3
3.I.1906	3,5	5,0	8,5	3,4	5,1
10	3,8	4,7	8,5	6,2	2,3
17	3,9	5,5	9,4	6,8	2,6
24	2,9	4,5	7,4	4,1	3,3
2.II	2,3	4,4	6,7	4,2	2,5
14	2,3	3,7	6,0	4,1	1,9
28	0,6	5,7	6,3	4,6	1,7
21.III	3,9	2,2	6,1	5,7	0,4
4.IV	2,0	5,1	7,1	6,5	0,6
		Phase estivale de 1906			
12.IV	2,4	8,5	6,1	8,3	0,2
2.V	0,8	8,5	7,7	8,4	0,7
9	0,2	8,7	8,5	10,5	2,0
16	1,6	10,8	9,2	10,0	0,8
23	1,2	11,3	10,1	12,7	2,6
27.VI	2,2	14,7	12,5	17,2	4,7
6.VII	2,2	16,1	13,9	17,8	3,9
18	0,4	17,0	16,6	17,7	1,1
1.VIII	3,5	19,2	15,7	19,2	3,5
8	2,0	18,7	16,7	20,1	3,4
15	2,4	18,0	15,6	18,1	2,5
29	0,7	16,9	16,2	18,0	1,8
		Phase hivernale de 1906-1907.			
19.IX	0,9	15,6	16,5	16,0	0,5
26	0,0	16,0	16,0	15,4	0,6
10.X	0,8	15,6	16,4	16,5	0,1
17	0,5	15,0	15,5	14,1	1,4
18	0,5	14,7	15,2	14,5	0,7
25	1,0	14,0	15,0	15,0	0,0
31	2,8	11,8	14,6	12,2	2,4
7.XI	1,6	12,1	13,7	10,8	2,9
28	1,7	10,3	12,0	10,8	1,2
7.XII	2,2	7,0	9,2	9,2	0,0
19	2,4	6,4	8,8	5,6	3,2
9.I.1907	2,8	4,5	7,3	6,5	0,8
24	2,7	2,8	5,5	0,0	5,5
8.II	2,0	2,0	4,0	1,0	3,0
14	0,6	3,5	4,1	1,7	2,4

TABLEAU 9 *(Suite)*.

Dates	Différence entre le « NORE » et la zone médiane	Températures			Différence entre Oostende et la zone médiane
		« NORE »	Point supérieur ou inférieur dans la zone médiane	Oostende	
21.II	0,1	3,2	3,1	3,4	0,3
13.III	2,4	7,0	4,6	7,8	3,2
20	1,4	4,3	5,7	4,9	0,8

TABLEAU 10.

IV. — Comparaison des aires intermédiaires occidentale « TONGUE » et orientale « WEST-HINDER » avec la zone médiane.

Dates	Différence entre le « TONGUE » et la zone médiane	Températures			Différence entre le « WEST-HINDER » et la zone médiane
		« TONGUE »	Point supérieur ou inférieur dans la zone médiane	« WEST-« HINDER	
Fin de la phase estivale de 1904.					
7.VIII.1904	1,1	18,4	17,3	18,8	1,5
Phase hivernale de 1904-1905.					
14.IX	1,4	15,6	17,0	17,3	0,3
28	0,1	15,6	15,7	15,5	0,2
5.X	0,9	14,5	15,4	15,0	0,4
12	—	—	14,5	14,1	0,4
21	0,6	13,4	14,0	13,6	0,4
26	1,0	12,5	13,5	12,9	0,6
3.XI	0,6	12,3	12,9	12,7	0,2
11	0,4	11,1	11,5	11,5	0,0
16	0,1	11,0	12,0	11,5	0,5
27	2,8	7,4	10,2	8,8	1,4
30	1,4	8,8	10,2	9,4	0,8
7.XII	2,4	7,2	9,6	8,8	0,8
14	1,1	7,8	8,9	8,7	0,2
27	1,1	7,7	8,8	7,8	1,0
4.I.1905	1,6	6,8	8,4	7,5	0,9
12	1,3	6,2	7,5	6,2	1,3
20	1,6	5,9	7,5	5,4	2,1
25	1,4	6,4	7,8	5,6	2,2
2.II	0,7	5,3	6,0	4,7	1,3
10	1,1	5,7	6,8	5,0	1,8
15	1,1	5,5	6,6	5,2	1,4
5.III	0,5	4,9	5,4	4,8	0,6
8	1,2	5,3	6,5	5,6	0,9
20-21	0,0	7,6	7,6	7,2	0,4

TABLEAU 10 *(Suite)*.

Dates	Différence entre le « TONGUE » et la zone médiane	Températures			Différence entre le « WEST-HINDER » et la zone médiane
		« TONGUE »	Point supérieur ou inférieur dans la zone médiane	« WEST- « HINDER	
22	0,5	7,7	8,2	8,2	0,0
31	0,8	8,9	8,1	8,3	0,2
3.IV	1,1	7,8	8,9	8,5	0,4
12	0,6	8,2	8,8	8,2	0,6
19	0,3	8,3	8,6	8,8	0,2
		Phase estivale de 1905.			
3.V	0,6	9,9	9,3	9,5	0,2
10	0,1	10,0	9,9	10,2	0,3
17	0,4	9,7	10,1	11,5	1,4
24	0,0	10,6	10,6	11,4	0,8
6.VI	0,7	12,9	12,2	13,0	0,8
7	0,4	12,6	12,2	13,2	1,0
16-17	0,0	13,0	13,0	13,8	0,8
23	1,6	15,0	13,4	14,9	1,5
12.VII	1,3	16,9	15,6	17,0	1,4
20-21	2,0	18,0	16,0	17,7	1,7
26	0,9	18,3	17,4	18,0	0,6
3.VIII	1,0	18,0	17,0	17,7	0,7
17	0,9	17,6	16,7	17,8	1,1
		Phase hivernale de 1905-1906			
30.VIII	0,1	16,1	16,0	16,7	0,7
1.IX	0,4	16,0	16,4	16,5	0,1
14-15	1,0	14,8	15,8	15,9	0,1
21-22	0,7	15,0	15,7	15,2	0,5
11.X	1,3	12,8	14,1	13,4	0,7
16	2,0	11,2	13,2	13,8	0,6
26	1,3	10,3	11,6	10,5	1,1
1.XI	1,0	10,5	11,5	11,5	0,0
8	1,6	10,0	11,6	10,9	0,9
16	5,0	5,6	10,6	9,7	0,9
22	1,9	8,1	10,0	10,0	0,0
29	1,8	8,5	10,3	8,9	1,4
6.XII	0,9	8,3	9,2	8,6	0,6
17	2,3	6,9	9,2	6,6	2,6
27	0,4	7,3	7,7	6,8	0,9
3.I.1906	1,0	7,5	8,5	6,1	2,4
10	1,5	7,0	8,5	8,4	0,1
17	2,3	7,1	9,4	7,2	2,2
24	1,9	5,5	7,4	6,1	1,3
2.II	2,0	4,7	6,7	5,4	1,3
14	1,5	4,5	6,0	5,8	0,2
28	2,0	4,3	6,3	5,6	0,7
21.III	1,9	4,2	6,1	5,3	0,8
4.IV	2,0	5,1	7,1	6,4	0,7
		Phase estivale de 1906.			
12-13	1,0	7,1	6,1	6,8	0,7
2.V	0,3	7,4	7,7	8,2	0,5
9	0,2	8,7	8,5	8,8	0,3
16	0,0	9,2	9,2	9,6	0,4
23	0,0	10,1	10,1	11,0	0,9
27.VI	2,1	14,6	12,5	14,2	1,7

TABLEAU 10 *(Suite)*.

Dates	Différence entre le « TONGUE » et la zone médiane	Températures			Différence entre le « WEST-HINDER » et la zone médiane
		« TONGUE »	Point supérieur ou inférieur dans la zone médiane	« WEST-HINDER »	
6.VII	2,2	16,1	13,9	15,0	1,1
18	0,4	17,0	16,6	15,8	0,8
1.VIII	1,6	17,3	15,7	16,6	0,9
8	2,0	18,7	16,7	17,8	1,1
15	2,4	18,0	15,6	17,0	1,4
29	0,7	16,9	16,2	17,2	1,0
Phase hivernale de 1906-1907.					
19.IX	0,3	16,2	16,5	16,7	0,2
26	0,1	16,0	15,9	16,1	0,2
10.X	0,3	16,1	16,4	16,2	0,2
17	0,5	15,0	15,5	15,3	0,2
18	0,7	14,5	15,2	14,8	0,4
25-26	1,0	14,0	15,0	14,6	0,4
31	1,9	12,7	14,6	14,2	0,4
7.XI	1,6	12,1	13,7	13,1	0,6
28	1,7	10,3	12,0	11,4	0,6
7.XII	0,0	9,2	9,2	8,7	0,5
19	2,4	6,4	8,8	6,9	1,7
9.I.1907	1,4	5,9	7,3	5,9	1,4
24-25	2,7	2,8	5,5	3,1	2,4
8.II	0,3	3,7	4,0	2,3	1,7
14-15	0,6	3,5	4,1	3,9	0,2
21-22	0,6	3,7	3,1	3,4	0,3
13.III	1,2	5,8	4,6	4,0	0,6
20	0,4	5,3	5,7	5,1	0,6
27	0,7	4,5	5,2	5,7	0,5
3.IV	0,2	6,1	5,9	6,6	0,7
10	0,2	7,1	7,3	8,1	0,8
17	0,1	7,3	7,4	7,4	0,0
24	0,2	8,7	8,5	8,7	0,2
Phase estivale de 1907.					
1.V	0,3	8,4	8,1	8,2	0,1
8	0,9	8,3	9,2	10,0	0,8
16-17	0,6	9,6	9,0	9,3	0,3
22	0,7	10,6	9,9	11,3	1,4
5.VI	0,7	11,6	10,9	11,8	0,9
12	1,8	12,9	11,1	13,1	2,0
29	1,3	13,8	12,5	13,3	0,8
3.VII	1,0	13,9	12,9	13,5	0,6
17	0,8	14,5	13,7	14,4	0,7
24	0,8	15,1	14,3	15,7	1,4
31	0,6	15,5	14,9	15,5	0,6
21.VIII	0,7	15,7	15,0	15,9	0,9
Phase hivernale de 1907-1908.					
4.IX	0,1	15,2	15,1	14,7	0,4
11	0,0	16,3	16,3	16,4	0,1
18	0,2	15,9	16,1	16,1	0,0
2.X	0,7	15,0	15,7	15,6	0,1
23	1,2	13,2	14,4	14,5	0,1
30	1,3	12,7	14,0	13,8	0,2
20.XI	0,8	10,7	11,5	11,5	0,0

Nous appelons zone médiane, la bande qui coupe la ligne Oostende-Nore entre 25 et 40 milles à partir de Oostende.

Dans l'étude des variations locales, nous prenons toujours l'endroit de cette zone où la température la plus haute ou la plus basse a été observée durant un voyage. Ce point varie de quelques minutes en longitude, mais il ne varie pas, ou seulement très peu, en latitude.

Les aires marines avoisinant d'une part la zone médiane et de l'autre les deux crêtes se faisant face portent le nom d'aires latérales et on y distingue :

1° l'aire côtière occidentale-« NORE »,
2° l'aire côtière orientale-Rade de Oostende.
3° l'aire intermédiaire occidentale-« TONGUE »,
4° l'aire intermédiaire orientale-« WEST-HINDER ».

Nous établissons une comparaison entre ces cinq régions avec quatre points de vue qui varient :

1° l'état de la température dans les cinq régions d'une section de la mer considérée à un moment donné,
2° le maximum et le minimum observés dans les cinq régions,
3° la moyenne de température observée dans les cinq régions,
4° l'amplitude de l'oscillation thermique annuelle dans les cinq régions.

Cette comparaison sera faite :

A. — Entre les deux aires côtières, occidentale et orientale « NORE »-Oostende,

B. — Entre les deux aires internes des aires occidentale et orientale « TONGUE »-« WEST-HINDER »,

C. — Entre les deux aires côtières et la zone médiane « NORE »-zone médiane-Oostende,

D. — Entre les deux aires intermédiaires et la zone médiane « TONGUE »-zone médiane-« WEST-HINDER ».

Sans doute, il serait à souhaiter que les observations aient été faites au même moment en tous les points de la section, au lieu d'être échelonnées de demi-heure en demi-heure sur un espace de cinq à six heures. C'est là un défaut auquel seul pourrait remédier un système général d'observations continues, tout en le considérant comme utopique et irréalisable pour l'ensemble de la mer du Nord.

Force nous est donc de nous contenter de ces observations faites dans des conditions qui ne sont point parfaites et d'en tirer le meilleur parti possible en les traitant comme si elles avaient été faites au même instant.

Tableaux comparatifs.

Nous avons extrait des diagrammes les données mises en relief dans les tableaux ci-dessus, qui nous permettent de comparer, pour en noter les différences, les températures observées pendant la durée d'un même voyage aux cinq points caractérisant chacune des aires correspondantes.

A. — *Etat de la température sur une section de la mer considérée à un moment donné.*

Un simple coup d'oeil sur les diagrammes permet de constater l'existence de trois états différents dans les rapports de température des deux côtes avec le milieu de la mer :

1er état : la température est plus élevée sur les deux côtes qu'au milieu de la mer : le tracé est concave,

2e état : la température est moins élevée sur les deux côtes qu'au milieu de la mer : le tracé est convexe,

3e état : la température est à peu près égale sur les deux côtes et au milieu de la mer : le tracé se rapproche d'une ligne horizontale avec des ondulations normales.

Considérés sous l'aspect de la variation dans le temps, ces trois états se reproduisent chaque année. On peut donc distinguer, dans la série totale des observations, des périodes correspondant à ces trois états. Cette distinction est nécessaire, même au point de vue de l'étude comparative de la variation dans l'espace.

Nous appelons phase estivale la période pendant laquelle la température des aires latérales côtières ou intermédiaires est supérieure à celle de la zone médiane et phase hivernale, celle pendant laquelle la température y est inférieure. Le tracé est concave durant la phase estivale. Il est convexe durant la phase hivernale.

Les périodes à tracé se rapprochant de l'horizontalité sont les périodes transitionnelles comprenant les zones limites des phases; elles ont moins d'importance.

Les périodes ne correspondent pas aux périodes d'ascension et de descente de la température, que nous avons à distinguer dans l'étude de l'oscillation thermique annuelle.

B. — *Maxima et minima observés dans les cinq régions.*

a) Comparaison des aires côtières, occidentale et orientale, entre elles.

La comparaison entre les deux aires côtières ne donne pas des résultats aussi nets qu'on pourrait le désirer. Cela provient surtout des interruptions que présente la série des observations au « Nore ». Un concours de circonstances défavorables a souvent empêché la prise des températures au-delà du « Tongue », dans l'estuaire du Thames, surtout pendant la période estivale de 1906. Cependant, les chiffres obtenus fournissent certaines indications qu'il est utile de mettre en relief.

On notera que la température observée durant un voyage a été tantôt plus haute, tantôt plus basse dans la rade de Oostende que par le travers du « NORE ».

1° La température de la mer a atteint, pendant l'ensemble des phases estivales, un maximum absolu plus élevé près de Oostende qu'au « NORE ».

Maximum absolu observé.

« NORE ».		Oostende.	
7.VIII.1904	19°5	26.VII.1905	21°1

2° De même elle est descendue à un minimum absolu plus bas près de Oostende qu'au « NORE ».

Minimum absolu observé.

« NORE ».		Oostende.	
8.II.1907	2°	24.I.1907	0°

3° De même encore en examinant séparément les phases estivales on trouve que, dans chacune, le maximum atteint est plus élevé près de Oostende qu'au « NORE ».

Maximum observé pendant les deux phases estivales.

« NORE ».		Oostende.	
26.VII.1905	19°4	26.VII.1905	21°1
1.VIII.1906	19°2	8.VIII.1906	20°1

4° Mais la même recherche pour les trois phases hivernales prouve que le minimum observé est plus bas au « NORE » qu'à Oostende en 1904-1905 et en 1905-1906 et qu'il n'est, au contraire, inférieur près de Oostende qu'en 1906-1907.

Minimum observé pendant les trois phases hivernales.

« NORE ».			Oostende.	
		1904-1905		
20.I.1905	2°3		25.I.1905	3°2
		1905-1906.		
21.III.1906	2°2		3.I.1906	3°4
		1906-1907		
8.II.1907	2°		24.I.1907	0°

La phase de 1906-1907 présente un minimum de 2 °C au « NORE » et 0 °C à Oostende. C'est la seule observation d'une température de 0 °C qui ait été faite.

Il semble donc que, si notre aire côtière orientale atteint nettement un maximum estival plus élevé qu'à l'aire côtière occidentale, celle-ci voit plutôt plus normalement la température de ses eaux de surface descendre plus bas que celle de la rade de Oostende pendant la phase hivernale.

b) Comparaison des aires intermédiaires, occidentale et orientale, entre elles.

1° Le maximum absolu a été un peu plus élevé au « WEST-HINDER » qu'au « TONGUE ».

Maximum absolu observé.

« TONGUE ».		« WEST-HINDER ».	
8.VIII.1906	18,7 °C	26.VII.1905	18,0 °C

2° Le minimum absolu a été plus bas au « WEST-HINDER » qu'au « TONGUE ».

Minimum absolu observé.

« TONGUE ».		« WEST-HINDER ».	
24.I.1907	2,8 °C	8.II.1907	2,3 °C

3° Le maximum dans les phases estivales a été un peu plus élevé au « WEST-HINDER » qu'au « TONGUE » en 1905 et naturellement moins élevé en 1906.

Maximum observé pendant les trois phases estivales.

« TONGUE ».		« WEST-HINDER ».	
26.VII.1905	18,3 °C	26.VII.1905	18,0 °C
8.VIII.1906	18,7 °C	8.VIII.1906	17,8 °C
21.VIII.1907	15,7 °C	21.VIII.1907	15,9 °C

4° Le minimum dans les phases hivernales a été plus bas au « WEST-HINDER » qu'au « TONGUE » en 1904-1905 et en 1906-1907 et moins bas en 1905-1906.

Minimum observé pendant les trois phases hivernales.

« TONGUE ».			« WEST-HINDER ».	
		1904-1905		
5.III.1905	4,9 °C		2.II.1905	4,7 °C
		1905-1906		
21.III.1906	4,2 °C		21.III.1906	5,3 °C
		1906-1907		
24.I.1907	2,8 °C		8.II.1907	2,3 °C

c) Comparaison des deux aires côtières avec la zone médiane.

1° Le maximum absolu observé dans la zone médiane a été nettement moins élevé que celui des deux aires côtières, occidentale et orientale.

« NORE ».		Zone médiane.		Oostende.	
7.VIII.1904	19,5 °C	26.VII.1905	17,4 °C	26.VII.1905	21,1 °C

2° Le minimum absolu observé dans la zone médiane a été moins bas que celui des deux aires côtières.

« NORE ».		Zone médiane.		Oostende.	
8.II.1907	2,0 °C	21.II.1907	3,1 °C	24.I.1907	0,0 °C

3° Le maximum observé dans chacune des deux phases estivales a été moins élevé dans la zone médiane que dans les deux zones côtières.

Phases estivales.

« NORE ».		Zone médiane.		Oostende.	
26.VII.1905	19,4 °C	26.VII.1905	17,4 °C	26.VII.1905	21,1 °C
1.VIII.1906	19,2 °C	8.VIII.1906	16,7 °C	8.VIII.1905	20,1 °C

4° Le minimum observé dans chacune des trois phases hivernales a été supérieur à celui des deux aires côtières.

« Nore ».		Phases hivernales. Zone médiane.		Oostende.	
		1904-1905			
20.I.1905	2,3 °C	5.III.1905	5,4 °C	25.I.1905	3,2 °C
		1905-1906			
21.III.1906	2,2 °C	14.II.1906	6,0 °C	3.I.1906	3,4 °C
		1906-1907			
8.II.1907	2,0 °C	21.II.1907	3,1 °C	24.I.1907	0,0 °C

Il faut remarquer que la température baissait encore dans la zone médiane alors qu'elle remontait déjà dans les zones latérales. Aussi est-ce au début de la phase estivale de 1907 que le minimum de 3,1 °C a été atteint dans la zone médiane.

d) Comparaison des deux aires intermédiaires avec la zone médiane.

1° Le maximum absolu observé dans la zone médiane a été moins élevé que celui des deux aires intermédiaires, occidentale et orientale.

« Tongue ».		Zone médiane.		« West-Hinder ».	
8.VIII.1906	18,7 °C	26.VII.1905	17,4 °C	26.VII.1905	18,0 °C

2° Le minimum absolu observé dans la zone médiane a été moins bas que celui des deux aires intermédiaires.

« Tongue ».		Zone médiane.		« West-Hinder ».	
24.I.1907	2,8 °C	21.II.1907	3,1 °C	8.II.1907	2,3 °C

3° Le maximum observé dans chacune des trois phases estivales a été moins élevé dans la zone médiane que dans les deux zones intermédiaires.

« Tongue ».		Phases estivales. Zone médiane.		« West-Hinder ».	
26.VII.1905	18,3 °C	26.VII.1905	17,4 °C	26.VII.1905	18,0 °C
		1907			
8.VIII.1906	18,7 °C	8.VIII.1906	16,7 °C	8.VIII.1906	17,8 °C
21.VIII.1907	15,7 °C	21.VIII.1907	15,0 °C	21.VIII.1907	15,9 °C

4° Le minimum observé dans chacune des trois phases hivernales a été supérieur à celui des deux aires intermédiaires.

« Tongue ».		Phases hivernales. Zone médiane.		« West-Hinder ».	
		1904-1905			
5.III.1905	4,9 °C	5.III.1905	5,4 °C	2.II.1905	4,7 °C
		1905-1906			
21.III.1906	4,2 °C	14.II.1906	6,0 °C	21.III.1906	5,3 °C
		1906-1907			
24.I.1907	2,8 °C	21.26.II.1907	3,1 °C	8.II.1907	2,3 °C

C. — *Moyennes des températures observées dans les cinq régions.*

a) Comparaison des aires côtières, occidentale et orientale, entre elles.

La moyenne des températures observées donne les chiffres suivants :

Phases hivernales.

Moyenne de chaque phase. « NORE ».	Oostende.	*Moyenne des 3 phases.* « NORE ».	Oostende.
1904-1905			
7,98 °C	8,17 °C		
1905-1906			
7,95 °C	8,02 °C	8,38 °C	8,46 °C
1906-1907			
9,21 °C	9,19 °C		

Phases estivales.

Moyenne de chaque phase. « NORE ».	Oostende.	*Moyenne des 2 phases.* « NORE ».	Oostende.
1905			
14,80 °C	16,06 °C		
1906		14,41°C	15,44 °C
14,03 °C	14,83 °C		

La moyenne estivale a donc été supérieure, de plus de 2 degrés, à Oostende et la moyenne hivernale y a été moins basse qu'au « NORE » d'environ 1 degré.

Il semble donc que, si l'aire occidentale reçoit de la mer une influence réfrigérante en été, une influence réchauffante en hiver, ces deux influences y sont l'une et l'autre moins prononcées que dans l'aire orientale.

b) Comparaison des aires intermédiaires, occidentale et orientale, entre elles.

La moyenne des températures observées donne les résultats suivants :

Phases hivernales.

Moyenne de chaque phase. « TONGUE ».	« WEST-HINDER »	*Moyenne des 3 phases.* « TONGUE ».	« WEST-HINDER ».
1904-1905			
8,76 °C	9,20 °C		
1905-1906			
8,80 °C	9,62 °C	8,85 °C	9,35 °C
1906-1907			
8,99 °C	9,22 °C		

Phases estivales.

Moyenne de chaque phase. « TONGUE ».	« WEST-HINDER ».	*Moyenne des 3 phases.* « TONGUE ».	« WEST-HINDER ».
1905			
14,04 °C	14,28 °C	13,31°C	13,37 °C
1906			
13,42 °C	13,17 °C		
1907			
12,49 °C	12,66 °C		

Ainsi le maximum absolu observé est plus élevé et le minimum absolu est plus bas au « WEST-HINDER » qu'au « TONGUE ».

La moyenne hivernale y est un peu moins basse, la moyenne estivale y est légèrement plus élevée.

c) Comparaison des deux aires côtières avec la zone médiane.

Phases hivernales.

Moyenne de chaque phase.			*Moyenne des 3 phases.*		
« NORE ».	Zone médiane.	Oostende.	« NORE ».	Zone médiane.	Oostende.
	1904-1905				
7,98 °C	9,95 °C	8,17 °C			
	1905-1906				
7,95° C	10,37 °C	8,02 °C	8,38 °C	10,27 °C	8,46 °C
	1906-1907				
9,21 °C	10,51 °C	9,19 °C			

Phases estivales.

Moyenne de chaque phase.			*Moyenne des 2 phases.*		
« NORE ».	Zone médiane.	Oostende.	« NORE ».	Zone médiane.	Oostende.
	1905				
14,80 °C	13,34 °C	16,06 °C	14,41 °C	12,87 °C	15,44 °C
	1906				
14,03 °C	12,40 °C	14,83 °C			

La moyenne des températures observées pour la zone médiane a donc été constamment supérieure pendant les phases hivernales et inférieure pendant les phases estivales à celles des aires côtières.

d) Comparaisons des deux aires intermédiaires avec la zone médiane.

La moyenne des températures observées dans la zone médiane a été constamment supérieure pendant les phases hivernales et inférieure pendant les phases estivales à celle des aires intermédiaires.

Phases hivernales.

Moyenne de chaque phase.			*Moyenne des 3 phases.*		
« TONGUE ».	Zone médiane.	« WEST-HINDER ».	« TONGUE ».	Zone médiane.	« WEST-HINDER ».
	1904-1905				
8,76 °C	9,89 °C	9,20 °C			
	1905-1906				
8,80 °C	10,37 °C	9,62 °C	8,85 °C	9,96 °C	9,35 °C
	1906-1907				
8,99 °C	9,65 °C	9,22 °C			

Phases estivales.

Moyenne de chaque phase.			*Moyenne des 2 phases.*		
« TONGUE ».	Zone médiane.	« WEST-HINDER ».	« TONGUE ».	Zone médiane.	« WEST-HINDER ».
	1905				
14,04 °C	13,34 °C	14,28 °C			
	1906		13,31 °C	12,51 °C	13,37 °C
13,42 °C	12,49 °C	13,17 °C			
	1707				
12,49 °C	11,79 °C	12,66 °C			

D. — *Situation et déplacements des points maximum estival et minimum hivernal.*

Le point où la température la plus haute ou la plus basse a été notée au large, pendant un même voyage, est presque constamment situé dans la zone médiane, c'est-à-dire entre 25 et 40 milles à partir de Oostende.

Il oscille dans cette zone tantôt vers l'Est, tantôt vers l'Ouest, mais avec plus de tendance à gagner l'Ouest. C'est entre 30 et 35 milles qu'on le trouve le plus souvent.

La partie la plus chaude de la mer pendant les phases hivernales et la plus froide pendant les phases estivales se trouve donc, en moyenne, à 30 ou 35 milles dans l'Ouest de Oostende, c'est-à-dire à 40 ou 45 milles dans l'Est de la « TONGUE ». Elle est donc beaucoup plus voisine du « WEST-HINDER » que de la « TONGUE ».

Les recherches néerlandaises à bord du R.V. « WILLEM BEUKELZ » ont montré qu'au mois de février 1968, la température de l'eau était inférieure de 1,0 à 1,5 °C à la normale. Les anomalies négatives ont augmenté en direction des côtes néerlandaises. Au cours des mois d'août et de septembre, les résultats des mesures furent relativement normaux. En novembre, la température de la progression d'eau de la Manche était supérieure de 1 °C à la normale.

D'un autre côté, la température le long de la partie septentrionale de la côte néerlandaise était supérieure de 1,5 °C à la normale. Les légères chutes de la température peuvent être attribuées au refroidissement rapide occasionné par des vents froids d'Est relativement forts, ayant soufflé durant les croisières.

A des endroits plus élevés en latitude que $\varphi = 53°30'$ N, on a observé une légère stratification durant l'été avec des différences de température entre la surface et le fond de 1,8 °C (S. B. TIJSSEN, 1968) (fig. 12).

*
* *

L'atmosphère de la mer du Nord se rattache étroitement à l'Atlantique boréal dont les trajectoires de dépression, quand elles ne traversent pas directement cette mer, diffusent toujours leurs effets jusqu'à elle. Les vents soufflent le plus souvent de la partie ouest, du Nord-Ouest au Nord en été, du Sud-Ouest au Sud en hiver; cependant les vents de la partie est sont fréquents en hiver au Nord-Est, et, au printemps, au Sud-Est de la mer. Les calmes sont rares, le ciel est très souvent couvert, les brumes d'automne et d'hiver à l'Est, de printemps et d'été au centre, durent, selon les stations, de 41 à 98 jours; une atmosphère de vision restreinte en été, et de tempêtes de neige en hiver, s'ajoute souvent aux brumes proprement dites. La surface de la mer produit sur la température de l'air son influence modératrice habituelle : l'atmosphère au centre de la mer du Nord est plus fraîche en été et plus tiède en hiver que celle des continents voisins sous les mêmes parallèles (C. VALLAUX, 1933).

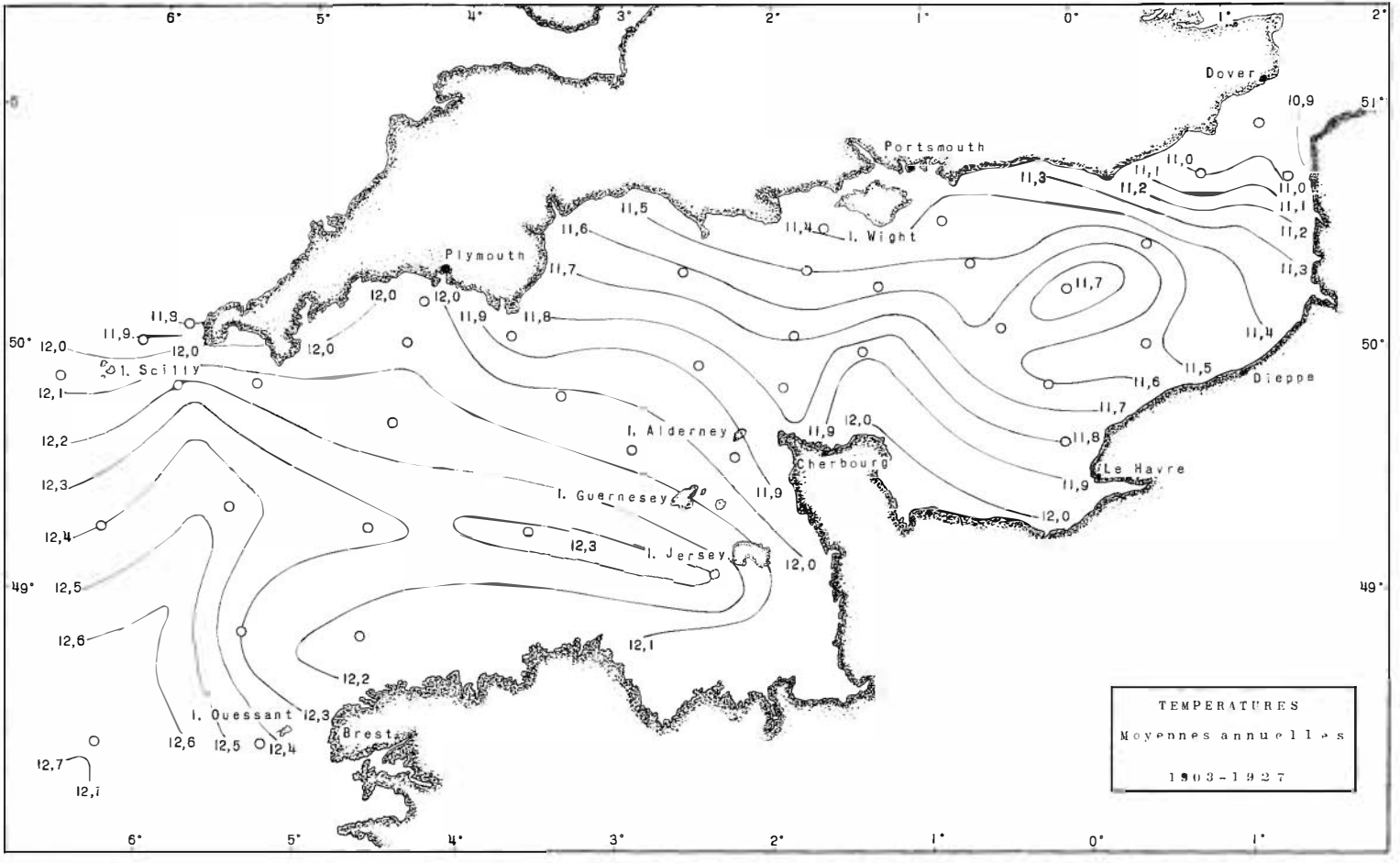


FIG. 11. — Isothermes pour la période 1903-1927. Moyennes annuelles. Manche.

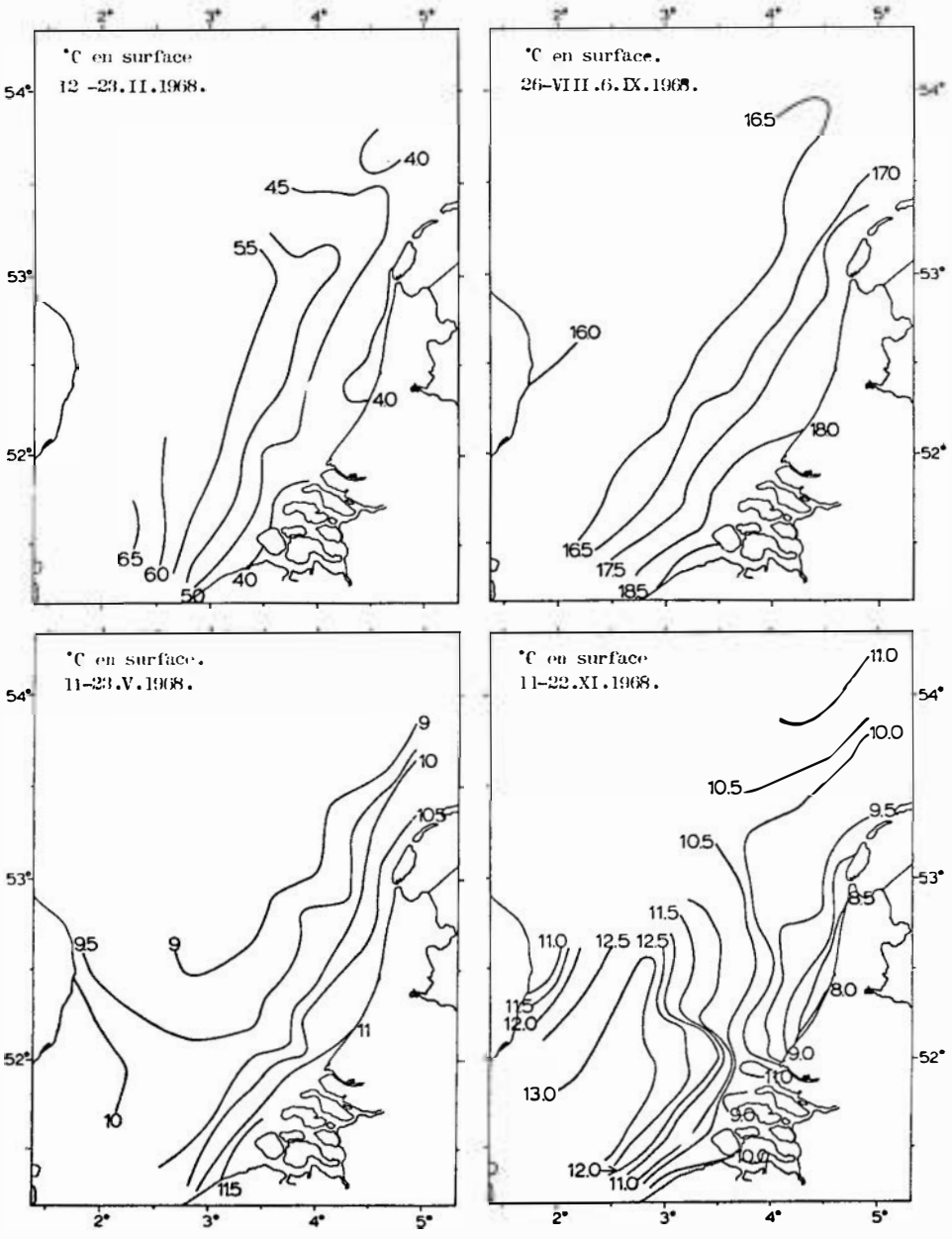


FIG. 12. — Isothermes en mer du Nord en 1968 (S. B. TIJSSEN, 1968).

2. — La Manche.

a) **Température en surface.**

Le tableau 11 donne la température de l'eau de mer dans le Pas-de-Calais entre le Cotentin et l'Angleterre, à l'entrée de la Manche, et sur les côtes sud de l'Irlande.

Tableau 11.

Variation annuelle de la température en quatre points de la Manche.

Mois	Latitude 51° N Longitude 1,5° W	Latitude 50° N Longitude 2° W	Latitude 49,5° N Longitude 5° W	Latitude 52° N Longitude 7° W
I	7,4	9,7	10,1	8,6
II	6,3	8,7	10,0	8,0
III	6,8	8,4	9,6	7,8
IV	7,9	8,7	9,8	8,4
V	10,0	10,2	11,2	9,9
VI	12,8	12,2	13,6	11,8
VII	15,0	14,0	15,7	13,3
VIII	16,5	15,2	16,3	14,2
IX	15,5	15,7	14,8	14,3
X	14,3	14,8	13,8	13,4
XI	11,6	12,9	12,6	11,5
XII	9,4	10,8	11,3	9,7
Variation annuelle	10,2	7,3	6,3	5,5

La température décroît en moyenne à l'entrée de la Manche jusqu'au Pas-de-Calais, mais cette décroissance est à peine marquée en été, et même assez souvent, en cette saison, la mer est plus chaude au Pas-de-Calais qu'à l'entrée de la Manche. L'influence du resserrement des terres et de la diminution des profondeurs est ainsi manifeste. Pour la même raison, il est assez curieux de constater que l'eau de mer au voisinage du rivage est, en été, plus chaude, ou au moins aussi chaude, sur les côtes de Hollande que sur les côtes françaises de la Manche : les températures à Scheveningen, la plage de Den Haag, sont plus agréables qu'à Trouville.

Le climat de la Manche, complètement océanique à l'ouvert de l'Atlantique, devient à demi continental dans le centre et dans l'Est, à partir du méridien de La Hague. Les variations thermiques diurnes et saisonnières s'accentuent. Les eaux sont homohalines à peu près partout : elles conservent la salinité océanique, avec une très légère décroissance d'Ouest et d'Est (de 35,5 à 35,0 ‰).

La température des eaux de surface varie de +6 °C à +9 °C en février à +15 °C et +17 °C en août; à peu près homothermes jusqu'au fond, en novembre et février, elles sont un peu plus chaudes en surface, en mai et en août. Les afflux d'eaux océaniques, discernables par la venue du plancton du large, se révèlent aussi à l'indice thermique, plus bas en été et plus élevé en hiver, au milieu du

chenal de la Manche, par rapport aux eaux côtières.

Sur les côtes d'Angleterre et de France qui se font face, la température est, en toutes saisons, sensiblement la même, mais en hiver, au milieu de la Manche, la température est plus élevée de près de 1 °C au voisinage des côtes, tandis qu'en été elle est plus froide.

b) **Température en profondeur.**

Au départ de Lorient, « LA TANCHE » (C. BELLOC, 1928) a effectué une série de stations océanographiques, le long de la côte du Morbihan, pour étudier les conditions de température entre Lorient et le Croisic.

Au cours de la croisière on a pu déterminer l'extension de la transgression atlantique dans le golfe de Gascogne, au mois d'août.

L'isotherme 14 °C, qu'on considère comme la limite des eaux atlantiques chaudes et salées, occupe sensiblement la même position qu'en août 1923, à 50 mètres de profondeur.

Les eaux froides de Penmarch et de la Estaca forment vers le Sud et vers le Nord deux larges nappes, dont les extrémités se rapprochent en suivant le 7° de longitude Ouest. Elles laissent entre elles, à la hauteur du 45° parallèle, une sorte de couloir par lequel les eaux atlantiques s'infiltrent dans le golfe et vont rejoindre la nappe permanente d'eau salée.

Ce couloir, plus ou moins étroit, que nous retrouvons tous les ans en août dans la même région, a été désigné sous le nom de « seuil froid ». Sa largeur varie beaucoup suivant les années : en 1927, il mesure à peine 15 milles de largeur, tandis qu'il dépassait 60 milles en 1921.

Si nous comparons l'extension de la transgression chaude dans le golfe au mois d'août, au cours des années depuis 1921, nous constatons que 1927 doit être rapproché de 1925, année à faible transgression et à prédominance des eaux à faible salinité.

Ceci vient confirmer l'opinion émise par M. LE DANOIS dans le Rapport Atlantique de 1926 (Copenhague) au sujet du cycle des transgressions atlantiques dans la region du golfe de Gascogne.

1921, année à forte trangression chaude et très salée (moyenne 35,6 Σ; 16 °C),
1922, année moyenne (salinité moyenne 35,4 ‰ Σ; 14 °C),
1923, année à faible transgression et à prédominance des eaux à salinité faible,
1924, année moyenne,
1925 et 1926, pas de croisière,
1927, si l'on en juge par la très faible extension des eaux atlantiques en août, est absolument comparable à 1923, c'est-à-dire une année à transgression faible.

*
* *

Dans le n° 74 des Publications de circonstance du Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer, un résumé sur les travaux océanographiques exécutés par la France dans l'Atlantique au cours de l'été 1920, consacré plus spécialement à la thermométrie des eaux atlantiques (1921), a été publié par M. LE DANOIS, H. HELDT et FREUDER. Une partie de ces observations se rapporte à la région occidentale extrême, au delà de l'entrée de la Manche.

Dans les régions peu profondes (H. W. HARVEY, 1929-1930) de la Manche, où

les vagues et la turbulence due aux courants de marée provoquent le brassage des couches d'eau, et, par conséquent, entraînent l'uniformisation de la température des différentes couches, de haut en bas, l'eau se réchauffe environ un mois avant l'équinoxe vernal et atteint un maximum à la fin de l'été.

En ce qui concerne les températures de surface, au cours des journées à ciel couvert, ou par vent fort, il y a rarement une différence notable de la température à 5 m, mais par ciel clair au cours de l'après-midi, ou après une nuit glaciale en hiver par mer calme, la différence peut être notable, quoique inaccoutumée dans cette région. La chose présente une certaine importance et un grand nombre de mesures de températures en surface ont été accumulées en Manche et en mer du Nord. Les cartes dressées au moyen de ces données peuvent être conçues pour l'ensemble de la masse d'eau au cours de l'hiver, puisqu'on sait qu'il existe alors des conditions d'isothermie.

En été, la température de la couche de 5 m est à un tel degré dépendante du brassage vertical dû au vent, que de telles cartes n'ont qu'une valeur restreinte, excepté pour les régions peu profondes, comme la partie orientale de la Manche, où le brassage vertical empêche la tendance à la stratification.

Le maximum de température atteint à la fin de l'été et le minimum à la fin de l'hiver subissent des fluctuations d'année en année. Les dates même auxquelles certaines températures particulières sont atteintes diffèrent largement. Ce dernier fait est d'autant plus important pour les biologistes que la reproduction de beaucoup d'animaux marins est strictement limitée à un gradient de température très étroit.

D'après W. R. G. Atkins et P. Jenkin (1952), la température minimale de la Manche au cours de 21 ans (1921-1949) a été de 7,4 °C et bien le 27 février 1947. Le minimum le plus chaud s'est produit le 13 avril 1949 avec 9,9 °C. Si on exclut la valeur exceptionnelle observée en 1947, le minimum hivernal était situé entre 8,2 °C et 9,0 °C, moyenne : 8,55 °C, et ensuite entre 9,0 °C et 9,9 °C, moyenne 9,41 °C. La moyenne pour les vingt ans est : 8,98 °C. Il n'y a pas eu d'indication en ce qui concerne une variation régulière éventuelle de la température minimale qui a été observée une fois en janvier, deux fois en février, seize fois en mars, une fois en avril et une fois au cours du mois de décembre.

En hiver, la température de surface et celle de toute la colonne aquatique sont généralement identiques. Cette dernière est isotherme pour treize années au mois d'octobre, pour huit mois de septembre elle était voisine de cette isothermie. En 1922, cet état était réalisé le 11 juillet ou même avant et encore une fois le 22 septembre.

Le maximum le plus bas pour la colonne aquatique a été de 12,12 °C et durant cinq ans il est resté en dessous de 14,0 °C. Treize observations ont montré des maxima entre 14 et 15 °C, trois 15 °C ou plus avec un maximum de 15,8 °C. La température moyenne maximum de toute la colonne est de 14,34 °C.

On observe le maximum de température pour toute la colonne lorsque l'isothermie est atteinte ou presque, généralement tard en septembre ou presque en octobre. La température maximum de surface a été mesurée quinze fois en août, quatre fois en juillet et deux fois en septembre. Il faut toutefois tenir compte du fait que ces chiffres n'ont rien d'absolu; en effet, il n'est pas toujours possible de faire des croisières et des données extrêmes peuvent ainsi échapper à l'observation.

Les moyennes mensuelles des températures de l'air ont présenté un maximum deux fois en juin, neuf fois en juillet ainsi qu'en août et une fois en septembre.

CHAPITRE III

Le milieu marin.

B. — LE MILIEU CHIMIQUE

A côté d'un nombre considérable de publications consacrées à l'un ou l'autre aspect de la chimie des eaux de mer, quelques traités sont plus particulièrement destinés à la pratique, ainsi : H. W. HARVEY (1945, 1955); B. HELLAND-HANSEN et S. PALITZSCH (1923); H. BARNES (1959); J. P. RILEY et G. SKIRROW (1965); J. D. H. STRICKLAND et T. R. PARSONS (1960, 1965).

Il semble que ce soit R. BOYLE qui peut être considéré comme le père de l'océanographie chimique scientifique par sa publication « Observations and experiments on the saltness of the sea ». C'est lui qui a introduit vers 1670 l'application du nitrate d'argent comme test pour les eaux salées.

a) SALINITE, CHLORINITE et DENSITE

La concentration des solides totaux dissous dans l'eau de mer est généralement exprimée en parties pour mille (milligrammes/litre) ou nombre de grammes de solides par kilogramme d'eau de mer.

Quoiqu'il suffise généralement en biologie d'exprimer le nombre entier le plus rapproché ou même la première décimale, les océanographes ont adopté d'exprimer la salinité jusqu'à la seconde décimale, car de très minimes différences de salinité ont une influence réelle sur la stabilité dynamique des masses aquatiques.

A moins de dilution par de fortes pluies, de la glace fondante, ou par l'eau de rivière, la salinité en surface est généralement de 33 à 37 ‰.

La salinité des eaux profondes des océans varie entre des limites très étroites, environ 34,6 à 35 ‰ (H. U. SVERDRUP, 1942).

La chlorinité représente le nombre de grammes d'halogènes, calculés comme chlore, précipités par le nitrate d'argent et contenus dans un kilogramme d'eau de mer. La salinité est obtenue depuis la chlorinité par la formule :

$$\Sigma = 0{,}03 + 1{,}805 \times \text{chlorinité}.$$

La densité ou poids spécifique de l'eau de mer peut être obtenue depuis la chlorinité, si la température est connue :

A 0 °C, la densité égale :

$$0{,}999931 + 0{,}0014708\ Cl - 0{,}00000157\ Cl^2 + 0{,}000000039\ Cl^3.$$

La densité peut aussi être lue dans les tables hydrographiques de M. KNUDSEN (1901). Elle est d'environ 1,024 à 1,030.

L'examen des eaux des différentes mers montre que, chaque fois que l'une d'elles se trouve relativement isolée, sa composition chimique se particularise, par suite des influences locales que ne vient plus noyer la grande masse océanique. Les mers isolées, soumises à une évaporation intense, se concentrent; celles, au con-

traire, situées sous des régions plus froides, recevant le tribut de nombreux ou de puissants cours d'eau, se dessalent.

En outre, la concentration saline ne varie pas seule dans ces différentes mers, mais, ce qui est plus important, le rapport des sels entre eux.

Tout au contraire, à côté de ces compositions hétérogènes, la grande masse marine du globe, constituée par les trois grands océans : Atlantique, Pacifique et Indien, présente une composition stable. Sans doute, par suite de l'évaporation, des pluies inégales, des courants, etc., la concentration saline varie entre deux points voisins d'un même océan, et à plus forte raison d'un océan à l'autre; mais cette variation n'est jamais que légère.

Mais ces variations dans la concentration ne sont que d'un ordre très secondaire. Ce qui constitue la composition chimique réelle d'une solution, ce n'est pas sa concentration, mais le rapport entre elles des substances dissoutes. Or, dans tous les échantillons prélevés sur l'étendue immense des grands océans, le rapport des corps dissous reste remarquablement constant. G. FORCHAMMER (1865) a pratiqué des analyses à 5 points différents de l'océan Atlantique et a trouvé une quantité de sels totaux variant entre 35,038 et 36,253 g/litre, magnésie de 10,96 à 11,15 et la chaux de 2,87 à 3,07. De son côté, VON BIBRA (1851) a trouvé : sodium de 10,46 à 11,71; chlore de 19,01 à 20,84; magnesium de 0,09 à 1,27; calcium de 0,45 à 0,55; sels totaux de 34,7 à 38,4 g/litre. Plusieurs autres analyses sont à notre disposition, notamment celles de WURTZ pour l'Océan; de THORPE et MORTON (1871) pour la mer d'Irlande; de MIEHLE et FIGUIER pour la Manche; de MIEHLE, FIGUIER et MARCHAND (1854) pour la Manche; de DUMERIL (1846) pour la mer du Nord; de MAKIN (1898) pour la Manche et de BACKS (1845) pour la mer du Nord.

En résumé, l'eau des grands océans présente une homogénéité réelle. Elle seule présente cette homogénéité à l'exclusion des eaux de mers isolées. L'eau de mer typique est donc celle des grands océans.

Les eaux de la Manche, de la mer du Nord ne sont pas, à vrai dire, des eaux océaniques, mais leur composition s'en rapproche de si près qu'elles peuvent figurer parmi elles. Grosso modo, en se basant sur l'analyse de l'eau de mer, d'après divers analystes, on peut admettre la composition renseignée dans le tableau 12.

TABLEAU 12.

Composition de l'eau de mer d'après les analyses de différents analystes.

	g/kg	Equivalents/kg	
Cl^-	18,9799	0,5353	Somme des anions = 0,5936 équivalents g/kg.
$SO_4^=$	2,6486	0,0551	
CO_3H^-	0,1397	0,0023	
Br^-	0,0646	0,0008	
F^-	0,0013	0,0001	
H_3BO_3	0,0260	—	
Na^+	10,5561	0,4590	Somme des cations = 0,5936 équivalents g/kg.
Mg^{++}	1,2720	0,1046	
Ca^{++}	0,4001	0,0200	
K^+	0,3800	0,0097	
Sr^{++}	0,0133	0,0003	
Total	34,4816 g °/oo		

Calculées d'après J. KUFFERATH (1951), afin d'établir le graphique figuratif, par convention, les valeurs de Br^- seront totalisées avec celles de Cl^-, celles de Sr^{++} avec celles de Ca^{++}, celles de Na^+ avec celles de K^+. Quant à F^- et H_3BO_3 (constituants mineurs), ils seront négligés, comme d'ailleurs l'ont été dans cette analyse les ions NO_3^-, $PO_4^{\equiv}$, Fe^{++}, SiO_2, etc.

On obtient alors le tableau 13.

TABLEAU 13.

Composition moyenne de l'eau de mer. Balance ionique.
Equivalents g/kg.

Cl^- (+ Br^-)	0,5361	0,5935 valeurs -g anioniques.
$S O_4^=$	0,0551	
$C O_3H^-$	0,0023	
Na^+ (+ K^+)	0,4687	0, 5936 valeurs -g cationiques.
Ca^{++} (+ Sr^{++})	0,0203	
Mg^{++}	0, 1046	

Calculées en % relatifs des anions ou des cations, ces concentrations deviennent :

Cl^- (+ Br^-)..	0,5361 : 0,5935 = 90,33 %	100 % anions.
$S O_4$	0,0551 : 0,5935 = 9,28 %	
$C O_3H^-$	0,0023 : 0,5935 = 0,39 %	
Na^+ (+ K^+)..	0,4687 : 0,5936 = 78,96 %	100 % cations.
Ca^{++} (+ Sr^{++})	0,0203 : 0,5936 = 3,42 %	
Mg^{++}	0,1046 : 0,5936 = 17,62 %	

Les % ainsi calculés servent à établir le graphique figuratif. L'aspect de cette figure est typique et caractéristique de toute eau de mer océanique, soit telle quelle, soit concentrée, soit diluée d'eau chimiquement pure. Si on ajoute à la figure la concentration totale de l'eau en sels dissous, ce graphique définira une composition d'eau et une seule.

*
* *

Le caractère continental des mers plates se révèle dans le régime des eaux aussi bien que dans la puissance des marées : il résulte à la fois de l'affux énorme d'eau apporté par les grands fleuves et des variations de température des terres voisines.

Sur de grands espaces et ce parfois jusqu'à de grandes profondeurs, la mer du Nord contient une eau de salinité presque uniforme : 34,5 ‰, inférieure à la salinité des eaux atlantiques; les limites de cette eau courent parallèlement aux côtes, à des distances d'autant plus grandes que l'apport d'eau douce fluviale est plus fort : 46 km devant Flamborough Head, 83 km le long de la Norvège et du Danemark, 160 km au large d'Heligoland, 20 à 40 km devant les côtes de la Hollande et de la Belgique. Au Sud du 54°, dans toute la partie étroite de la mer du Nord, où s'opère le brassage intense des marées, cette salinité est constante sur l'épaisseur entière de la couche d'eau, depuis la surface jusqu'au fond. Autour de cette masse d'eau de la mer du Nord s'étend la ceinture d'eau côtière, de salinité bien inférieure à 34 ‰, qui se tient en contact avec les terres.

Les variations de température des eaux expriment l'influence du climat continental. En été, elles sont plus chaudes sur la côte qu'au large et plus chaudes sur les côtes de la Belgique et de Hollande que partout ailleurs dans la mer du Nord.

Au mois d'août, la température moyenne atteint 17 ou 18 °C dans les eaux flamandes, contre 14 à 15 °C sur les côtes bretonnes de la Manche et 11 °C entre l'Ecosse et les Shetland.

Toute la partie orientale de la mer d'Irlande, avec ses énormes bancs de sable que le soleil échauffe à marée basse, possède, en août et septembre, une température de deux degrés plus élevés que celle de la partie occidentale. Réciproquement, en hiver, la température de l'eau croît des côtes vers le large. Les amplitudes annuelles atteignent leur maximum sur les côtes du continent : 13 °C le long du littoral belge et néerlandais, contre 5 °C sur la côte occidentale de la Bretagne et 4 °C autour des Shetland. C'est donc sur les côtes orientales de la mer du Nord que se trouvent les eaux les plus froides en hiver et les eaux les plus chaudes en été : la chaleur d'été contribue au développement des jeunes poissons plats, qui pullulent sur ces petits fonds.

Dans ces mers intérieures, les influences océaniques pénètrent et se reconnaissent partout. La Manche reçoit un fort contingent d'eau océanique. Sur une carte des salinités, on suit un axe de salinité maximal qui pousse une pointe vers l'Est, au centre de la Manche jusque vers 4°30′ de longitude W (35,4 ‰), jusque vers 2°50′ (35,3 ‰) et jusqu'au Pas-de-Calais (35,2 ‰). Cette avancée d'eaux atlantiques semble subir les mêmes oscillations périodiques que le courant atlantique lui-même : il est remarquable que, en 1903, les eaux de forte salinité aient eu dans la Manche une extension exceptionnelle, symétrique de celle que l'on constata la même année dans les régions polaires. La langue d'eau atlantique qui s'insinue dans la Manche pénètre jusque dans la mer du Nord. G. Gilson compare cette progression de l'eau de la Manche vers la mer du Nord à la marche d'un homme qui ferait d'abord quatre pas en avant, puis trois en arrière, et ainsi de suite, mais la résultante de ces allées et venues, dues aux courants de marée, est positive. L'immense majorité des flotteurs jetés à la mer au large de Oostende est entraînée vers le Nord-Est.

Sur les cartes de salinité, on voit l'isohaline 35 ‰ s'avancer jusqu'au Helder. Cet afflux d'eau salée venu du Sud exerce une influence prépondérante dans l'hydrographie de la mer du Nord au Sud du Doggerbank; cette région communiquant mal avec le reste de la mer du Nord, reçoit par la Manche son contingent d'eau atlantique. C'est un fait significatif que, sur les trois régions de la mer du Nord qui ont fourni les plus fortes salinités, une seule se trouve au Nord-Est de l'Ecosse, 35,2 ‰, et que les deux autres se localisent dans l'extrémité méridionale de la mer du Nord : au Sud du Doggerbank, 34,76 et 35,2 ‰ entre Douvres et Calais (fig. 13).

Du côté du Nord, c'est par le chenal Faeroe-Shetland que la mer du Nord reçoit les eaux atlantiques. Cette masse d'eau plus chaude et plus salée dessine une longue et large traîne, entourée de l'isohaline 35,00 ‰, qu'on peut reconnaître, quand l'année est favorable, jusque sur le versant septentrional du « Great Fisher Bank » et du « Doggerbank ». Sa continuité demeure assez précaire, souvent les courants la bouleversent et la détruisent, mais durant les étés chauds et calmes, elle s'empare de vastes surfaces d'autant plus étendues que les vents du Nord-Ouest

soufflent plus fort; s'il survient des vents d'Est et de Sud-Est, elle recule vers l'Ecosse, et elle disparaît sous les couches d'eau moins salée, qui sont amenées des côtes du continent.

Dans la partie septentrionale de la région (P. J. VAN BREEMEN, 1905), la salinité reste toujours inférieure à 35 ‰; aux stations H-2 — H-5 on n'a jamais observé une salinité égale ou supérieure à 35 ‰. Au contraire, elle peut descendre localement jusqu'à près de 34 ‰; ainsi, en novembre 1903, elle mesurait 34,16 ‰ en H_4.

Dans la région située en dessous de 35° lat. N, les relations sont plus compliquées. Le bassin central, sur une plus ou moins grande étendue, est rempli d'une eau possédant une salinité plus élevée que 35 ‰, parfois même de 35,25 à 35,40 ‰. Ces masses d'eau très salées sont, ou bien en relation ininterrompue avec des masses d'eau d'une salinité identique à celle de la Manche, ou elles en sont séparées par des espaces dans lesquels l'eau possède une salinité un peu inférieure. Cette avancée d'eau salée a une direction nord-est, de sorte qu'à la hauteur du 53° lat. N, elle s'approche plus des côtes néerlandaises que des côtes anglaises. Au-dessus du 54° lat. N et à 5° long. E on ne la remarque presque plus.

D'après les résultats obtenus jusqu'ici, dit P. J. VAN BREEMEN, cette avancée atteint son plus grand développement depuis l'automne jusqu'au printemps et ses relations avec les masses aquatiques similaires de la Manche sont alors très aisées à montrer. Au cours des mois estivaux, au contraire, la quantité d'eau de mer à salinité de 35 ‰ semble être beaucoup moins considérable et on retrouve celle-ci plutôt sous forme d'îlots séparés.

La salinité diminue assez bien à proximité des côtes et peut descendre en-dessous de 32 ‰; il ne faut, toutefois, pas perdre de vue que l'isohaline de 35 ‰ peut se rapprocher sensiblement des côtes, surtout vers les côtes néerlandaises et que l'eau côtière d'une salinité de 32 à 34 ‰ ne constitue généralement qu'une bande étroite. Cette diminution est la plus considérable aux embouchures des rivières.

On ne trouve généralement pas de différences notables de la salinité en profondeur, même pas aux stations les plus profondes comme H_5 (60 à 70 m). Ce n'est que là où la progression d'eau salée se transforme en eau saumâtre côtière qu'on peut remarquer de temps en temps des différences assez grandes. Ainsi, par exemple, à la hauteur de Texel : 35,19 ‰ à la surface, 34,85 ‰ à une profondeur de 25 m. Avec de telles exceptions on peut considérer la masse aquatique, à un point donné, en ce qui concerne la salinité, comme homogène. On peut dire la même chose des stations belges et des stations en Manche.

Telle était l'opinion de P. J. VAN BREEMEN en 1905. Depuis, de nombreuses recherches plus détaillées ont montré, comme on le verra plus loin dans ce travail, que les masses aquatiques ne présentent pas toujours, en mer du Nord et en Manche, l'homogénéité telle que l'auteur la suppose; l'hydrographie de ces régions est très particulière et singulièrement compliquée par le fait des courants de marée et l'existence de plusieurs grands estuaires.

Mais, avant de continuer la description des variations de la salinité, reprenons d'abord quelques considérations théoriques indispensables à la bonne compréhension de l'interaction des facteurs physico-chimiques, dont l'eau de la mer du Nord et de la Manche est le siège.

R. LEGENDRE (1925) définit ainsi l'eau de mer : l'eau de mer des océans et des mers libres est une solution d'électrolytes, contenant environ 35 grammes de sels par kilogramme. Ces sels sont formés pour les 85/100es par du chlore et du sodium.

La salinité, la teneur en chlore, la concentration des autres constituants varient constamment autour de cette moyenne, qui ne représente qu'un équilibre instable entre de multiples causes de perturbations. La dissolution des matériaux du fond, notamment celle des carbonates, l'apport d'eau pure par les pluies, celui d'eau douce plus ou moins chargée de sels, en proportions différentes de celles des mêmes sels dans l'eau de mer, par le lavage des continents (apports fluviaux et ruissellement), la chute des poussières salines entraînées par les vents, la dissolution des gaz de l'air, d'une part.

Inversement, les précipités qui se forment au fond des mers soit par voie chimique, soit surtout par transformation biologique (calcaire et silice des êtres marins morts), l'évaporation par élévation de température, qui augmente la concentration et amène en quelques points la séparation successive, sous forme solide, des divers sels de l'eau de mer, l'extraction sélective de certains constituants par de nombreux organismes marins vivants (calcaire des mollusques et des crustacés, iode des algues, etc.), d'autre part.

Ces causes considérables de variation, et bien d'autres plus faibles, tendent constamment à faire varier la composition chimique de la masse océanique en des sens divers, tandis que son brassage incessant par les courants et les vagues tend à ramener sa teneur en sels vers la moyenne indiquée, qu'on peut considérer comme une composante d'équilibre.

L'eau prélevée en un lieu et à un moment donnés possède une salinité et une composition qui sont la résultante, en ce point et en ce temps, de toutes les actions diverses qu'elle subit. Des analyses complètes et suivies de l'eau de mer permettraient d'en chiffrer l'importance relative. Malheureusement, on ne dispose actuellement de données très nombreuses que pour la salinité et la teneur en halogène. De plus, les échantillons d'eau soumis à l'analyse contiennent toujours en suspension des micro-organismes plus ou moins petits et nombreux et leurs échanges avec le milieu, quand on tarde à faire les dosages après les prélèvements, altèrent la valeur des données analytiques.

Pour toutes ces raisons, termine R. LEGENDRE, notre connaissance de la composition chimique de l'eau de mer est encore très imparfaite et nous devrons constamment songer, quand nous voudrons appliquer à celle-ci les lois de la chimie-physique, que c'est une solution d'électrolytes fort complexe, dont la concentration des divers ions n'est pas encore exactement déterminée.

H. W. HARVEY (1945), de son côté, affirme que la teneur en sels de l'eau océanique, loin des influences immédiates de glaces ou des rivières, excède rarement 3,3 % et n'est presque jamais inférieure à 3,3 %. Neuf sortes d'ions constituent les 99 % de ces sels en solution; on les trouve dans des proportions remarquablement constantes, les uns par rapport aux autres, sauf dans les eaux à faible salinité. D'un autre côté, certains des constituants secondaires et des gaz dissous existent dans des proportions très variables, dépendant de l'activité des organismes vivants. Ces organismes concentrent certains éléments dans leurs tissus et leur milieu intérieur; d'autres éléments sont absorbés par leur surface.

Compte tenu du lieu géographique, de la profondeur et du temps, les changements dans la teneur en sels des eaux océaniques sont dûs à la plus grande évaporation dans les régions tropicales et aux plus importantes précipitations dans les mers polaires.

Les vents, les différences de température, les évaporations et les précipitations donnent lieu à des courants qui déterminent des déplacements horizontaux plus marqués et plus rapides dans la couche superficielle de quelques centaines de mètres d'épaisseur. Les mouvements des vagues, les courants de convection et la turbulence qui prennent naissance quand un courant passe au-dessus d'un fond accidenté, déterminent des mélanges verticaux. Des quantités considérables d'eau remontent ainsi et remplacent des eaux qui leur cèdent leur place en donnant naissance à des courants qui parcourent certaines zones. La répartition de la salinité est sous la dépendance de l'évaporation et des transports à la fois verticaux et horizontaux, la simple diffusion des sels en solution étant extrêmement lente.

En dehors du transport horizontal par les courants et de la remontée de grands volumes d'eau dans certaines zones, le mélange à la fois vertical et horizontal est déterminé par la turbulence.

Tout comme le remplacement des eaux de surface par des eaux profondes, le mélange vertical dû à la turbulence — composante verticale de la diffusion tourbillonnaire (« eddy diffusion ») — permet le renouvellement en sels nutritifs des couches superficielles exposées aux rayons solaires, renouvellement nécessaire au développement de la vie végétale. Il joue aussi un rôle important en limitant, par des forces de frottement, le mouvement des couches les unes par rapport aux autres. Il transporte de la chaleur des couches plus chaudes vers les couches plus froides. Il n'est malheureusement pas directement mesurable.

La diffusion tourbillonnaire est due :

a) aux mouvements des vagues, en surface; le mouvement décrit par les orbites diminue avec la profondeur, la diminution étant moins rapide en pleine mer, car la distance qui sépare deux crêtes est plus grande;

b) aux courants de convection déterminés par refroidissement ou évaporation en surface;

c) aux courants passant au-dessus d'un fond irrégulier; la turbulence qui en résulte diminue à mesure qu'on s'éloigne de ce fond. Dans les mers relativement peu profondes, la turbulence, née ainsi des courants de marée, flot et jusant, entretient un mélange vertical pendant toute l'année. Cela s'observe particulièrement bien quand un courant rencontre une dénivellation ou une falaise sous-marine : la turbulence peut être suffisante pour rider, par temps calme, la surface au-dessus de fonds situés à environ 100 ou 150 m de profondeur .

*
* *

L'eau de mer est donc une solution saline équilibrée au point de vue physiologique qui contient plus de la moitié des éléments connus. C'est une solution diluée de plusieurs sels, ensemble avec certains gaz dissous, et des traces d'un grand nombre de composés organiques.

A l'exception de quelques corps produits ou consommés au cours d'activités biologiques, l'eau de mer possède une composition relativement constante. La concentration des principaux éléments inorganiques dans une eau de mer ayant une salinité de 34,325 ‰ est donnée dans le tableau 14.

TABLEAU 14.

Concentration des éléments, à l'exclusion des gaz,
dans une eau de mer d'une salinité de 34,325 ‰ (H. U. SVERDRUP, 1942).

Elément	g/kg	Elément	g/kg	Elément	g/kg
Cl	18,980	Al	0,0005	U	0,0000015
Na	10,561	Rb	0,0002	Mo	0,0000005
O	1,733	Li	0,0001	Th	0,0000005
Mg	1,272	P*	0,0001	Ce	0,0000004
S	0,884	Ba	0,00005	Ag	0,0000003
Ca	0,400	I	0,00005	Va	0,0000003
K	0,380	As*	0,00002	La	0,0000003
Br	0,065	Fe*	0,00002	Yt	0,0000003
C	0,028	Mn*	0,00001	Ni	0,0000001
Sr	0,013	Cu	0,00001	Sc	0,00000004
B	0,0046	Zn	0,000005	Hg	0,00000003
Si*	0,0040	Pb	0,000004	Au	0,000000006
Fl	0,0014	Se	0,000004	Ra	3×10^{-13}
N*	0,0007	Co	0,000002		

Les éléments marqués d'un astérique présentent des variations assez considérables dues principalement aux activités biologiques. La concentration donnée dans le tableau est la plus haute mesurée ordinairement.

Le chlore et le brome sont généralement présents sous forme de chlorure et de bromure. De même le sodium, le magnesium, le calcium, le potassium et le strontium y figurent sous forme de cations. L'oxygène indiqué dans le tableau est généralement engagé dans des combinaisons comme les sulfates, les bicarbonates, les borates, les phosphates, les nitrites et les nitrates. L'azote s'y rencontre sous forme d'ammonium, nitrites ou nitrates et jusqu'à un certain point sous forme de dérivés organiques.

Les rapports entre les trois principaux anions de l'eau de mer, c'est-à-dire les carbonates, les sulfates et les chlorures, sont l'inverse des mêmes anions dans l'eau douce des rivières.

	% carbonates.	% sulfates.	% chlorures.
Rivières	80	13	7
Mer	1	11	88

De même, les rapports des cations, en particulier du sodium et du calcium, sont différents en eau de mer et en eau douce.

	% calcium.	% sodium.	% magnesium.	% potassium.
Rivières	57,7	26,8	9,5	6,0
Mer	3,2	83,7	10,1	3,0

Les rapports ont été calculés à partir des chiffres publiés par F. W. CLARKE (1924) au sujet d'analyses d'eaux de mer et d'eaux de rivières.

M e r d u N o r d . — La salinité moyenne de la mer du Nord dépasse à peine 35 ‰ Σ dans sa partie centrale. Au voisinage des côtes de Norvège et du Danemark, elle descend à 32 ‰; elle est de 34 ‰ au voisinage des côtes d'Angleterre, de 35 ‰ au voisinage des côtes de Hollande; de 35 ‰ dans le Pas-de-Calais. Elle tombe à 20 ‰, et au-dessous, dans les estuaires.

Les océanographes ont reconnu dans la mer du Nord, les eaux suivantes :

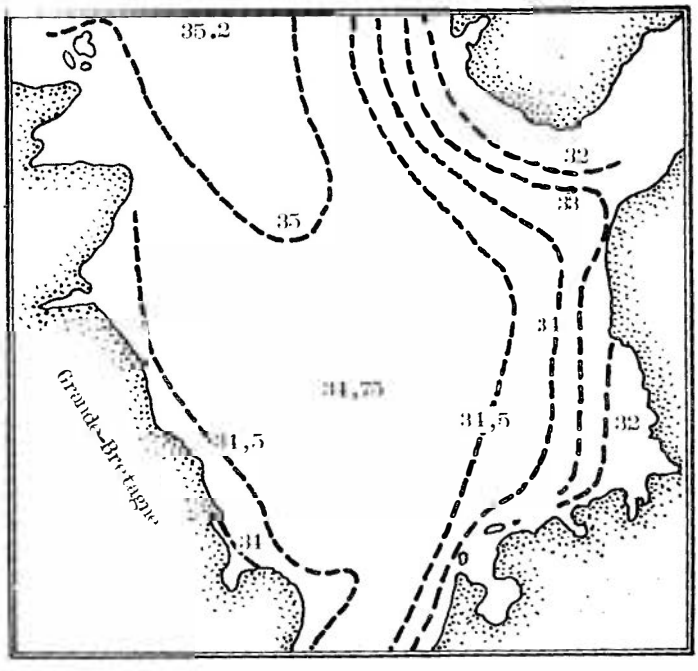


FIG. 13. — Salinités en mer du Nord.

1. L'eau du Nord. Cette eau, provenant de l'océan Atlantique, entre dans la mer du Nord en contournant l'Ecosse. Elle a une salinité d'abord légèrement supérieure à 35 ‰ (35,2 ‰ au Nord-Est de l'Ecosse); elle se mélange avec les eaux côtières, descend vers le Sud le long des côtes orientales de l'Angleterre, et tourne vers l'Est au Sud du Doggerbank;

2. L'eau de la Manche. Cette eau entre dans la partie méridionale de la mer du Nord par le détroit du Pas-de-Calais. Elle a une salinité de 35 ‰ au moins (fig. 14).

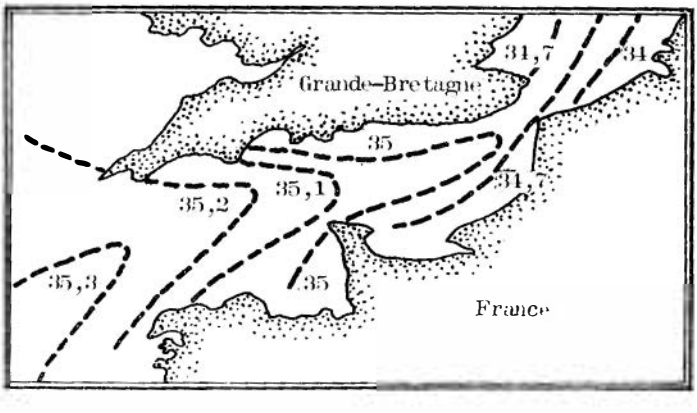


FIG. 14. — Salinités en Manche.

3. Les eaux côtières. La salinité de ces eaux est plus faible et elles sont, en outre, chargées de nombreuses alluvions. La salinité de ces eaux côtières ne descend pas notablement au-dessous de 34 ‰ sur les côtes du Skagerrak, et, sur les côtes de Norvège, elles descend en moyenne à 32 ‰. Les basses salinités du Skagerrak et des côtes de Norvège sont dues surtout aux eaux de la mer Baltique, qui se déversent en surface dans la mer du Nord.

La variation annuelle de la salinité est assez faible, sauf sur les côtes de Norvège et du Danemark. Le tableau 15 montre, à titre d'exemple, les variations par 59° N et 4° E.

TABLEAU 15.

Variation annuelle de la salinité par 59° N et 4° E.

Janvier	34,0 ‰	Juillet	31,8 ‰
Février	34,5	Août	32,0
Mars	34,4	Septembre	33,1
Avril	33,0	Octobre	33,2
Mai	32,5	Novembre	34,0
Juin	31,5	Décembre	33,9

La salinité est donc minimum en été et maximum en hiver. Cette variation annuelle est due aux fluctuations du débit des fleuves, qui est maximum au printemps et au début de l'été, au moment de la fonte des neiges, et, en ce qui concerne la côte de Norvège et le Skagerrak, à la plus forte quantité d'eau qui pénètre au printemps de la Baltique dans la mer du Nord, après la fusion des glaces.

Les variations accidentelles de la salinité, en surface, peuvent atteindre, en quelques jours, 10 unités dans les régions côtières orientales. Les apports des eaux de l'Atlantique par la Manche, et surtout par le nord de l'Angleterre, ne sont pas les mêmes tous les ans, et il en résulte, d'une année à l'autre, d'importantes variations dans la salinité, qui ont des répercussions immédiates sur le rendement des pêches.

La salinité décroît régulièrement de l'entrée de la Manche, où elle est de 35,4 ‰, au Pas-de-Calais, où elle est de 35 ‰. Elle est légèrement plus forte dans la partie centrale au voisinage des côtes d'Angleterre et de France. On n'observe de salinité de surface inférieure à 34,5 ‰ qu'au voisinage immédiat de la côte de Normandie, dans les environs de Dieppe et dans la baie de la Seine. La variation annuelle est faible, la salinité est un peu plus grande en hiver qu'en été, malgré l'abondance des pluies, sans doute à cause de l'augmentation, sous l'influence des vents plus forts, du courant qui remonte la Manche.

Nous donnons ici, à titre documentaire, quelques anciens résultats obtenus respectivement en 1889 par la « PLANKTON EXPEDITION » et en 1914 aux stations du s/s « MARGARETHE » en Manche et en mer du Nord (tabl. 16 et 17).

TABLEAU 16.

Stations de la « PLANKTON EXPEDITION » en Manche et en mer du Nord.

Position	Date	°C	Salinité ‰	Station n°
49°7′ N-5°8′ E	2.XI	11,3	35,3	276
51°9′ N-3°6′ E	4.XI	12,2	34,6	277-278

TABLEAU 17.

Stations du s/s « MARGARETHE » en Manche le 27 mai 1914.

Position	Heure	°C	Salinité °/oo
50°10′ N-0°30′ E	17	11,8	35,23
50°43′ N-1°00′ E	22	11,3	35,23

Plus loin dans ce travail, on trouvera d'autres mesures de la salinité, dans les tables se rapportant parfois à l'étude simultanée de plusieurs ions différents.

On peut considérer la mer du Nord comme présentant deux zones distinctes au point de vue de la salinité, zones séparées par le parallèle de 54° N et le méridien de 5° E. Au Sud de ces limites, la salinité ne varie pas sensiblement entre la surface et le fond, et il en est de même dans la Manche. Mais au Nord, et à l'Est, la salinité augmente franchement avec la profondeur : sur les côtes de Norvège elle passe de 33 à 35 ‰, à l'entrée du Skagerrak de 28 en surface à 35 ‰ à 100 m de profondeur.

J. T. CUNNINGHAM (1895-1897), reprenant les idées de O. PETTERSSON, distingue plusieurs eaux dans la mer du Nord :

1° l'eau océanique à 35 ‰ de salinité ou plus;

2° les eaux d'une salinité de 34 à 35 ‰. Eu égard à l'extension de ces eaux sur une grande partie de la mer, on les appelle eaux de la mer du Nord;

3° les eaux dont la salinité est de 32 à 34 ‰. Ces eaux forment une large bande le long des côtes de Hollande, de l'Allemagne, du Danemark et de la Norvège, et sont nommées par O. PETTERSSON « bank-water ». J. T. CUNNINGHAM préfère le nom d'eaux côtières.

4° eaux d'une salinité de 30 à 32 ‰, ou moins, comprenant, entre autres, les eaux sortant de la Baltique.

L'eau océanique, toujours d'après J. T. CUNNINGHAM, remplit la partie centrale de la mer du Nord jusqu'au Doggerbank, du fond à la surface. Vers l'Est, elle n'atteint pas la surface, mais occupe le fond seulement dans la profonde dépression qui existe le long de la côte norvégienne jusque dans le Skagerrak.

L'eau de la mer du Nord se trouve dans les parties Sud-Est et Ouest du Doggerbank et le long des côtes de chaque côté de l'Atlantique nord.

Dans le Skagerrak elle surmonte l'eau océanique et ne se trouve jamais en surface, sauf dans une bande le long de la côte Nord du Danemark. L'eau de la mer du Nord entre dans le Skagerrak principalement au printemps et en été.

Diagrammes T-S. La salinité de l'eau de mer est dans une certaine mesure, fonction de sa température (J. ROUCH, 1946). Plus une eau est chaude, plus elle s'évapore et plus elle devient salée. Le mélange de deux masses d'eau de température et de salinité différentes prend une température et une salinité qui dépendent des températures et des salinités initiales.

Pour étudier les relations qui peuvent exister entre la température et la salinité d'une eau de mer, on trace ce qu'on appelle les diagrammes T-S ou diagrammes de température et de salinité, en portant la température en ordonnée et la salinité en abscisse.

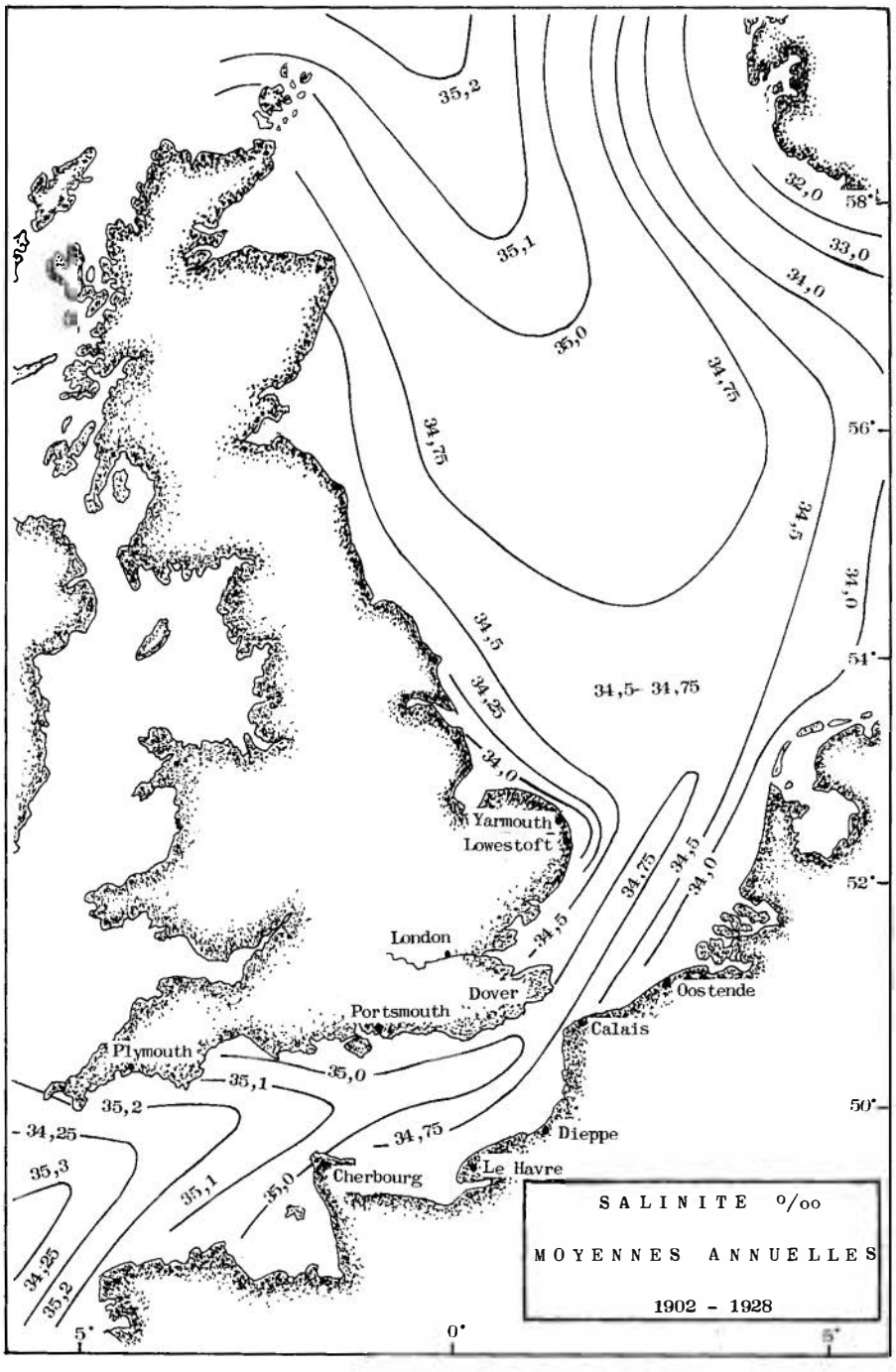


FIG. 15. — Répartition des salinités moyennes en mer du Nord, de 1902 à 1928, d'après le Service Hydrographique du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer (1933).

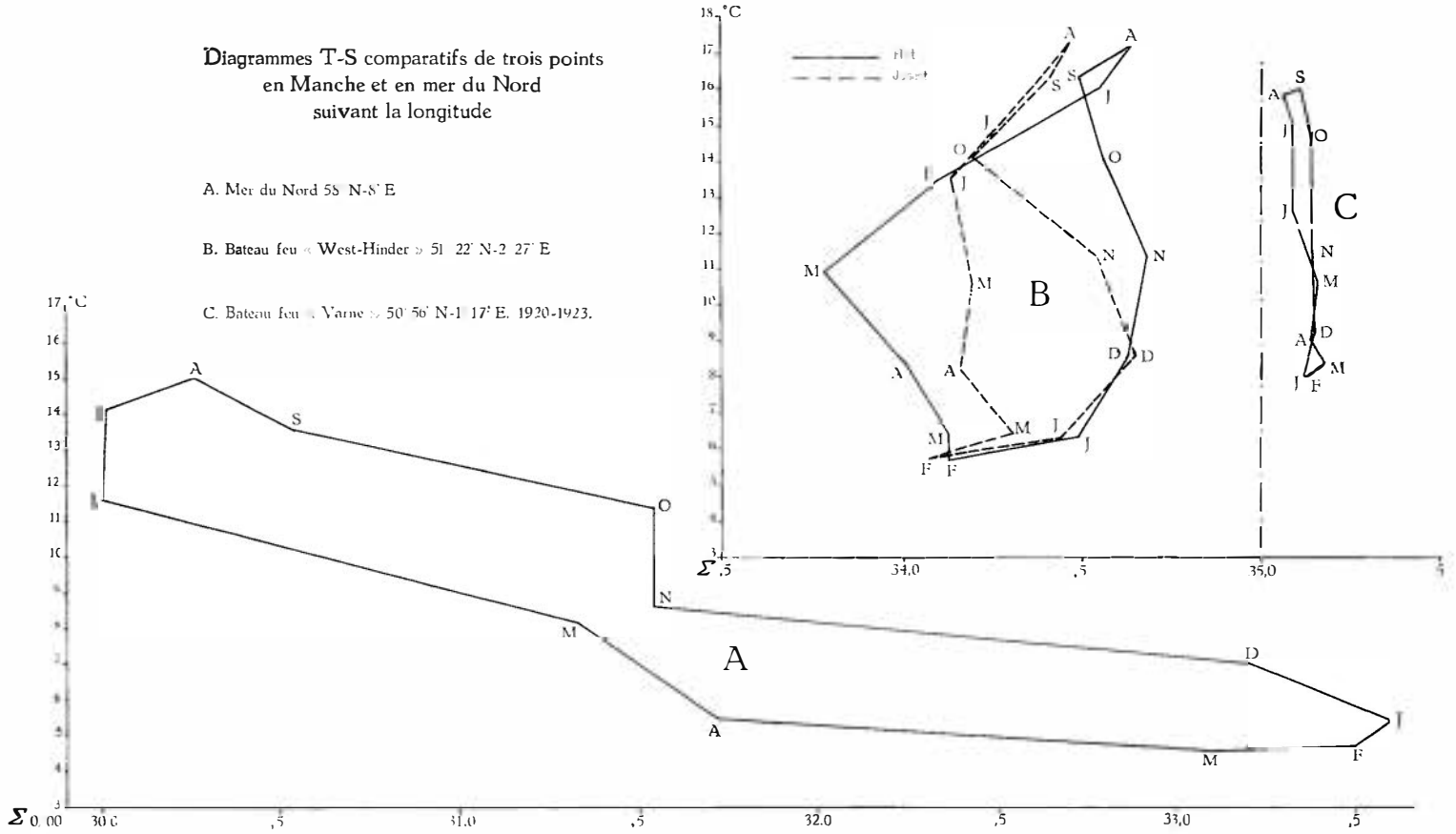


FIG. 16. — Diagrammes annuels en Manche et en mer du Nord (les trois diagrammes sont tracés à la même échelle).

Pratiquement, on adopte la même échelle pour 1 °C de température et 0,1 de salinité; on inscrit en chaque point du diagramme, suivant l'étude qu'on fait, la position géographique, la date, ou la profondeur. Ces diagrammes T-S sont toujours un procédé commode de figurer en même temps les deux caractéristiques principales de l'eau de mer : ils révèlent souvent des particularités intéressantes, et parfois ils aident à interpréter les phénomènes.

Lorsqu'on construit des diagrammes T-S pour les eaux de surface, on constate souvent que ces diagrammes forment sensiblement des lignes droites sur des régions assez étendues : il existe alors une proportionnalité très nette entre les valeurs de la température de l'eau de mer et la salinité.

Souvent, au cours d'une même traversée, les droites au voisinage desquelles se groupent les observations changent brusquement de direction. Généralement, ce changement de direction s'explique par le passage d'une ligne de convergence ou de divergence, séparant la masse d'eau de nature et d'origine différentes. Aussi bien, et peut-être mieux que les variations de température et de salinité, les diagrammes T-S révèlent l'existence de ces lignes de convergence.

On peut se servir aussi des diagrammes T-S pour étudier la variation annuelle de la salinité et de la température de l'eau de mer de surface. Les formes des diagrammes obtenus ainsi sont très différentes d'un endroit à l'autre. Tantôt ils sont très allongés, les observations étant groupées au voisinage d'une droite entre le minimum de température de l'hiver et le maximum de l'été; tantôt le diagramme est beaucoup plus large. Les orientations générales des diagrammes sont aussi différentes d'un endroit à l'autre (fig. 16).

Au centre de la mer du Nord et au milieu de la Manche (fig. 16) la variation annuelle de la salinité est faible et le diagramme T-S allongé dans le sens de la variation de la température.

En mer du Nord, au voisinage des côtes de Norvège, le diagramme T-S est considérablement développé : à une variation de température assez forte, supérieure à 10 °C, correspond une variation annuelle de salinité très forte aussi, égale à 3,5 ‰. La diminution très importante de la salinité pendant les mois d'été est due aux apports d'eau douce des cours d'eau qui sont gelés en hiver, et aussi aux apports de la Baltique, plus forts au moment de la fusion des glaces. Le diagramme tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

Beaucoup de particularités de ces diagrammes s'expliquent par les variations des précipitations au cours de l'année, mais pas toutes.

C'est surtout dans l'étude des températures et des salinités en profondeur que les diagrammes T-S ont donné des résultats importants.

Ces diagrammes ont été utilisés pour la première fois par B. HELLAND-HANSEN en 1918. On peut dire qu'ils sont entrés aujourd'hui dans la pratique courante des recherches d'océanographie physique.

Lorsqu'on construit les diagrammes T-S pour des régions diverses dans les océans, en marquant sur les diagrammes la profondeur (par exemple en hectomètres), on constate que ces diagrammes ont des formes régulières, présentant souvent pour des régions voisines, un air de famille, et aussi des différences permettant de les classer entre eux. Leur examen donne donc rapidement une indication précise sur la façon dont varient en profondeur la température et la salinité.

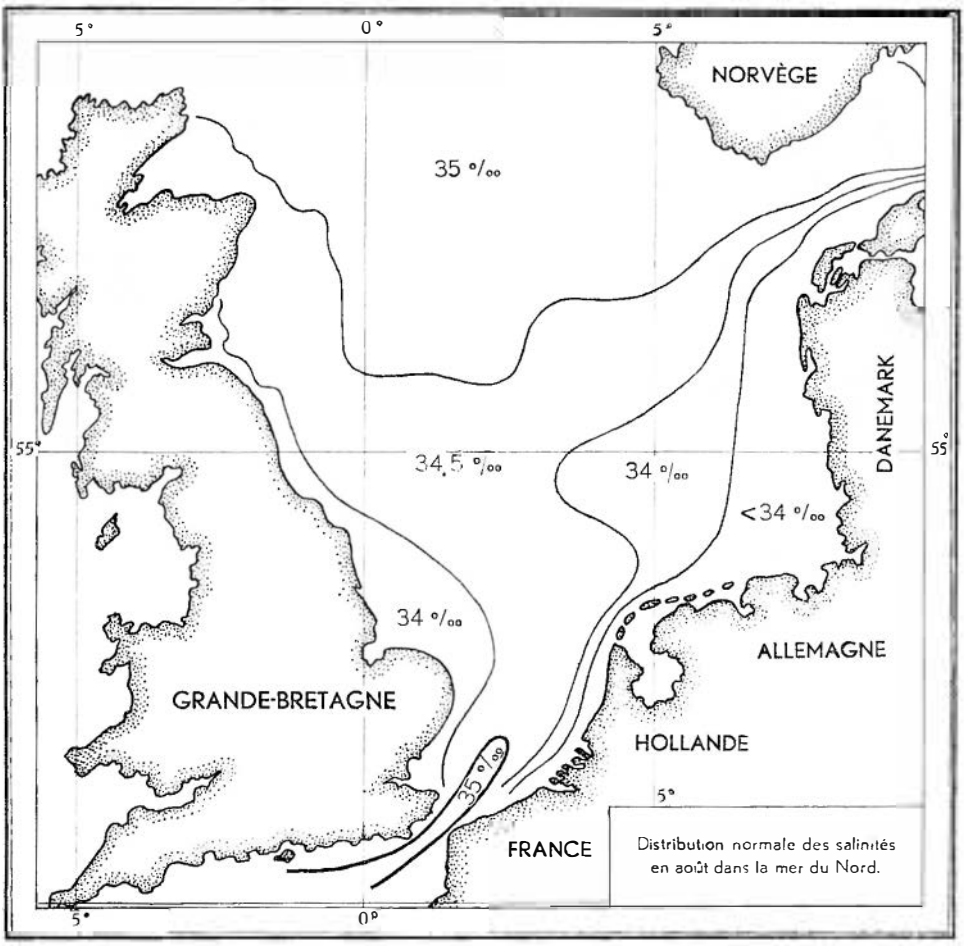


FIG. 17. — Répartition normale des salinités en août en mer du Nord.

Les diagrammes T-S sont aussi très instructifs pour étudier les variations annuelles et pour déterminer avec précision jusqu'à quelle profondeur se manifestent des variations annuelles. Ils permettent aussi de comparer la variation d'une année à l'autre.

On a cherché à expliquer les variations de salinité qui se produisent en Manche et en mer du Nord. E. LE DANOIS a élaboré une hypothèse sur ce qu'il appelle les transgressions marines qui, si elle n'a pas toujours été adoptée par tous, n'en constitue pas moins une excellente hypothèse permettant l'explication des phénomènes qui se passent régulièrement dans ces régions. Au sujet du comportement de ces transgressions sur le plateau franco-britannique, E. LE DANOIS a dit notamment :

Le plateau franco-britannique (E. LE DANOIS, 1938) constitue un vaste ensemble continental recouvert, pendant la période de stabilisation hivernale, d'eaux froides peu salées; aussi le mouvement transgressif trouve-t-il dans son avance une forte

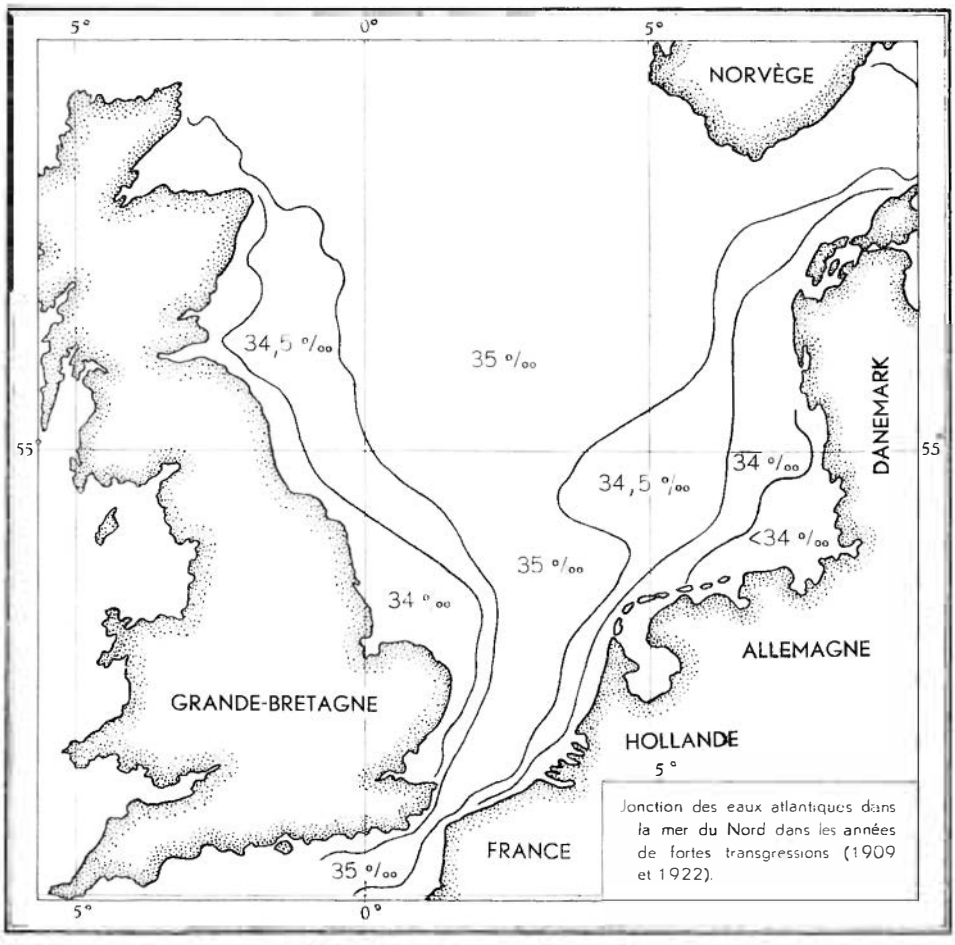


FIG. 18. — Jonction des eaux atlantiques dans la mer du Nord dans les années de fortes transgressions (1909 et 1922).

résistance des eaux continentales pour envahir ce plateau, et il n'y parvient jamais complètement.

Les observations pratiquées dans cette région, particulièrement en mer du Nord, sont innombrables, car les différents secteurs du plateau continental franco-britannique ont une importance considérable pour la pêche. Les recherches françaises ont surtout été effectuées en mer Celtique et dans la partie méridionale de la mer du Nord. Une notable contribution à ces études est due au collaborateur de E. LE DANOIS : J. LE GALL, de l'Office des Pêches maritimes.

Le plateau continental de la mer Celtique est, en hiver, le domaine d'eaux ayant une température de + 8 °C à + 10 °C, et l'ensemble des salinités varie de 34,75 ‰ à 35,4 ‰. Au bord du plateau, les eaux à 35,5 ‰ persistent en profondeur et elles utilisent les ravins profonds qui découpent le plateau pour remonter, sous forme

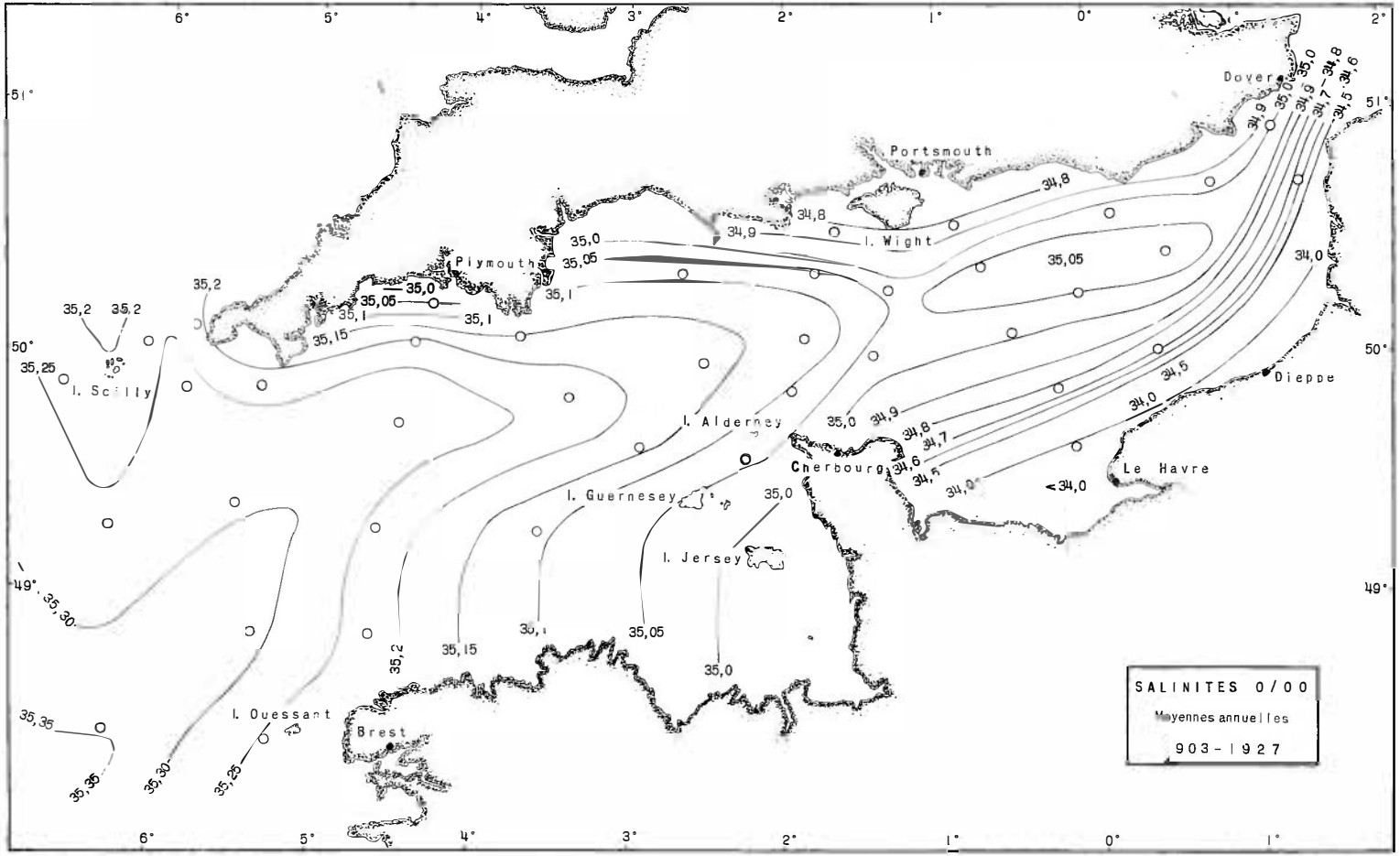


FIG. 19. — Salinités en Manche.

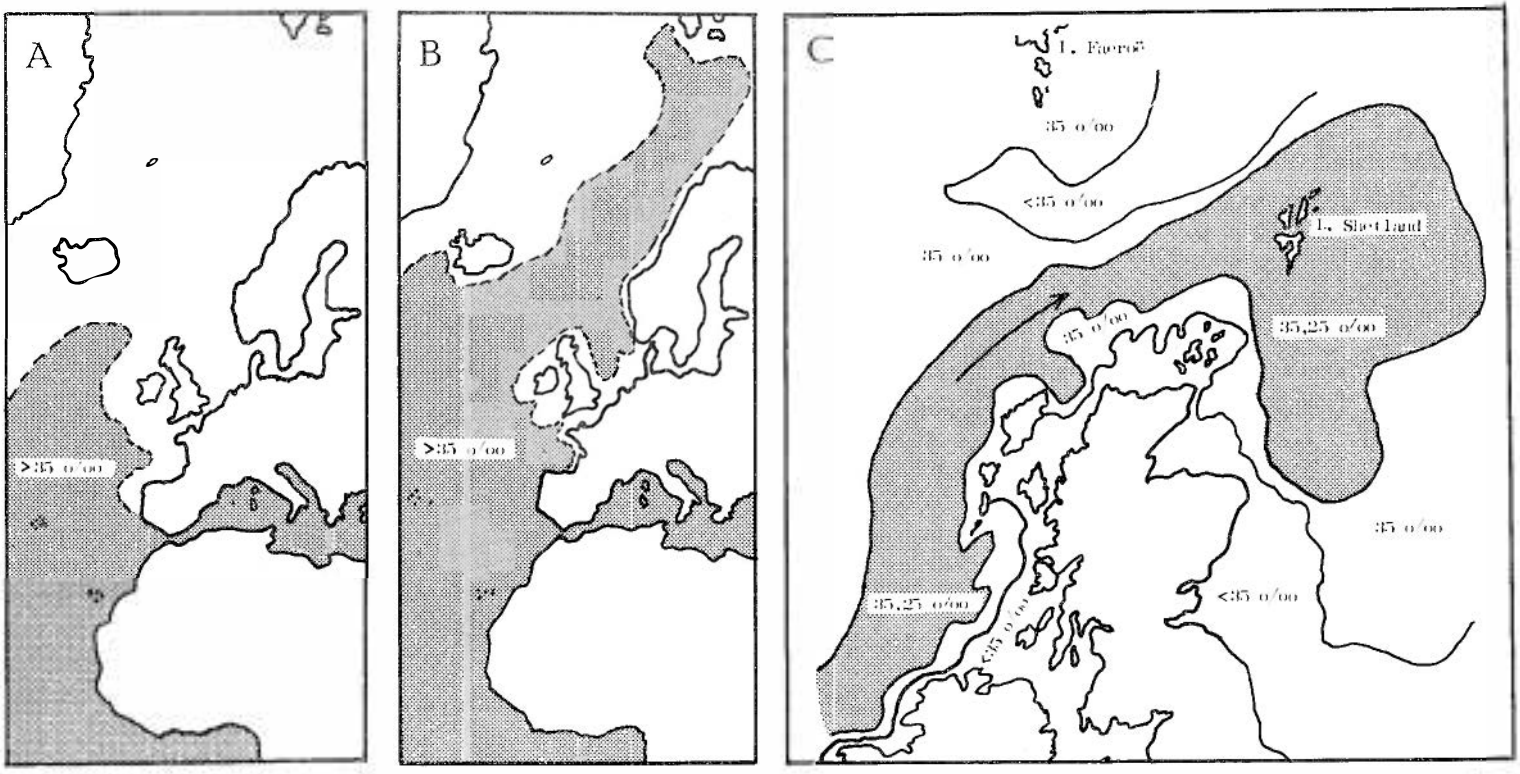


FIG. 20. — a : Mouvement transgressif au nord de l'Ecosse. b et c : Rétraction.
(D'après E. LE DANOIS, 1928, 1938.)

de transgression salée profonde, dès le printemps. C'est dans cette région que E. Le Danois et son collaborateur ont pu mettre en évidence les variations des axes transgressifs aux divers mois de l'année.

Dès février, les eaux atlantiques manifestent leur présence en suivant un axe transgressif dirigé de l'W à l'E, le long du 51°10′ N. Cette transgression envahit « Hurd Bank », en suivant la ligne de fracture du Sud de l'Irlande, jalonnée d'abrupts monoclinaux. Au mois d'avril, un autre axe transgressif, ayant une orientation N 60° E, prend son origine au bord de la pente, vers 50°20′ N, et les eaux à 35,5 ‰ utilisent la ligne de profondeur d'un petit ria de la ligne d'anciens rivages. En mai, plus au S, le mouvement transgressif s'oriente suivant la direction N 50° E et les eaux atlantiques remontent le grand estuaire sous-marin de la Severn, désigné par les pêcheurs sous le nom de « Souille de la Grande Sole ». Dès cette époque, le bord occidental du plateau de la mer Celtique est submergé par les eaux atlantiques. En juin, le bord méridional est attaqué aux environs du banc de la Petite Sole par un axe transgressif orienté N 40° E. Cet axe se modifie graduellement jusque vers le mois d'août, redresse son orientation suivant le N 30° E et porte son effet principal sur le banc de la Chapelle. C'est ce lobe transgressif qui arrive à amenuiser progressivement la masse d'eaux continentales qui sert de borne septentrionale au seuil froid du golfe de Gascogne. En septembre, il s'unit à un autre lobe transgressif émis, par la poche des eaux du golfe de Gascogne, et la direction de l'axe commun à ces deux lobes devient sensiblement S-N; les eaux de la transgression empruntent alors l'estuaire géologique de la Seine, pour pénétrer en Manche occidentale.

Au début de l'année, les eaux continentales, pressées du côté de l'W, se déversent vers le Sud, de la mer d'Irlande vers les Sorlingues, et c'est ce déversement même, dans la région du banc Parson, qui provoque la formation du seuil froid du golfe de Gascogne. E. Le Danois a appelé « zone neutre des îles Sorlingues » cette barrière, que le déversement des eaux continentales oppose pendant plusieurs mois, à toute pénétration de la transgression en Manche.

L'avance des eaux atlantiques, vers la mer d'Irlande, s'opère dans le ria de la Grande Sole, en direction du banc Labadie. Après avoir submergé ce banc, les eaux transgressives atteignent la fosse des Small's, qui représente une partie du fossé tectonique de la mer d'Irlande. Mais ce fossé, à la latitude du comté de Carnavon, est rompu par un seuil qui va du pays de Galles à l'Irlande; ce seuil arrête net l'élan des eaux transgressives qui ne parviennent jamais à le franchir; aussi, la mer d'Irlande reste-t-elle toujours occupée par des eaux continentales de salinité inférieure à 34,5 ‰. Le régime thermique de la mer d'Irlande est extrêmement variable suivant les saisons, par suite de son peu de profondeur et de la faible salinité de ses eaux; celles-ci se refroidissent et se réchauffent *in situ,* avec une très grande facilité.

Les couches profondes de la Manche présentent, pendant presque toute l'année, une salinité constante de 35 ‰, dans le milieu de cette mer et cette nappe d'eau franchit le détroit du Pas-de-Calais pour former un petit diverticule dans le Sud de la mer du Nord, sur les bancs de Flandre, mais, par contre, les côtes de Grande-Bretagne et de France restent constamment occupées par des eaux de caractère continental, inférieures à 35 ‰ de salinité. Lorsque vers octobre, le seuil froid du golfe de Gascogne et la zone neutre des Sorlingues sont rompus par l'avance des eaux transgressives, ces dernières n'envahissent la Manche que dans une faible

proportion, mais leur action provoque un réchauffement, *in situ,* de toute cette mer et détermine, par contre coup, une avance plus marquée en période hivernale des eaux à 35 ‰, en direction de la mer du Nord.

Vers le mois de décembre, la stabilisation hivernale se fait sentir à partir de la mer d'Irlande et gagne graduellement tout le plateau continental de la mer Celtique. Les eaux transgressives sont refoulées vers les profondeurs au-delà du bord du plateau continental. Il reste, bien entendu, dans la description de ces phénomènes, dit E. Le Danois, que les périodes de l'année auxquelles nous les fixons s'entendent pour les années moyennes, lorsque le maximum transgressif se place dans le golfe de Gascogne aux environs du mois d'août. Dans les années où, par contre, ce maximum se rencontre en février, comme cela s'est produit, par exemple, en 1903 ou en 1926, les phénomènes que nous avons décrits ne se placent pas aux mêmes mois de ces années; sous réserve de ces variations d'époque, les caractères du mouvement transgressif restent identiques dans leur forme générale.

Dans la région marine située au Nord de l'Irlande, le plateau continental descend brusquement vers les grands fonds du chenal des Rockall. Vers le mois de juin, la transgression a tendance à envahir les hauts-fonds du Sud des Hébrides. Ce mouvement correspond à une avance d'eaux à 35,2 et 35,3 ‰ ayant une température moyenne de +11 °C à +13 °C, mais il est rapidement arrêté par des eaux continentales variant de 34,4 à 34,9 ‰, solidement appuyées sur un seuil sous-marin qui unit l'île de Mull à Antrim et qui est certainement la marque d'une barrière volcanique récemment effondrée.

La transgression remonte ensuite vers le NE et contourne le N de l'Ecosse. Elle franchit la crête Wyville-Thomson pour pénétrer en mer du Nord. Alors que, jusqu'au 60° de lat. N., les eaux transgressives ont toujours suivi, comme direction générale, les lignes des grandes profondeurs, on assiste à cette latitude, à un changement complet dans la position de ces eaux; cette brusque variation est due à la rencontre, en profondeur, des eaux du front polaire.

En effet, la mer de Norvège comporte, dans son relief sous-marin, deux grandes baies profondes qui limitent, à l'W et à l'E, la large péninsule qui termine, au N, le plateau franco-britannique et supporte l'archipel des Shetland et le banc Viking. La baie de l'W, extrêmement étroite, s'insinue entre le socle des Faeroe et l'Ecosse; on la désigne sous le nom de Chenal des Faeroe. Sa profondeur dépasse 1.000 m. Dans le chenal des Faeroe se trouvent, en toutes saisons, des eaux d'une température inférieure à −0,7 et même −1 °C, avec la salinité caractéristique des eaux profondes d'origine arctique, à savoir 34,9 ‰.

La baie de l'E, beaucoup moins profonde, longe la côte norvégienne et n'est autre que l'ancien chenal glaciaire du Skagerrak. Le chenal ne participe pas à l'extension profonde des eaux polaires.

D'autre part, le plateau continental de la mer du Nord comprend deux parties bien distinctes : une région septentrionale, d'une profondeur variant de 80 à 200 m et comprenant notamment tout le cours inférieur du Rhin géologique, avec son estuaire au fond des Fladen, et le plateau du « Great Fisher Bank », une région méridionale, très peu profonde, unissant les côtes d'Angleterre, de Belgique, de Hollande, d'Allemagne et du Danemark, par un vaste système de bancs multiples, en général sableux, et dont certains sont d'origine morainique; la profondeur moyenne de cette zone varie de 20 à 60 m.

Les eaux atlantiques occupent en profondeur, de façon constante, la partie septentrionale du plateau de la mer du Nord, ainsi que le chenal du Skagerrak; par contre, elles laissent, dans le Chenal des Faeroe la place aux eaux polaires. Les eaux à 35 ‰ dominent pendant toute l'année, dans les couches superficielles qui recouvrent les eaux glaciaires profondes du chenal des Faeroe et elles entourent l'archipel des Shetland. Elles pénètrent en mer du Nord et leur extension varie dans la région septentrionale de cette mer avec, le plus souvent, un minimum en août et un maximum en février dans les années normales. Habituellement, elles ne pénètrent pas dans la partie méridionale de la mer du Nord, qui reste occupée par des eaux continentales variant de 32 à 34,75 ‰. On assiste en été à un réchauffement, *in situ*, de toute cette zone peu profonde où la température, sur le fond, varie en août de + 14 °C à + 17 °C.

Mais il faut signaler que, dans les années exceptionnelles, à forte amplitude transgressive, une jonction s'établit entre les eaux à 35 ‰ de la partie septentrionale de la mer du Nord et celles du diverticule de même salinité de la Manche orientale; cette liaison s'opère à l'W du Doggerbank, en suivant la côte anglaise; elle n'est guère effective qu'au mois de février et de très courte durée. Ce phénomène a marqué les hivers 1903, 1907 et 1922.

En résumé, le plateau franco-britannique est occupé par les transgressions, principalement en mer Celtique et dans la partie septentrionale de la mer du Nord; par contre, la totalité de la mer d'Irlande, la partie méridionale de la mer du Nord et presque toute la Manche gardent, en toutes saisons, un caractère continental.

*
* *

Après ces quelques considérations préliminaires, nous allons examiner successivement les principales séries de mesures de salinité faites en Manche et en mer du Nord. Le nombre de ces séries est considérable; nous ne citerons donc que celles qui situent le plus parfaitement le cadre dans lequel le phytoplancton des eaux de ces deux régions accomplit son cycle biologique.

Comme nous l'avons indiqué au début de ce travail, la Belgique avait reçu en partage quelques stations en mer du Nord et dans le Pas-de-Calais, où les croisières périodiques devaient prélever des échantillons et exécuter des mesures. Les annexes 3, 4, 5, 6 et 7 à la fin de ce volume, énumèrent tous les résultats obtenus tant pour la température que pour la salinité aux différents points, au cours des diverses croisières et à différents niveaux. Tous ces prélèvements et analyses furent exécutés sous le contrôle de G. GILSON. La forme sous laquelle nous présentons les résultats ici date de l'époque de G. GILSON et est inédite.

Une des principales conclusions qu'on peut dégager de ces listes de chiffres est qu'au cours des croisières, et aux différents points de B-1 à B-12, le brassage des masses aquatiques a été pratiquement total, car on a mesuré très sensiblement les mêmes températures et salinités depuis la surface jusqu'au fond, à de rares exceptions près.

Une seconde observation, à laquelle il fallait s'attendre d'ailleurs, est la salinité relativement basse régnant en B-1 le long de la côte belge au bateau-feu « WANDELAAR » (tabl. 18).

TABLEAU 18.

Salinités observées à la station B-1 au cours des croisières périodiques, 1903-1908.
Mesures de surface et de fond.

Croisières	Dates	Salinité °/oo		Croisières	Dates	Salinité °/oo	
		Surface	Fond			Surface	Fond
II	XI.1903	32,32	33,26	XII	V.1906	29,65	30,34
III	II.1904	33,82	34,23	XIII	VIII.1906	33,51	33,64
IV	V.1904	31,76	31,98	XIV	XI.1906	32,59	32,70
VI	XI.1904	33,04	33,06	XV	II.1907	30,62	31,29
VII	II.1905	31,71	31,78	XVI	IV.1907	30,5	31,09
VIII	V.1905	34,49	34,49	XVII	VIII.1907	34,18	34,14
IX	VIII.1905	33,32	34,63	XVIII	XI.1907	32,94	33,08
X	XI.1905	32,79	32,83	XIX	II.1908	31,87	31,96
XI	II.1906	32,74	32,84				

On note, en outre, l'existence d'une très mince couche d'eau moins salée surmontant une couche d'une salinité plus élevée, certainement due à l'influence de l'estuaire de l'Escaut situé à proximité. Par ailleurs, les salinités les plus élevées ont été observées en surface à divers points comme indiqué dans le tableau.

Le point B-11, situé au milieu d'une ligne du cap Gris-Nez à Douvres, a montré, à peu de chose près, la plus haute salinité pendant une période de cinq ans, de 1903 à 1908, au cours des mois consacrés aux croisières. La teneur en sel élevée aux points B-4 et B-5 vers le « GALOPER » et le « INNER GABBARD » au large de l'estuaire du Thames.

Le point B-8, situé près de la côte anglaise au large de Orfordness, possède une salinité plus basse tendant vers les valeurs mesurées en B-8 (tabl. 20) sans en atteindre toutefois les minima.

Tout se passe comme si l'influence de l'Escaut en B-1 était plus forte que celle du Thames en B-8. On ne remarque pas non plus l'existence d'une stratification saline comme on en remarque une en B-1. Faut-il voir là une influence du courant atlantique contournant l'Ecosse et descendant en mer du Nord en s'appuyant sur la côte britannique ? Le brassage semble être plus important ici.

TABLEAU 19.

Salinités observées aux stations B-4, B-5, B-11, au cours des croisières périodiques, 1903-1908.
Mesures de surface.

Croisières	Dates	B-4	B-5	B-11
II	XI.1903	35,39	35,39	35,39
III	II.1904	35,37	35,39	35,43
IV	V.1904	35,08	34,72	35,35
VI	XI.1904	35,10	35,03	34,94
VII	II.1905	35,12	35,07	35,21
VIII	V.1905	35,21	35,28	35,19
IX	VIII.1905	—	35,16	35,14
X	XI.1905	34,88	35,10	35,28

TABLEAU 19 *(Suite)*.

Croisières	Dates	B-4	B-5	B-11
XI	II.1906	35,26	35,28	35,19
XII	V.1906	34,74	34,69	34,49
XIII	VIII.1906	34,87	34,99	34,97
XIV	XI.1906	35,01	—	35,1
XV	II.1907	35,10	34,97	34,4
XVI	IV.1907	35,10	35,05	35,15
XVII	VIII.1907	35,17	35,21	35,17
XVIII	XI.1907	—	35,23	35,23
XIX	II.1908	—	35,32	35,05

TABLEAU 20.

Salinités observées à la station B-8 au cours des croisières périodiques, 1903-1908.
Mesures de surface et de fond.

Croisières	Dates	Surface	Fond	Croisières	Dates	Surface	Fond
II	XI.1903	34,51	34,49	XII	V.1906	33,80	33,78
III	II.1904	34,92	34,90	XIII	VIII.1906	34,79	34,81
IV	V.1904	33,48	33,53	XIV	XI.1906	34,61	34,61
VI	XI.1904	34,83	34,76	XV	II.1907	33,69	33,68
VII	II.1905	34,33	34,31	XVI	IV.1907	33,82	33,78
VIII	V.1905	34,87	34,95	XVII	VIII.1907	34,94	34,94
IX	VIII.1905	34,72	34,69	XVIII	XI.1907	35,23	35,26
X	XI.1905	34,87	34,85	XIX	II.1908	34,31	34,29
XI	II.1906	33,95	33,96				

En 1933, 1934 et 1935, le « VICTOIRE » et le « ZINNIA » firent des croisières en mer du Nord, aux points B-13, B-15, B-16 et B-22. Les résultats des mesures exécutées au cours de chacun des cinq premiers mois de l'année et de septembre à décembre montrent pour 1934, en général, qu'une différence minime, aussi bien pour la température que pour la salinité, entre les couches de surface et celles du fond. Ce qui permet de conclure à un brassage régulier (tabl. 21 et 22).

TABLEAU 21.

Mesures du « VICTOIRE » en 1933.

Dates		9.V	29.V	13.VI	14.VI	25.IX	25.X	4.XII	18.XII
Station B-13 Position : 51°2'20" N-2°5'15" E.									
°C	1 m	10,60	12,80	14,40	—	17,10	13,35	4,65	2,65
	20 m	10,65	12,75	14,30	—	17,15	13,35	4,85	2,85
$S^0/_{00}$	1 m	34,14	33,96	34,51	—	35,77	31,98	33,52	31,26
	20 m	33,96	33,96	34,33	—	33,96	34,33	33,06	31,80

TABLEAU 21 *(Suite)*.

Dates	9.V	29.V	13.VI	14.VI	25.IX	25.X	18.XII	4.XII
Station B-14 Position : 51°7′ N-1°49′ E								
°C 1 m	10,20	11,90	—	13,80	17,50	15,60	7,65	5,10
15 m	10,22	11,90	—	13,80	17,60	15,60	7,95	5,35
25 m	10,22	11,90	—	13,80	—	15,60	7,95	—
27 m	—	—	—	—	17,60	—	—	—
29 m	—	—	—	—	—	—	—	5,40
S °/₀₀ 1 m	34,69	34,33	—	34,51	—	34,33	33,96	33,24
15 m	34,51	34,51	—	34,51	34,51	34,33	34,14	33,24
25 m	34,51	33,33	—	34,51	—	34,33	34,33	—
27 m	—	—	—	—	34,51	—	—	—
29 m	—	—	—	—	—	—	—	33,42
Station B-15 Position : 51°10′30″ N-1°36′ E.								
°C 1 m	9,80	12,10	—	13,10	17,80	15,60	8,15	4,95
15 m	9,79	12,10	—	13,10	17,85	15,58	8,12	5,10
45 m	—	—	—	—	—	15,58	—	—
48 m	—	—	—	—	—	—	—	5,15
50 m	9,75	11,75	—	13,08	17,85	—	8,10	—
S °/₀₀ 1 m	34,51	34,69	—	34,87	34,69	34,69	34,33	34,33
15 m	35,05	34,69	—	34,87	—	34,69	34,51	34,33
45 m	—	—	—	—	—	34,69	—	—
48 m	—	—	—	—	—	—	—	34,51
50 m	34,87	34,87	—	34,87	34,69	—	34,51	—
Station B-16 Position : 51°12′30″ N-1°27′45″ E.								
°C 1 m	10,40	12,30	—	13,55	16,80	15,10	6,90	2,80
20 m	10,35	12,30	—	13,45	16,80	15,10	6,50	3,00
S °/₀₀ 1 m	34,51	34,69	—	34,69	34,51	34,69	34,51	34,51
18 m	—	—	—	—	—	—	—	34,51
20 m	34,51	34,87	—	34,69	34,51	34,33	—	—
21 m	—	—	—	—	—	—	34,33	—
Station B-22. Position : 51°10′10″ N-2°38′ E.								
	8.V	9.V	13.VI		25.IX	23.X	4.XII	18.XII
°C 1 m	11,20	13,80	15,80	—	16,75	13,25	4,50	2,48
15 m	—	—	—	—	16,80	13,25	—	—
S °/₀₀ 1 m	34,14	33,78	30,35	—	33,24	34,33	31,08	30,90
15 m	—	—	—	—	33,06	34,33	—	—

TABLEAU 22.

Mesures du « ZINNIA » en 1934.

Dates	22.I	5.II	26.III	24.IV	21.V	10.IX	17.X	19.XI	10.XII
Station B-22. Position : 51°10′11″ N-2°38′ E.									
°C 1 m	3,50	1,70	5,20	8,30	11,40	17,95	—	8,30	9,20
S °/₀₀ 1 m	33,06	31,44	33,96	34,14	34,14	34,69	—	35,23	33,87

TABLEAU 22 *(Suite)*.

Dates		22.I	5.II	26.III	24.IV	21.V	10.IX	17.X	19.XI	10.XII
Station B-13. Position : 51°02′22″ N-2°05′15″ E.										
°C	1 m	3,80	2,70	5,20	7,30	10,65	17,90	13,40	9,90	10,30
	20 m	—	2,70	—	—	—	—	14,20	9,95	—
	21 m	4,20	—	—	—	—	—	—	—	10,30
	23 m	—	—	5,30	—	10,70	—	—	—	—
	24 m	—	—	—	7,80	—	17,85	—	—	—
S °/₀₀	1 m	34,14	33,60	34,14	34,14	34,14	34,69	34,69	34,14	33,87
	20 m	—	33,06	—	—	—	—	34,69	34,14	—
	21 m	34,14	—	—	—	—	—	—	—	33,87
	23 m	—	—	33,96	—	34,36	—	—	—	—
	24 m	—	—	—	34,96	—	34,69	—	—	—
Station B-14. Position : 51°07′ N-1°49′ E.										
°C	1 m	5,60	4,35	5,60	7,60	10,0	17,20	15,10	11,70	11,60
	15 m	5,70	4,40	5,55	7,60	10,0	17,20	15,20	11,75	11,60
	26 m	—	4,35	—	—	—	17,20	—	—	—
	28 m	5,70	—	—	—	—	—	—	—	—
	30 m	—	—	5,38	—	10,0	—	15,20	—	11,60
	35 m	—	—	—	7,58	—	—	—	11,75	—
S °/₀₀	1 m	34,14	34,14	34,14	34,36	34,36	35,23	34,69	35,23	33,87
	15 m	34,51	34,14	34,14	34,36	34,42	53,23	34,69	34,69	35,23
	26 m	—	34,69	—	—	—	—	—	—	—
	28 m	34,51	—	—	—	—	—	—	—	—
	30 m	—	—	34,14	—	34,42	—	35,23	—	35,23
	35 m	—	—	—	34,36	—	—	—	34,69	—
Station B-15. Position : 51°10′30″ N-1°36′ E.										
°C	1 m	6,80	5,78	5,60	7,45	9,70	17,05	14,50	10,30	11,75
	15 m	6,85	5,78	5,50	7,40	9,60	17,10	15,10	10,70	11,80
	45 m	—	—	—	—	—	17,10	15,0	—	—
	46 m	—	—	5,60	7,40	—	—	—	—	—
	47 m	—	5,79	—	—	—	—	—	—	11,80
	48 m	—	—	—	—	9,60	—	—	—	—
	50 m	6,75	—	—	—	—	—	—	10,60	—
S °/₀₀	1 m	34,51	34,69	34,14	34,36	34,42	35,23	35,23	34,69	35,23
	15 m	34,51	34,69	34,14	34,43	34,40	35,23	35,23	34,69	35,23
	45 m	—	—	—	—	—	35,23	35,23	—	—
	46 m	—	—	34,36	34,36	—	—	—	—	—
	47 m	—	34,69	—	—	—	—	—	—	35,23
	48 m	—	—	—	—	35,42	—	—	—	—
	50 m	34,51	—	—	—	—	—	—	35,23	—
Station B-16. Position : 51°12′30″ N-1°27′45″ E.										
°C	1 m	5,95	3,52	5,40	7,45	10,05	17,35	12,90	9,80	10,80
	14 m	—	—	—	—	—	17,40	—	—	—
	15 m	—	3,55	—	—	—	—	—	—	—
	16 m	—	—	—	—	—	—	13,80	—	10,80
	18 m	5,45	—	5,35	—	—	—	—	—	—
	20 m	—	—	—	7,20	—	—	—	10,08	—
	21 m	—	—	—	—	10,0	—	—	—	—
S °/₀₀	1 m	34,51	34,69	34,36	34,36	34,42	35,23	35,23	34,69	35,23
	14 m	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15 m	—	34,14	—	—	—	—	—	—	—
	16 m	—	—	—	—	—	—	35,23	—	35,23
	18 m	34,51	—	34,36	34,42	—	—	—	—	—
	20 m	—	—	—	—	—	—	—	34,69	—
	21 m	—	—	—	—	34,45	—	—	—	—

TABLEAU 23.

Mesures du « ZINNIA » en 1935.

Dates		8.I	12.II	27.III	8.IV	13.V	1.X	7.XI	9.XII
Station B-13. Position : 51°2′20″ N-2°5′15″ E.									
°C	1 m	8,50	4,80	6,20	6,90	10,80	15,85	12,80	8,0
	20 m	8,60	4,80	—	—	—	—	12,90	8,05
	22 m	—	—	—	—	10,70	—	—	—
	23 m	—	—	—	6,90	—	—	—	—
	25 m	—	—	—	—	—	16,0	—	—
S °/₀₀	1 m	34,69	33,87	34,14	34,14	30,90	34,42	34,14	33,60
	20 m	34,69	33,60	—	—	34,14	—	34,14	33,06
	23 m	—	—	—	34,14	—	—	—	—
	25 m	—	—	—	—	—	34,96	—	—
Station B-14. Position : 51°7′ N-1°49′ E.									
°C	1 m	9,55	6,10	7,10	7,20	10,40	16,20	13,20	9,40
	15 m	9,70	6,10	7,05	—	10,35	16,20	13,30	—
	26 m	—	—	—	7,15	—	—	—	—
	29 m	9,70	6,10	7,05	—	—	—	—	—
	27 m	—	—	—	—	—	—	13,30	—
	32 m	—	—	—	—	—	—	—	9,50
	34 m	—	—	—	—	—	16,20	—	—
	39 m	—	—	—	—	10,45	—	—	—
S °/₀₀	1 m	34,69	33,60	34,69	34,69	32,52	34,96	34,69	34,69
	15 m	34,69	34,14	34,69	—	33,60	34,96	34,69	—
	26 m	—	—	—	34,69	—	—	—	—
	27 m	—	—	—	—	—	—	34,69	—
	29 m	34,69	33,87	34,14	—	—	—	—	—
	32 m	—	—	—	—	—	—	—	34,14
	34 m	—	—	—	—	—	34,96	—	—
	39 m	—	—	—	—	33,60	—	—	—
Station B-15. Position : 51°12′30″ N-1°27′45″ E.									
°C	1 m	9,0	5,30	6,95	7,0	10,30	15,60	12,90	7,90
	18 m	—	—	—	7,0	—	15,60	—	—
	20 m	—	—	—	—	—	—	12,90	8,0
	22 m	9,0	5,30	6,95	—	—	—	—	—
	24 m	—	—	—	—	10,30	—	—	—
S °/₀₀	1 m	34,69	34,69	34,69	34,69	34,14	34,96	34,69	34,14
	18 m	—	—	—	34,69	—	34,42	—	—
	20 m	—	—	—	—	—	—	34,69	34,69
	22 m	34,14	34,69	34,69	—	—	—	—	—
	24 m	—	—	—	—	34,14	—	—	—
Station B-16. Position : 51°12′30″ N-1°27′45″ E.									
°C	1 m	9,0	5,30	6,85	7,0	10,30	15,60	12,90	7,9
	22 m	9,0	5,30	6,95	7,0	10,30	15,60	12,90	8,0
S °/₀₀	1 m	34,69	34,69	34,69	34,69	34,16	34,69	34,69	34,14
	22 m	34,14	34,69	34,69	34,69	34,14	34,42	34,69	34,69
Station B-22. Position : 51°10′10″ N-2°38′ E.									
°C	1 m	8,0	3,3	6,0	6,30	10,90	15,70	12,30	7,60
	20 m	—	—	—	—	—	—	12,30	—
S °/₀₀	1 m	35,23	33,87	33,60	34,14	30,90	34,96	33,60	33,60
	20 m	—	—	—	—	—	—	33,60	—

Toutefois, pour 1933 et 1935, il s'est produit parfois des différences plus appréciables.

Si nous mettons en parallèle les mesures de la salinité en surface et au fond pour ces trois années consécutives en choisissant trois exemples, dont deux situés dans la zone côtière et une au milieu de la ligne joignant Deal à Gravelines, nous observons ce qui suit :

	Mesures de salinité en surface			Mesures de salinité en profondeur		
	B-16 côte anglaise	B-14 centre Pas-de-Calais	B-13 côte française	B-16 côte anglaise	B-14 centre Pas-de-Calais	B-13 côte française
1933 Max.	34,69	—,—	35,77	34,87	34,51	34,33
Min.	34,50	33,24	31,26	34,33	33,42	31,80
1934 Max.	35,23	35,23	34,69	34,69	35,23	34,69
Min.	34,36	33,87	33,60	34,36	34,14	33,87
1935 Max.	34,69	34,69	34,69	34,69	34,69	34,96
Min.	34,14	32,52	30,90	34,14	33,60	33,06

qu'en 1933, la salinité a présenté un maximum plus élevé en B-13 (35,77 ‰) qu'en B-16; qu'en 1934, le maximum a été relevé vers la côte anglaise (35,23 ‰) et de même qu'en B-14, le centre du Pas-de-Calais (35,23 ‰). En 1935, il y avait égalité. Le maximum en surface au point B-14 correspondait d'ailleurs à un maximum de 35,23 ‰ au fond.

Depuis 1949 jusqu'à 1954, des échantillons d'eau ont été prélevés à bord du bateau de recherches « HINDERS » à l'intention de l'Institut Maritime de Oostende à un point situé au large d'Oostende pouvant varier très légèrement. Ici aussi on remarque cette salinité relativement basse, due aux influences côtières diverses, dont on a vu un exemple plus haut à l'occasion des mesures faites au « WANDELAAR ».

Les résultats des mesures de température et de salinité ont été groupés dans le tableau annexe 6.

De 1920 à 1923 des mesures ont été effectuées en Manche et en mer du Nord par nos confrères britanniques et les résultats publiés par J. R. LUMBY (1925), à 13 points ou traversées, notamment :

A. — Bateau-feu « SEVEN STONES » (tabl. 24).
B. — Route : Liverpool-Charente (de a à k),
C. — Route : Southampton-Saint Malo (de a à e).
D. — Route : Southampton-Le Havre (de a à e).
E. — Route : Newhaven-Dieppe (de a à c),
F. — Bateau-feu « VARNE » (tabl. 24).
G. — Bateau-feu « EAST-GOODWIN ».
H. — Bateau-feu « GALLOPER ».
J. — Bateau-feu « OUTER GABBARD ».
K. — Bateau-feu « GROSS SANDS ».
L. — Bateau-feu « SMITH'S KNOLL ».
M. — Bateau-feu « OUTER DOWSING ».

TABLEAU 24.

Salinité moyenne annuelle ‰ aux bateaux-feu « SEVEN STONES » et « VARNE ».

Années	« SEVEN-STONES »		« VARNE »	
	S ‰	Nombre d'observations	S ‰	Nombre d'observations
1904	35,29	53	—	—
1905	35,29	62	—	—
1906	35,26	65	35,07	66
1907	35,17	54	35,07	64
1908	35,20	65	35,09	66
1909	35,21	59	35,15	55
1910	35,16	72	35,00	60
1911	35,23	95	34,63	162
1912	35,21	124	34,84	130
1913	35,25	124	34,88	130
1914	35,20	129	34,99	123
1915	35,25	124	34,72	131
1916	35,26	132	34,93	130
1917	35,27	131	34,93	130
1918	35,34	130	34,93	126
1919	35,15	113	34,98	126
1920	35,08	132	34,99	130
1921	35,16	131	35,11	120
1922	35,28	124	35,25	323
1923	35,25	128	35,17	355

De ces moyennes mensuelles de 1920 à 1923, nous n'avons retenu que quelques points qui nous intéressent plus spécialement :

A. — Le bateau-feu « SEVEN STONES ».

B. — Mi-chemin sur la route Liverpool-Charente, à l'entrée de la Manche.

C. — Le bateau-feu « VARNE ».

Les mesures effectuées au point F sont à comparer à celles faites au bateau-feu « WEST-HINDER ». Cette comparaison sera faite dans le chapitre consacré au milieu marin au « WEST-HINDER ».

Au début des deux étés 1921 et 1922, une eau d'une salinité particulièrement élevée s'introduisit en Manche et une partie, probablement originaire de la Méditerranée, traversa la Manche sous forme d'un courant inférieur et apparut en surface à la sortie orientale, passant finalement le Pas-de-Calais pour entrer en Mer Flamande.

Alors que, d'après E. LE DANOIS, le mouvement de l'eau salée sur le plateau franco-britannique n'était pas si étendu au cours de l'été 1922 qu'en 1921, la salinité de l'eau de la Manche, au contraire, était plus élevée en 1922 qu'en 1921.

La circulation des eaux de surface en Manche subit des variations en hiver et en été; au cours de la première saison, il se produit un apport direct d'eau relativement salée depuis l'Atlantique vers la mer du Nord, alors que, durant la seconde,

la masse des eaux océaniques entrant en Manche, au-delà d'Ouessant, est refoulée et quitte la Manche en frôlant de près la presqu'île de Land's End. Le courant autour de Land's End peut exister, toutefois, en hiver aussi bien qu'en été.

L'extension vers le Sud de la circulation cyclonique au Sud de l'Irlande était similaire en 1921 et 1922 à celle qui eut lieu en 1906 et s'étendit vers le Sud plus loin que d'habitude.

Les conditions hydrographiques générales, aussi bien au Nord qu'au Sud des îles Britanniques, observées au cours de la période 1920-1922, offrent quelque ressemblance avec celles obtenues durant la période 1904-1906.

On sait que la présence d'un courant d'eau salée vers la Manche et la Mer Flamande, occasionnant une hausse de la salinité dans ces régions, est habituelle en hiver; mais on ignore jusqu'où il faut que ce courant s'étende normalement sur le plateau continental franco-britannique de manière à influencer la Manche et la Mer Flamande. L'extension de l'eau salée estivale a été remarquée chaque fois qu'on a pu disposer d'observations adéquates (J. LUMBY) (tabl. 25).

TABLEAU 25.

Moyennes mensuelles de la salinité ‰
à divers points en Manche et en mer du Nord de 1920 à 1923.
(D'après J. R. LUMBY, 1925.)

Dates	A	Be	F	Dates	A	Be	F
I.1920	35,05	35,31	34,94	I.1922	35,34	35,42	35,25
II	35,01	35,23	34,95	II	35,31	35,29	35,33
III	35,04	35,17	34,96	III	35,24	35,53	35,39
IV	35,04	35,31	34,99	IV	35,27	35,44	35,33
V	34,97	35,41	34,92	V	35,23	35,36	35,53
VI	35,07	35,32	34,93	VI	35,24	35,42	35,31
VII	35,10	35,20	35,05	VII	35,17	35,40	35,17
VIII	35,15	35,20	34,99	VIII	35,20	35,32	35,17
IX	35,16	35,20	34,98	IX	35,29	35,33	35,23
X	35,10	35,24	35,00	X	35,38	35,24	35,24
XI	35,10	35,27	35,10	XI	35,34	35,38	35,04
XII	35,13	35,32	35,09	XII	35,30	35,37	35,04
I.1921	35,10	35,36	35,13	I.1923	35,39	—	35,19
II	35,12	35,34	35,04	II	35,39	—	35,22
III	35,17	35,32	35,10	III	35,38	—	35,29
IV	35,02	35,28	35,08	IV	35,32	—	35,18
V	35,02	35,28	35,08	V	35,21	—	35,12
VI	35,08	35,37	35,01	VI	35,34	—	35,12
VII	35,19	35,32	35,01	VII	35,29	—	35,13
VIII	35,15	35,30	—	VIII	35,19	—	35,04
IX	35,21	35,29	35,13	IX	35,13	—	35,09
X	35,22	35,35	35,17	X	35,13	—	35,16
XI	35,30	35,38	35,22	XI	35,12	—	35,21
XII	35,34	35,43	35,24	XII	35,09	—	35,23

Mentionnons encore toute une série de mesures faites par le s/s « GEORGE BLIGH » en Manche, du 26 janvier au 6 février 1923, comprenant surtout des sondages et des prélèvements à différents niveaux (tabl. 26 et 27; fig. 21).

TABLEAU 26.

Croisière du s/s « GEORGE BLIGH » en Manche, du 26 janvier au 6 février 1923.

Stations	Dates	Position	Profond. m	°C	S °/₀₀
	1923				
1	25.I	51°30′ N-0°46′ E	0	4,22	30,36
			18	4,30	32,59
2	26.I	51°24,5′ N-1°23′ E	0	5,43	34,58
			15	5,61	34,65
3	27.I	51°15′ N-1°51′ E	0	7,62	35,22
			20	7,60	35,21
			35	7,62	35,24
4	27.I	51°28,5′ N-1°26′ E	0	6,30	35,01
			20	6,33	35,00
			35	6,30	35,00
5	27.I	50°57,5′ N-1°32′ E	0	7,43	35,17
			20	7,41	35,12
			40	7,42	35,14
6	27.I	50°51′ N-1°27′ E	0	7,16	35,09
			20	7,11	35,08
			40	7,06	35,07
			57	7,06	35,04
7	27.I	50°31′ N-0°48′ E	0	7,72	34,99
			20	7,72	35,02
			35	7,71	34,99
8	27.I	50°47′ N-1°00′ E	0	7,05	35,07
			20	7,05	35,08
			34	7,06	35,07
9	27.I	50°38′ N-0°32′ E	0	6,76	34,99
			20	6,83	35,03
			40	6,84	35,03
			50	6,83	35,02
10	27.I	50°30′ N-0°13′ E	0	7,72	35,22
			20	7,69	35,22
			40	7,64	35,25
			49	7,66	35,26
11	27.I	50°15′ N-0°13′ E	0	8,35	35,04
			20	8,35	35,10
			39	8,35	35,20
12	29.I	49°50′ N-0°10′ E	0	8,02	—
			20	8,02	34,88
			34	8,02	34,79
13	29.I	50°2′ N-0°12′ W	0	8,64	35,15
			20	8,63	35,53
			40	8,65	35,90
			50	8,63	35,15
14	29.I	50°15′ N-0°35′ W	0	8,69	35,19
			40	8,70	35,31
			43	8,70	35,25
15	29.I	50°27′ N-1°3′ W	0	7,98	35,27
			20	8,22	35,52
			29	7,87	35,33
16	29.I	50°30′ N-1°19′ W	0	7,12	35,11
			20	7,17	35,21
			33	7,12	35,08
17	29-30.I	50°20′ N-1°20′ W	0	7,36	35,11
			20	7,32	35,23
			40	7,32	35,12
			50	7,35	35,09
18	30.I	50°00′ N-1°25′ W	0	9,05	35,27 (?)
			20	9,05	35,23 (?)
			40	9,07	35,24 (?)
			68	9,08	35,28 (?)

TABLEAU 26 *(Suite)*.

Stations	Dates	Position	Profond. m	°C	S °/₀₀
19	30.I	49°57′ N-1°48′ W	0	9,13	—
			20	9,08	—
			40	9,08	—
			60	9,08	—
			70	9,08	—
20	30.I	50°14′ N-2°7′ W	0	9,22	35,28
			20	9,22	35,34
			40	9,23	35,61
			55	9,20	35,37
21	30.I	50°27′ N-2°23′ W	0	8,19	35,08
			20	8,19	35,17
			40	8,18	35,05
			47	8,18	35,11
22	30.I	50°11′ N-2°31′ W	0	9,23	35,37
			20	9,26	35,36
			40	9,26	35,44
			58	9,26	35,33
23	31.I	49°52′ N-2°33′ W	0	9,53	35,11
			20	9,53	35,32
			40	9,52	35,29
			61	9,53	35,35
24	31.I	49°39′ N-2°37′ W	0	9,43	35,32
			20	9,48	35,28
			40	9,48	35,28
			60	9,48	35,38
			70	9,48	35,28
25	31.I	49°51′ N-2°58′ W	0	9,58	35,34
			20	9,58	35,40
			40	9,58	35,34
			66	9,56	35,63
27	5.II	50°10′ N-3°32′ W	0	9,48	35,35
			20	9,48	35,16
			40	9,48	—
			62	9,47	35,15
28	5.II	50° 0′ N-1°48′ W	0	9,26	35,37
			20	9,31	35,34
			40	9,33	35,36
			60	9,30	35,21
29	6.II	49°50′ N-0°10′ E	0	8,68	35,21
			34	8,69	35,28

En 1937, le « GEORGE BLIGH » a effectué, en outre, toute une série de mesures tant en Manche qu'en mer du Nord, concernant la température, la salinité, les teneurs en oxygène et en phosphates, en surface et à différentes profondeurs. Les résultats ont été compilés dans le Bulletin Hydrographique pour 1937, d'où nous extrayons les chiffres du tableau 27 (fig. 21 et tabl. annexes 1 et 2).

Les données les plus intéressantes ont été réparties sur deux tableaux, en premier (tabl. annexe 1), comprenant l'ensemble des résultats surtout en ce qui concerne l'oxygène et les phosphates, et un second (tabl. annexe 2) ne mentionnant que les résultats de stations d'une certaine importance, c'est-à-dire donnant la température et la salinité à plusieurs niveaux.

Ces tableaux offrent un intérêt particulier en ce sens qu'ils comprennent les rares données existant en Manche et en mer du Nord au sujet de mesures faites à différentes profondeurs. Les saturations de l'oxygène et les concentrations en phosphates seront discutées plus loin.

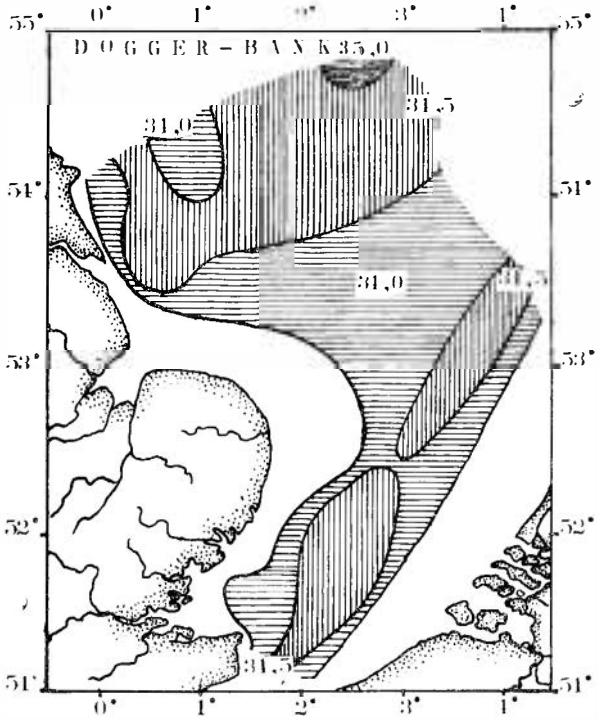


FIG. 21. — Croisière du « GEORGE BLIGH » 3-9.VIII.1937.
Répartition des isohalines.

TABLEAU 27.
Mesures de salinité et de transparence en mer du Nord et en Manche.
Croisière du s/s « GEORGE BLIGH » en 1937.
(D'après M. GRAHAM, 1938.)

Station	Date	Heure	Profondeur m	Secchi m	Station	Date	Heure	Profondeur m	Secchi m
4	4.VIII	6.33	15	2,5	25	6.VIII	17.12	35	4,0
5	4.VIII	8.35	10	1,0	28	7.VIII	4.43	35	9,0
6	4.VIII	13.47	18	1,0	29	7.VIII	8.34	25	10,0
7	4.VIII	16 46	10	2,5	30	7.VIII	14.06	25	12,0
8	4.VIII	18.32	15	2,3	31	7.VIII	18.25	65	14,0
13	5.VIII	5.21	20	6,5	35	8.VIII	9.23	40	5,5
14	5.VIII	8.53	30	9,5	36	8.VIII	11.45	50	11,45
15	5.VIII	12.10	45	8,3	37	8.VIII	14.00	50	17,0
16	5.VIII	14 40	25	3,8	38	8.VIII	16.34	40	13,0
17	5.VIII	17.33	35	11,0	39	8.VIII	19.08	30	9,5
22	6.VIII	6 40	20	10,0	42	9.VIII	13.32	10	4,2
23	6.VIII	10.40	40	8,3	43	9.VIII	19.17	20	3,7
24	6.VIII	14.22	30	4,5					

Il faut encore citer une publication de J. R. LUMBY (1935) sur la salinité et la température en Manche durant vingt-cinq ans de 1903 à 1927. L'auteur a subdivisé la Manche en plusieurs régions; nous lui empruntons les chiffres correspondant à des secteurs qui nous intéressent plus spécialement, notamment le n° 8 à l'entrée de la Manche, les n^{os} 18 et 24 au centre et 40 et 41 à la sortie E de la Manche (tabl. 28 et 29).

TABLEAU 28.
Moyennes mensuelles de la température
et de la salinité en Manche en cinq endroits différents de 1903 à 1927.
(D'après J. R. LUMBY, 1935.)

Mois	Température °C					Salinité °/$_{oo}$				
	8	18	24	40	41	8	18	24	40	41
I.	10,33	9,71	9,62	7,65	7,01	35,348	35,307	35,208	35,033	34,505
II.	9,99	9,11	8,61	6,70	6,17	35,318	35,312	35,230	35,005	34,713
III.	9,88	9,04	8,21	6,90	6,78	35,306	35,274	35,189	35,047	34,715
IV.	10,24	9,54	8,51	7,61	9,16	35,260	35,248	35,190	35,003	34,691
V.	11,33	11,02	10,23	9,48	8,98	35,254	35,212	35,143	35,006	34,502
VI.	13,78	12,51	12,18	12,05	—	35,259	35,159	35,094	34,980	—
VII.	15,64	14,67	14,01	14,20	—	35,263	35,148	35,035	34,997	—
VIII.	15,90	15,45	15,25	15,73	16,53	35,274	35,146	35,034	34,959	34,690
IX.	14,96	14,77	15,59	15,74	—	35,296	35,165	35,061	34,980	34,621
X.	13,40	14,49	14,63	14,34	—	35,313	35,223	35,073	34,993	—
XI.	12,47	12,83	12,73	11,69	12,38	35,318	35,246	35,136	35,014	34,821
XII.	11,48	11,10	10,71	9,43	8,81	35,319	35,272	35,167	35,031	—
Moy. ann.	12,45	12,02	11,69	10,96	10,96	35,294	35,226	35,130	35,004	34,651

TABLEAU 29.

Année	Température °C					Salinité °/$_{oo}$				
	8	18	24	40	41	8	18	24	40	41
1903	12,61	12,14	11,88	—	11,00	35,365	35,457	35,364	—	—
1904	13,03	12,14	11,74	10,72	11,32	35,372	35,271	35,163	35,106	34,846
1905	12,41	11,83	11,08	10,70	11,14	35,401	35,393	35,278	35,154	34,766
1906	12,08	11,59	11,22	11,06	10,81	35,371	35,273	35,216	35,060	34,665
1907	11,96	11,32	11,40	10,75	10,50	35,369	35,293	35,228	35,081	34,732
1908	12,92	11,59	11,62	11,19	10,35	35,293	35,266	35,205	35,079	34,776
1909	11,92	11,72	11,61	10,96	10,95	35,275	35,248	35,212	35,144	34,884
1910	—	11,94	11,92	11,44	11,15	—	35,151	35,094	35,012	34,574
1911	11,83	12,32	11,48	11,38	10,55	35,294	35,100	34,939	34,735	34,057
1912	12,69	12,18	11,94	11,60	—	35,225	35,013	34,903	34,844	34,617
1913	12,63	12,92	11,57	11,77	—	35,284	35,162	35,031	34,878	34,594
1914	12,35	12,71	11,91	11,85	—	35,263	35,172	35,086	34,979	35,020
1915	11,98	11,47	11,38	8,84	—	35,275	35,214	35,017	34,752	—
1916	12,67	—	11,99	9,10	10,85	35,259	—	35,055	34,925	34,207
1917	12,12	—	10,68	7,70	7,24	35,206	—	35,075	34,943	33,664
1918	—	—	11,98	8,99	—	—	—	35,152	34,925	—
1919	—	—	11,36	10,66	—	—	—	35,028	34,982	—
1920	12,28	12,48	12,12	11,62	—	35,231	35,219	35,110	34,992	—
1921	13,36	13,21	12,85	12,25	—	35,305	35,334	35,150	35,102	—
1922	12,28	—	11,49	11,11	12,99	35,364	—	35,280	35,251	35,148
1923	—	—	11,70	11,66	11,25	—	—	35,226	35,168	35,216
1924	12,62	—	11,58	11,30	—	35,220	—	35,167	35,037	—
1925	12,79	11,84	11,68	12,03	—	35,264	35,158	35,067	34,920	—
1926	12,95	12,26	12,15	12,28	—	35,274	35,144	35,042	34,917	—
1927	12,45	12,25	11,98	11,98	—	35,293	35,215	35,172	34,951	—
Moy.	12,45	12,02	11,69	10,96	10,96	35,294	35,226	35,130	35,004	34,651

Les positions respectives sont, pour l'année :

n° 8	49°34′ N—5°29′ W
n° 18	49°52′ N—3°22′ W
n° 24	50°07′ N—1°51′ W
n° 40	50°57′ N—1°15′ E
n° 41	50°44′ N—1°24′ E

Un travail très important pour la mer du Nord est celui de P. M. VAN RIEL (1929). Quoiqu'il ne fût pas entrepris dans un but hydrographique strict, mais plutôt pour mettre au point une méthode pour calculer la salinité moyenne par mois ou par décade pour l'eau de surface, il nous offre cependant un aperçu d'autant plus intéressant qu'il est fondé sur des chiffres provenant d'observations de plusieurs années. Il comprend notamment les moyennes pour tous les bateaux-feu mentionnés dans le tableau.

TABLEAU 30.

Nombre moyen d'échantillons examinés par mois et années d'observations aux bateaux-feu.

Bateaux-feu	Nombre moyen d'échantillons par mois	Années d'observations
« NOORD-HINDER » (NH) ..	28	1906-1916, 1921-1926
« HAAKS » (H)	29	1906-1914, 1921-1926
« TERSCHELLINGBANK » (T)	28	1906-1914, 1923-1926
« VARNE » (V)	10	1905-1922
« EAST GOODWIN » (EG) ..	7	1905-1910, 1913-1914, 1920-1922
« WEST-HINDER » (WH)	7-8	1906-1911
« GALLOPER » (G)	10-11	1921
« OUTERGABBARD » (OG) ...	9	1913-1914, 1920-1922
« CROSS SAND » (CS)	10-11	1913-1915, 1920-1922
« SMITH's KNOLL » (SK) ..	15	1910-1914, 1920-1922
« SWARTE BANK » (SB) ...	11	1913-1914, 1920-1922
« OUTER DOWSING » (OD)	11	1913-1914, 1920-1922

La carte (fig. 22) montre la position des bateaux-feu.

En outre, des stations supplémentaires ont été tenues dans la région NE de la mer du Nord à l'E de 30° de longitude et au N du 53° de latitude. Les positions de ces stations sont figurées sur la carte (fig. 23), de même qu'une série de huit stations au N du 53° au large des îles de la Frise.

Les moyennes mensuelles de la salinité pour ces diverses stations sont mentionnées dans les tableaux 31, 32, 33, 34 et 35.

P. M. VAN RIEL arrive aux conclusions suivantes : la région à haute salinité se trouve, comme dans la mer du Nord septentrionale, plus vers l'Ouest à cause, notamment, de l'influence des fleuves néerlandais dont le débit est plus grand que celui des fleuves de la côte occidentale. On peut déduire des isohalines près de la côte du Norfolk que le courant porte vers le NE et le N, dans cette région,

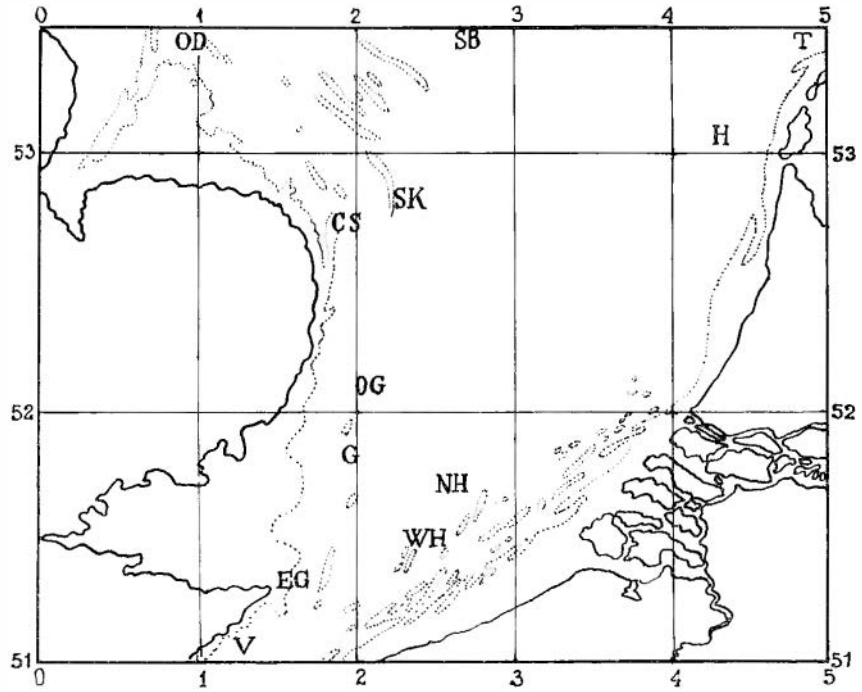


FIG. 22. — Situation des bateaux-feu (P. M. VAN RIEL, 1929).
(Pour la signification des initiales, cf. tabl. 30.)

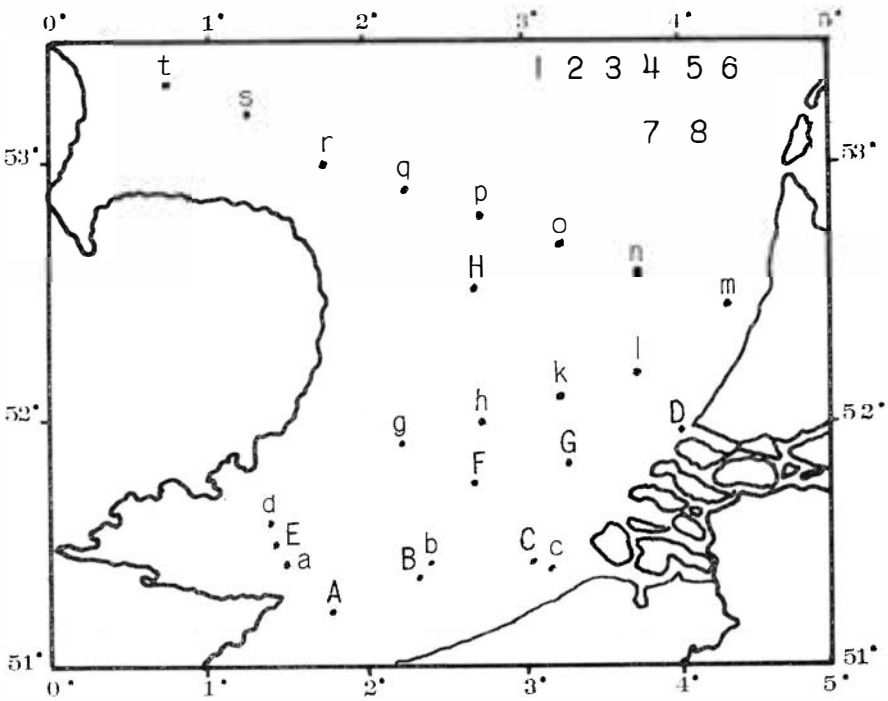


FIG. 23. — Gisement des divers points d'échantillonnage
(P. M. VAN RIEL, 1929).

TABLEAU 31.
Salinités mensuelles des stations A-G en mer du Nord.
(D'après P. M. VAN RIEL, 1929.)

Mois	51°13′N-1°47′E A	51°22′N-2°21′E B	51°25′N-3°4′E C	51°57′N-4°3′E D	51°30′N-1°26′E E	51°45′N-2°42′E F	51°51′N-3°18′E G (1921-1923)
I	35,04	34,61	32,29	27,57	34,69	34,90	34,36
II	35,04	34,62	32,25	28,90	34,63	34,77	34,33
III	34,93	34,24	31,56	28,82	34,43	34,86	33,98
IV	34,88	34,07	31,12	28,14	34,36	34,42	33,84
V	35,02	34,27	31,68	28,16	34,45	34,46	33,78
VI	34,92	34,22	31,78	27,74	34,51	34,68	33,86
VII	34,92	34,30	32,04	28,99	34,65	34,62	33,85
VIII	35,09	34,61	32,91	29,49	34,80	34,69	33,97
IX	35,00	34,90	33,10	30,19	34,84	34,65	34,32
X	35,09	34,46	32,70	30,75	34,86	34,67	34,45
XI	35,07	34,35	32,34	29,71	34,92	34,80	34,19
XII	34,98	34,16	32,78	30,32	34,85	34,66	33,96

de février à mai. De juin à août, la direction se maintient, mais au cours des deux mois suivants, la direction est plutôt vers l'Est. En novembre et jusqu'en janvier, aussitôt que le courant d'eau plus salée du Sud devient plus fort, les isohalines se replient vers la côte anglaise.

Au moyen des valeurs numériques obtenues et corrigées d'après les calculs de P.M. VAN RIEL, on a dessiné 12 cartes, donnant les courbes isohalines mensuelles moyennes. L'établissement de ces lignes est basé en premier lieu sur les valeurs moyennes obtenues aux bateaux-feu, ensuite sur les renseignements fournis par les lignes de navigation entre les Pays-Bas et l'Angleterre (fig. 24, 25 et 26).

E. VAN EVERDINGEN (1905) avait déjà montré l'existence de cette déviation en direction du Nord-Est en se basant sur la répartition de la température en surface durant plusieurs décades successives.

Sur les cartes saisonnières englobant la totalité de la mer du Nord, établies par G. BOHNECKE (1927), cette déviation se présente comme faisant partie d'un tourbillon cyclonique dénommé par l'auteur : « tourbillon SW du Doggerbank ».

Les résultats d'une investigation systématique de J. R. LUMBY et J. N. CARRUTHERS, publiés en 1928 dans le Journal du Conseil, montrent une déviation analogue des isohalines, près des côtes du Norfolk, vers le NE, et, dans les cartes des courants, basées sur ces résultats, le tourbillon renseigné par G. BOHNECKE apparaît parfaitement, à une profondeur de 20 mètres.

On peut citer comme seconde particularité la courbure que prennent les isohalines à l'intérieur de l'embouchure du Thames. Ici aussi, l'eau peu salée, s'écoulant au Sud, forme, probablement, un tourbillon cyclonique avec l'eau de la Manche qui chemine vers l'Ouest.

TABLEAU 32.

Salinités moyennes mensuelles des stations a-u en mer du Nord.
(D'après P. M. VAN RIEL, 1929.)

Stations	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
a : 51°24′ N-1°30′ E	34,64	34,45	34,41	34,38	34,51	34,52	34,69	34,72	34,83	34,80	34,80	34,65
b : 51°24′ N-2°24′ E	34,53	34,32	34,49	34,21	34,27	34,32	34,52	34,42	34,45	34,40	34,58	34,68
c : 51°24′ N-3°12′ E	32,01	31,25	31,21	30,73	30,63	30,83	31,28	31,36	31,82	31,89	32,27	32,14
d : 51°36′ N-1°24′ E	34,68	34,75	34,58	34,32	34,44	34,62	34,45	34,64	34,88	34,83	34,72	34,83
g : 51°54′ N-2°15′ E	35,05	34,87	34,53	34,67	34,52	34,58	34,56	34,63	34,74	34,78	34,90	34,81
h : 52°0′ N-2°48′ E	34,77	34,82	34,47	34,61	34,44	34,44	34,51	34,49	34,80	34,69	34,85	34,81
k : 52°6′ N-3°15′ E	34,75	34,63	34,17	34,31	34,12	34,20	34,36	34,34	34,58	34,45	34,67	34,71
l : 52°12′ N-3°45′ E	34,14	34,25	33,32	33,41	33,58	33,30	33,62	33,87	34,07	34,00	34,53	34,28
m : 52°12′ N-4°18′ E	33,05	32,95	32,94	32,91	32,44	32,69	32,86	33,31	33,41	33,33	33,65	33,67
n : 52°36′ N-3°45′ E	34,74	34,37	34,37	34,21	34,29	34,31	34,45	34,27	34,50	34,51	34,55	34,65
o : 52°42′ N-3°15′ E	34,59	34,55	34,64	34,66	34,53	34,61	34,42	34,60	34,54	34,67	34,53	34,64
p : 52°48′ N-2°45′ E	34,64	34,55	34,48	34,51	34,43	34,44	34,46	34,44	34,25	34,46	34,59	34,60
q : 52°54′ N-2°15′ E	34,77	34,56	34,34	34,61	34,51	34,43	34,50	34,30	34,53	34,57	34,63	34,54
r : 53°0′ N-1°45′ E	34,64	34,28	34,48	34,49	34,53	34,65	34,59	34,35	34,55	34,49	34,55	34,57
s : 53°12′ N-1°15′ E	34,58	34,52	34,49	34,53	34,57	34,46	34,50	34,43	34,49	34,50	34,46	34,43
t : 53°18′ N-0°45′ E	34,46	34,27	34,25	34,28	34,59	34,46	34,41	34,41	34,46	34,47	34,45	34,48
u : 53°30′ N-0°18′ E	34,03	32,92	34,16	33,99	34,16	34,10	34,25	34,18	34,32	34,11	34,22	34,14

TABLEAU 33.

Salinités mensuelles moyennes aux stations H en mer du Nord.
(D'après P. M. VAN RIEL, 1929.)

Mois	Position	Salinité ‰	Nombre d'échantillons
I	52°5′ N-2°7′ E	34,84	9
II	52°5′ N-2°6′ E	34,77	9
III	52°5′ N-2°7′ E	34,66	14
IV	52°6′ N-2°8′ E	34,76	5
V	52°6′ N-2°9′ E	34,82	6
VI	52°4′ N-2°5′ E	34,44	6
VII	52°5′ N-2°6′ E	34,57	5
VIII	52°6′ N-2°9′ E	34,50	7
IX	52°5′ N-2°8′ E	34,46	3
X	52°5′ N-2°7′ E	34,64	6
XI	52°5′ N-2°6′ E	34,58	7
XII	52°5′ N-2°8′ E	34,82	3

TABLEAU 34.

Salinités mensuelles moyennes aux points 1 à 8 en mer du Nord.
(D'après P. M. VAN RIEL, 1929.)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8
I	—	—	—	(34,89)	—	(34,69)	—	34,65
II	—	—	—	—	(34,73)	—	34,72	—
III	—	—	—	—	—	—	34,86	34,74
IV	—	—	—	—	—	—	34,78	34,70
V	—	—	—	—	—	34,47	—	—
VI	—	—	—	—	(34,59)	34,29	—	—
VII	—	—	—	34,50	34,54	34,64	—	—
VIII	—	—	—	34,57	34,77	34,62	—	—
IX	—	—	—	34,56	—	34,47	(34,67)	34,82
X	34,68	34,43	34,68	—	34,48	34,58	34,72	—
XI	—	34,65	—	34,75	—	—	34,72	34,53
XII	—	(34,73)	—	(34,74)	—	(34,76)	—	—

Note. — Les salinités entre parenthèses ont été calculées par P. M. VAN RIEL.

TABLEAU 35.

Salinités aux bateaux-feu.
Moyennes mensuelles pour la période 1906-1922.
(D'après P. M. VAN RIEL, 1929.)

Bâteaux-feu	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
« NOORD-HINDER » : 51°36′ N-2°36′ E	34,82	34,67	34,63	34,44	34,56	34,53	34,60	34,67	34,64	34,62	34,76	34,80
« HAAKS » : 52°58′ N-4°19′ E	34,32	34,32	34,31	34,01	34,00	34,13	34,06	34,30	34,30	34,51	34,50	34,46
« TERSCHELLINGERBANK » : 53°29′ N-4°52′ E	33,75	33,38	33,49	33,24	33,19	33,10	33,31	33,48	33,74	33,73	33,93	33,96
« VARNE » : 50°56′ N-1°17′ E	34,99	34,87	35,01	34,90	34,98	34,94	34,96	34,94	34,96	35,00	35,00	35,03
« EAST GOODWIN » : 51°13′ N-2°27′ E	34,86	34,73	34,72	34,80	34,80	34,79	34,86	34,89	34,93	35,03	35,04	35,03
« WEST-HINDER » : 51°23′ N-2°27′ E	34,40	33,81	33,97	33,82	34,16	34,33	34,39	34,43	34,22	34,46	34,54	34,56
« GALLOPER » : 51°44′ N-1°58′ E	34,83	34,88	34,70	34,68	34,58	34,75	34,68	34,88	34,92	35,01	34,94	35,08
« OUTERGABBARD » : 52°0′ N-2°4′ E	34,75	34,83	34,64	34,85	34,79	34,65	34,59	34,73	34,80	34,95	34,95	35,07
« CROSS SAND » : 52°38′ N-1°56′ E	34,08	33,68	33,56	33,74	33,91	33,96	33,92	34,05	34,15	34,21	34,24	34,31
« SMITH'S KNOLL » : 52°43′ N-2°17′ E	34,35	34,27	34,12	34,06	34,07	34,22	34,18	34,18	34,26	34,36	34,49	34,49
« SWARTE BANK » : 53°28′ N-2°44′ E	34,50	34,42	34,45	34,43	34,46	34,52	34,63	34,66	34,60	34,58	34,68	34,66
« OUTER DOWSING » : 53°34′ N-0°59′ E	34,84	34,38	34,47	34,42	34,36	34,37	34,38	34,37	34,36	34,44	34,57	34,62

Beaucoup de ces cartes saisonnières de E. VAN EVERDINGEN (1905) montrent une égale inflexion des isothermes. Ce n'est qu'au moment où la différence entre les températures des eaux de la mer du Nord et du fleuve est minime, que cette concordance avec la répartition de la température disparaît.

Il faut encore remarquer que, de mars à août, l'influence des fleuves continentaux est le plus aisément perceptible en face des estuaires de la Meuse, du Rhin et de l'Escaut, en direction un peu vers le Nord. La zone de salinité de plus de 34,5 ‰ devient de plus en plus étroite, entre 52° et 53° lat. N., et est finalement interrompue, dans le courant du mois de juin. Probablement l'influence de l'eau de provenance des côtes anglaises, venant de l'Ouest, se fait sentir ici aussi, ainsi qu'on le verra plus loin.

Les mesures faites aux stations néerlandaises H-8, H-8A et H-9 ne montrent peu ou pas de différence entre la salinité des couches profondes et la couche superficielle. L'homogénéisation a aussi lieu jusqu'au fond. Ce n'est qu'au voisinage des côtes que la salinité augmente en profondeur; plus au large, le mélange d'eau de mer et d'eau fluviale est bientôt parfait.

Vers le mois d'août, l'isohaline de 34 ‰ se retire vers les côtes de la Hollande, simultanément avec l'avance de l'eau de la Manche et l'élargissement de la zone à salinité supérieure à 34,75 ‰. La distance moyenne en km qui sépare l'isohaline à 34,00 ‰ du Hoek van Holland, durant les quatre saisons est :

Saison.	Distance en km.	Saison.	Distance en km.
Hiver	22	Eté	42
Printemps	44	Automne	27

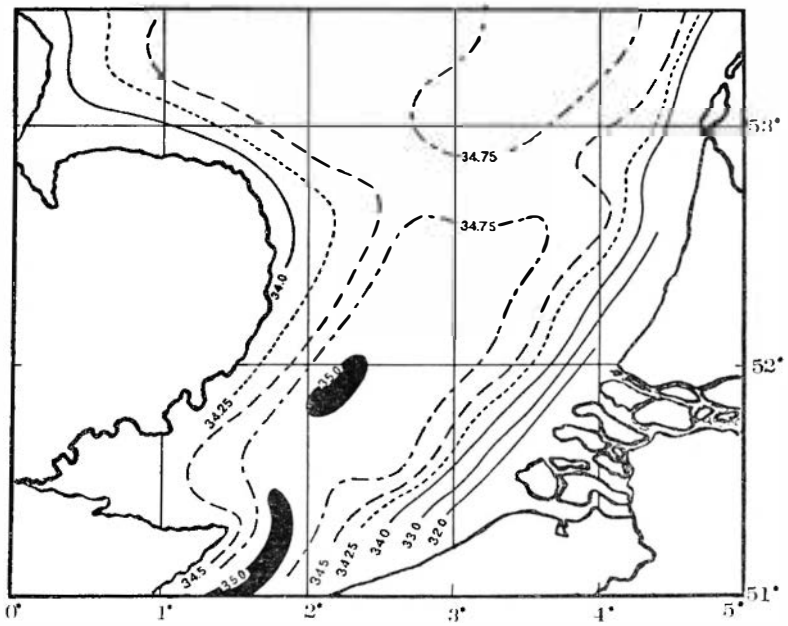
En août, au Nord et au Nord-Est, la salinité demeure relativement basse, probablement sous l'influence de l'eau peu salée des côtes du Norfolk se dirigeant vers l'Est et le Sud-Est. En novembre, l'isohaline de 34,75 ‰ s'établit de nouveau à proximité du bateau-feu « TERSCHELLINGERBANK ».

Afin de rechercher l'existence d'une relation bien exprimée entre la basse salinité, au printemps et au début de l'été, et l'apport d'eau douce des côtes hollandaises, on a comparé les variations moyennes mensuelles des niveaux à Nijmegen, station située dans le bras le plus important du Rijn et distante de 150 km de la côte, avec les déviations des salinités moyennes mensuelles.

Les valeurs trouvées concordent très bien, un décalage d'un mois est toutefois nécessaire. Les valeurs relativement trop élevées de la salinité au cours de l'hiver, spécialement au mois de mars, doivent être imputées à l'influence des tempêtes hivernales, qui provoquent une avancée des eaux plus salées de la Manche, très loin, vers le Nord. Le coefficient de corrélation est de $-0{,}936 \pm 0{,}024$.

Si les fluctuations des masses d'eaux fluviales étaient seule cause principale des variations de la salinité moyenne en mer du Nord méridionale, ces variations manifesteraient les mêmes rapports d'année en année. Afin de vérifier l'exactitude de cette hypothèse, on a établi les débits annuels des rivières Rijn, Waal et Maas en mètres cube/sec. Dans ce but, on a calculé les déviations du niveau moyen, aux stations Arnem (Rijn), Nijmegen (Waal) et Venlo (Maas), pour les mois d'été des

JANVIER



FEVRIER

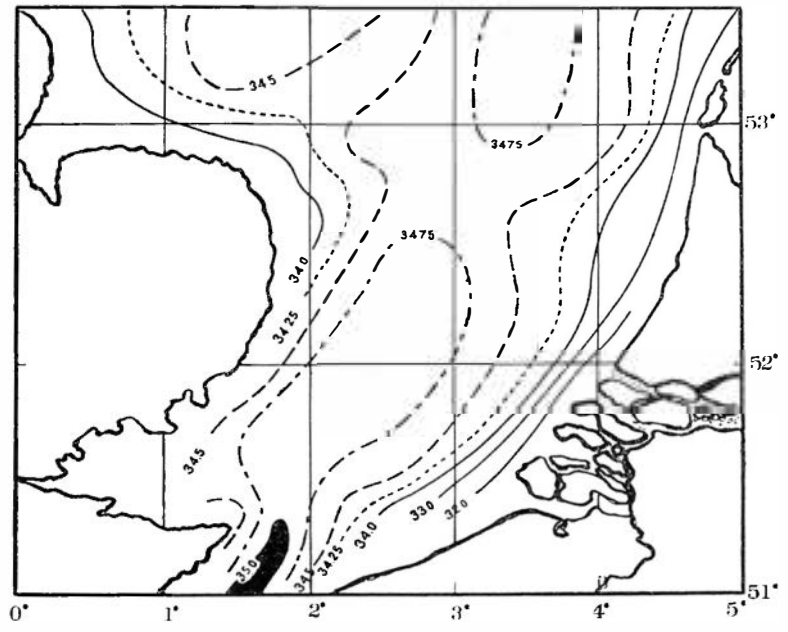
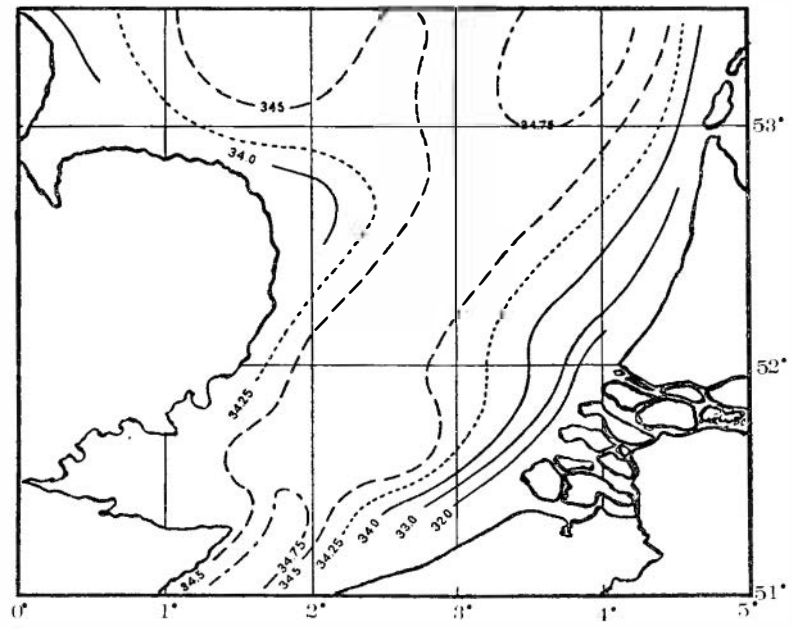


FIG. 24*a*. — Répartition des isohalines en mer du Nord (P. M. VAN RIEL, 1929).

MARS



AVRIL

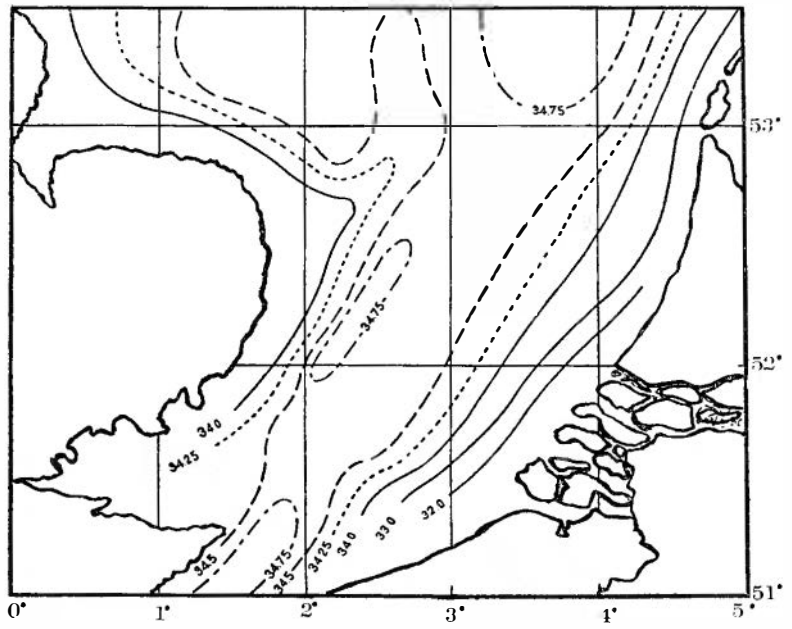
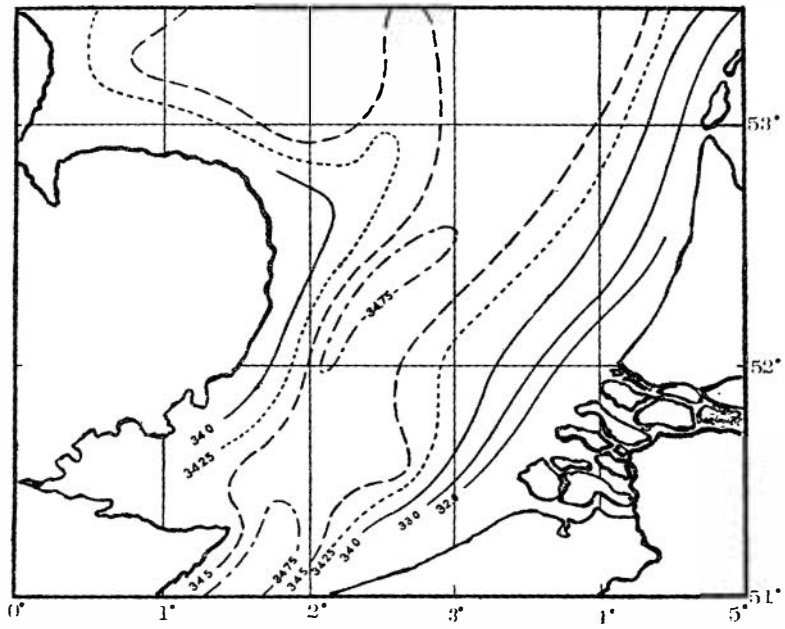


FIG. 24*b*. — Répartition des isohalines en mer du Nord (P. M. VAN RIEL, 1929).

MAI



JUIN

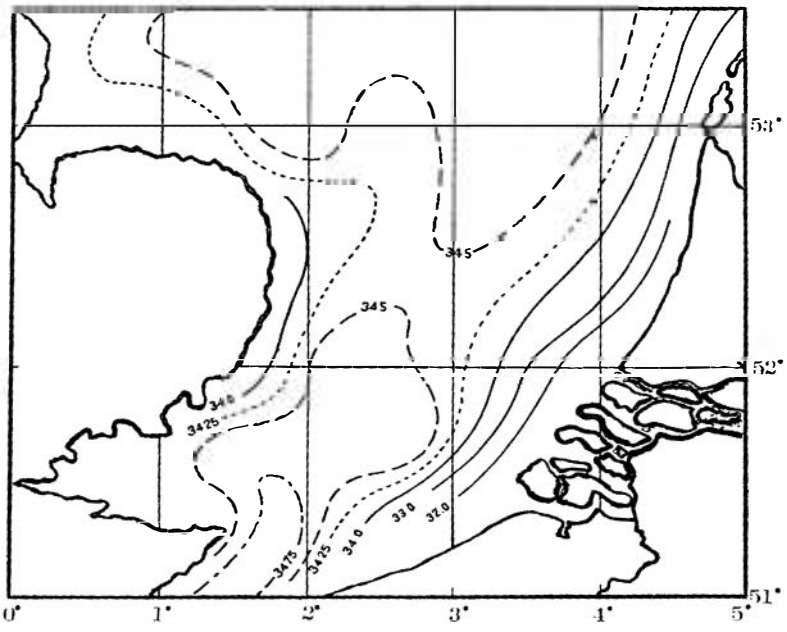
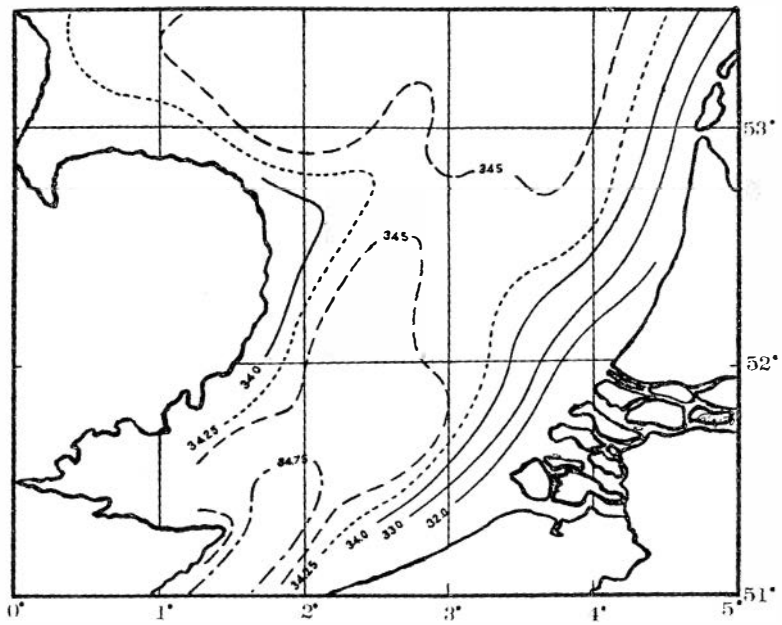


FIG. 25*a*. — Répartition des isohalines en mer du Nord (P. M. VAN RIEL, 1929).

JUILLET



AOUT

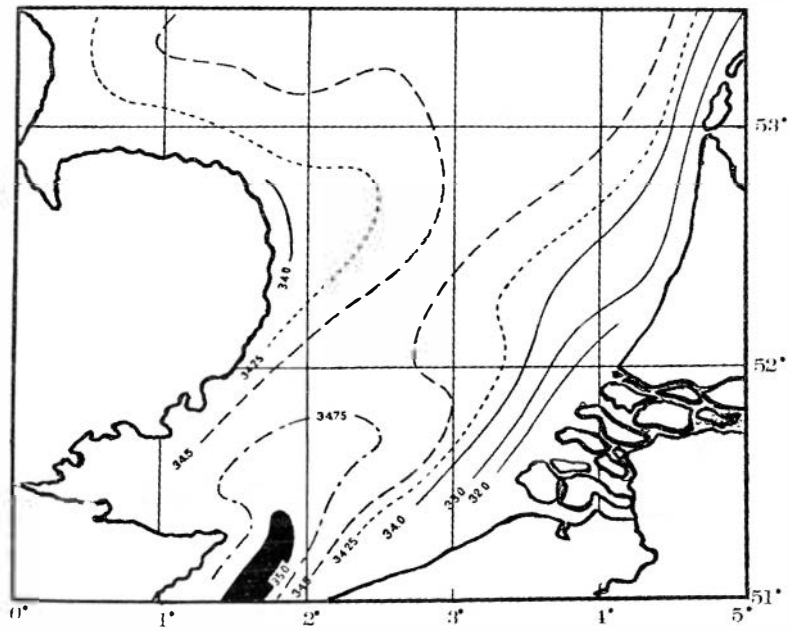
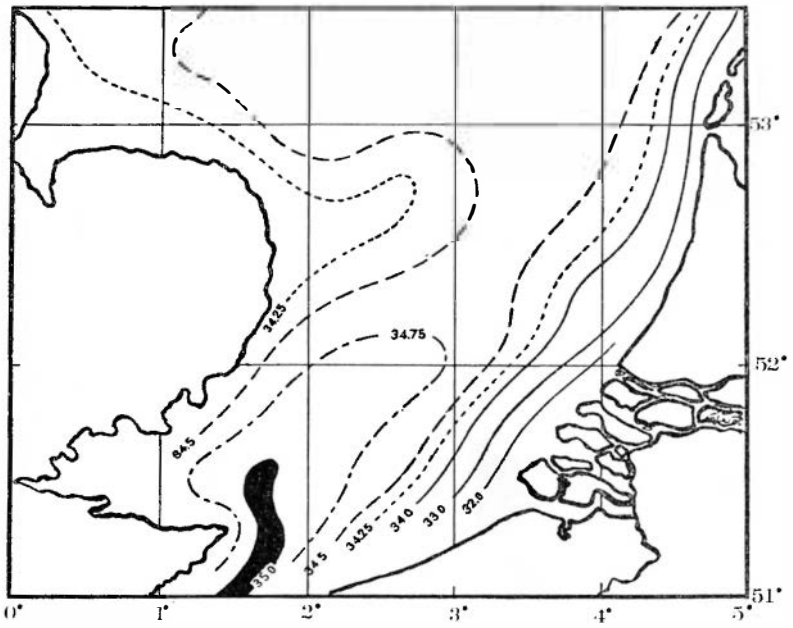


FIG. 25*b*. — Répartition des isohalines en mer du Nord (P. M. VAN RIEL, 1929).

SEPTEMBRE



OCTOBRE

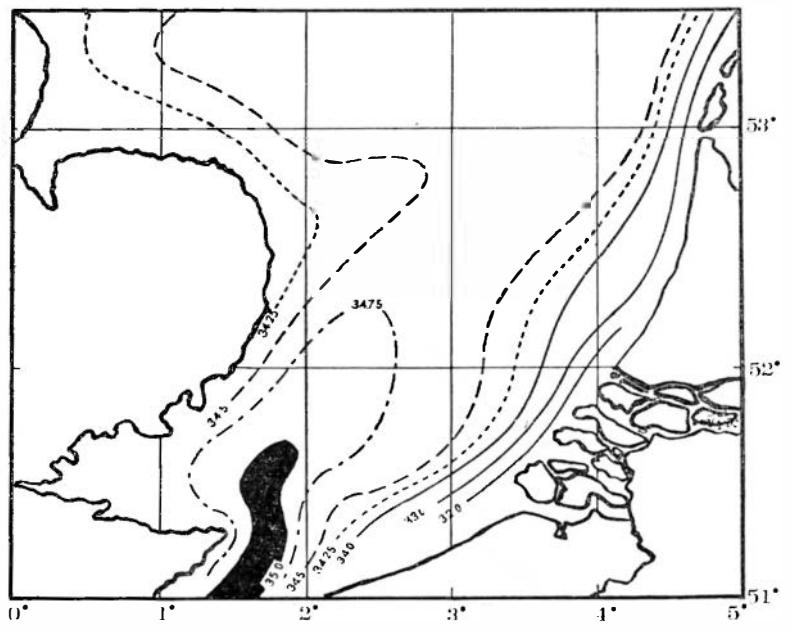
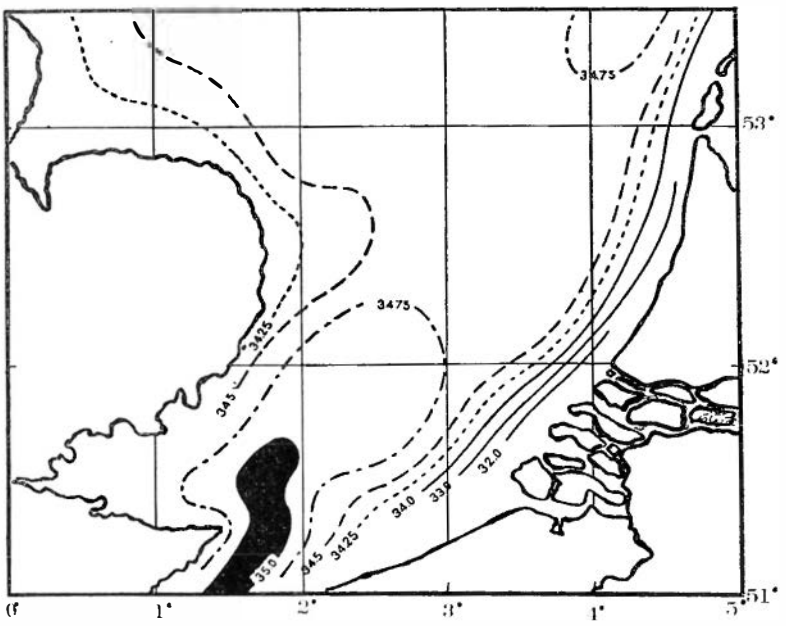


FIG. 26*a*. — Répartition des isohalines en mer du Nord (P. M. VAN RIEL, 1929).

NOVEMBRE



DECEMBRE

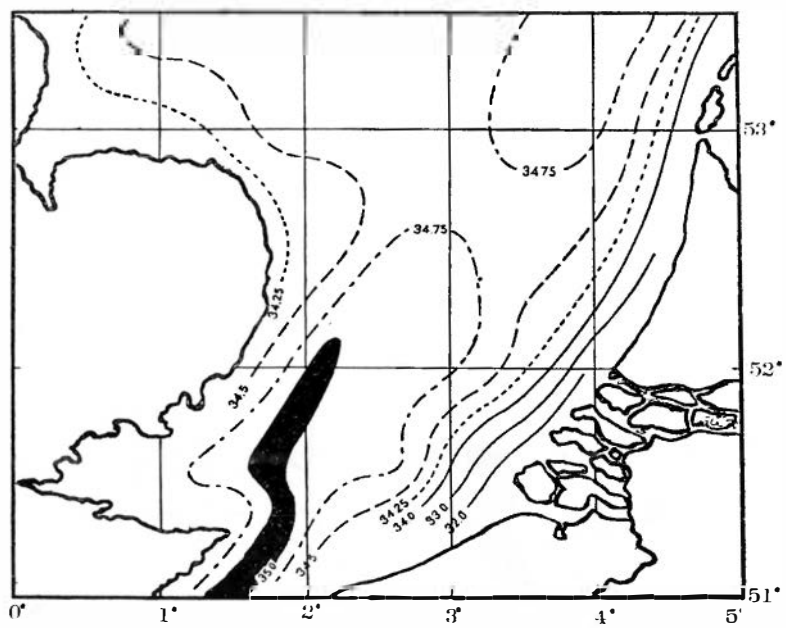


FIG. 26*b*. — Répartition des isohalines en mer du Nord (P. M. VAN RIEL, 1929).

années 1906-1914 et 1921-1924. On a calculé, en outre, les déviations des moyennes mensuelles de la salinité normale aux bateaux-feu « NOORD-HINDER », « HAAKS » et « TERSCHELLINGERBANK ». Les résultats de ces calculs sont énumérés dans le tableau 36.

TABLEAU 36.

Déviations moyennes annuelles de la salinité normale.

Années	Eaux fluviales m^3/sec.	Déviation de la salinité	Années	Eaux fluviales m^3/sec.	Déviation de la salinité
1906	1780	— 0,01	1912	2000	+ 0,10
1907	1750	+ 0,18	1913	1975	— 0,21
1908	2075	+ 0,14	1914	2550	— 0,24
1909	1800	+ 0,34	1921	800	+ 0,22
1910	2725	— 0,24	1922	2400	+ 0,57
1911	1250	— 0,51	1923	1850	+ 0,52
			1924	2875	— 0,05

Contrairement à l'hypothèse émise plus haut, et malgré l'importance des variations du débit annuel, on ne remarque aucune corrélation réelle. La basse salinité de 1911 concorde avec un petit débit, tandis que des fluctuations très grandes de débit correspondent à de très légères variations de la salinité pendant les années 1921-1922.

D'autres facteurs sont probablement en cause, en premier lieu les variations dans l'apport d'eaux atlantiques.

Le tableau 37 montre la déviation de la salinité ‰ pour le bateau-feu « NOORD-HINDER » et la déviation moyenne de la durée de la pluie, en heures, pour les années 1907-1914. Les résultats ne montrent pas de corrélation simple entre les precipitations locales et la salinité de l'eau en surface. Il est probable qu'en ce qui

TABLEAU 37.

Pluviosité et salinité.

« NOORD-HINDER »			« NOORD-HINDER »		
Mois	Déviation S °/oo	Déviation moyenne de la durée de la pluie en heures	Année	Déviation S °/oo	Déviation moyenne de la durée de la pluie en heures
I	+ 0,17	+ 9	1907	+ 0,09	— 123
II	+ 0,02	+ 1	1908	+ 0,23	— 187
III	— 0,02	+ 22	1909	+ 0,22	+ 73
IV	— 0,21	— 7	1910	— 0,23	+ 88
V	— 0,09	— 16	1911	— 0,59	+ 18
VI	— 0,12	— 22	1912	— 0,06	+ 109
VII	— 0,05	— 11	1913	— 0,21	— 35
VIII	+ 0,02	— 19	1914	— 0,22	+ 54
IX	— 0,01	— 13			
X	— 0,03	+ 11			
XI	+ 0,11	+ 13			
XII	+ 0,15	+ 24			

concerne les variations mensuelles, l'influence de l'eau atlantique prédomine, tandis que c'est la pluie qui influence les variations annuelles.

L'établissement des courbes des moyennes décadaires et mensuelles a montré que celles-ci peuvent être très variables de décade en décade à proximité des côtes (HAAKS, TERSCHELLINGERBANK). Pour le « NOORD-HINDER », les variations moyennes décadaires sont, toutefois, beaucoup plus petites.

Les mesures faites à ces stations, pour les années 1907-1926, donnèrent comme anomalie-standard, des décades pour février et août :

	Février.			Août.	
I	II	III	I	II	III
0,43	0,33	0,29 °/₀₀	0,41	0,44	0,46 °/₀₀

d'après la formule : $S = \frac{Sx}{n-1}$,

dans laquelle x = la déviation décadaire et n = le nombre de déviations.

Les graphiques de ces trois groupes de stations, n-o, q-r et s-t, montrent une petite amplitude mensuelle et une salinité relativement élevée. La courbe mensuelle pour n-o ressemble à celle du « NOORD-HINDER » : le minimum tombe cependant, pour la première région, un mois plus tard, ce qui concorde de nouveau avec la région du HAAKS.

Dans l'évolution annuelle des deux autres groupes, on peut fort bien remarquer l'activité de l'eau venant du Nord-Ouest. Au lieu d'un minimum en mai, le printemps montre un maximum. La situation des valeurs extrêmes est probablement influencée par des conditions de mélange.

De même, les variations d'année en année, montrent que nous nous trouvons ici dans une région de transition. Au NOORD-HINDER, HAAKS et TERSCHELLINGERBANK et dans la région h-k on a observé un maximum de la salinité en 1909 et 1912, et un minimum en 1911. Le bateau-feu TERSCHELLINGERBANK a observé en 1910 un minimum secondaire, devenant le plus important dans la région n-o, où on a noté, au contraire, un maximum en 1912. Dans les régions q-r et s-t on a mesuré un maximum, au lieu du minimum de 1911, répondant aux mesures faites au bateau-feu SMITH's KNOLL. Des deux maxima, seul celui de 1910 est à retenir.

Comme on l'a fait remarquer précédemment, une partie de l'eau, longeant la côte du Norfolk, coule aussi vers l'Est, de sorte que l'isohaline de 34,75 ‰, voire même celui de 34,50 ‰, est interrompue. L'évolution des isohalines de juillet à octobre confirme cette manière de voir. Peut-être l'eau des fleuves néerlandais se fait-elle sentir ici, mais en général cette influence ne se produit-elle que plus au Sud et ne se remarque-t-elle que devant Rijn et Maas.

Une des études les plus intéressantes entreprises en mer du Nord et dans le Pas-de-Calais a été celle du R. F. D. « POSEIDON » en janvier 1935 et en février 1936. La carte (fig. 27) montre la position des différentes stations.

Nous ne parlerons ici que des résultats au point de vue de la répartition de la salinité, car plusieurs autres observations de la plus haute importance ont été faites et celles-ci feront l'objet, dans la suite, d'un aperçu succinct, à l'occasion de l'étude de chacun des facteurs écologiques en particulier (tabl. 38).

K. KALLE (1937) a établi une carte de répartition des salinités observées au cours de la croisière du « POSEIDON » (fig. 28).

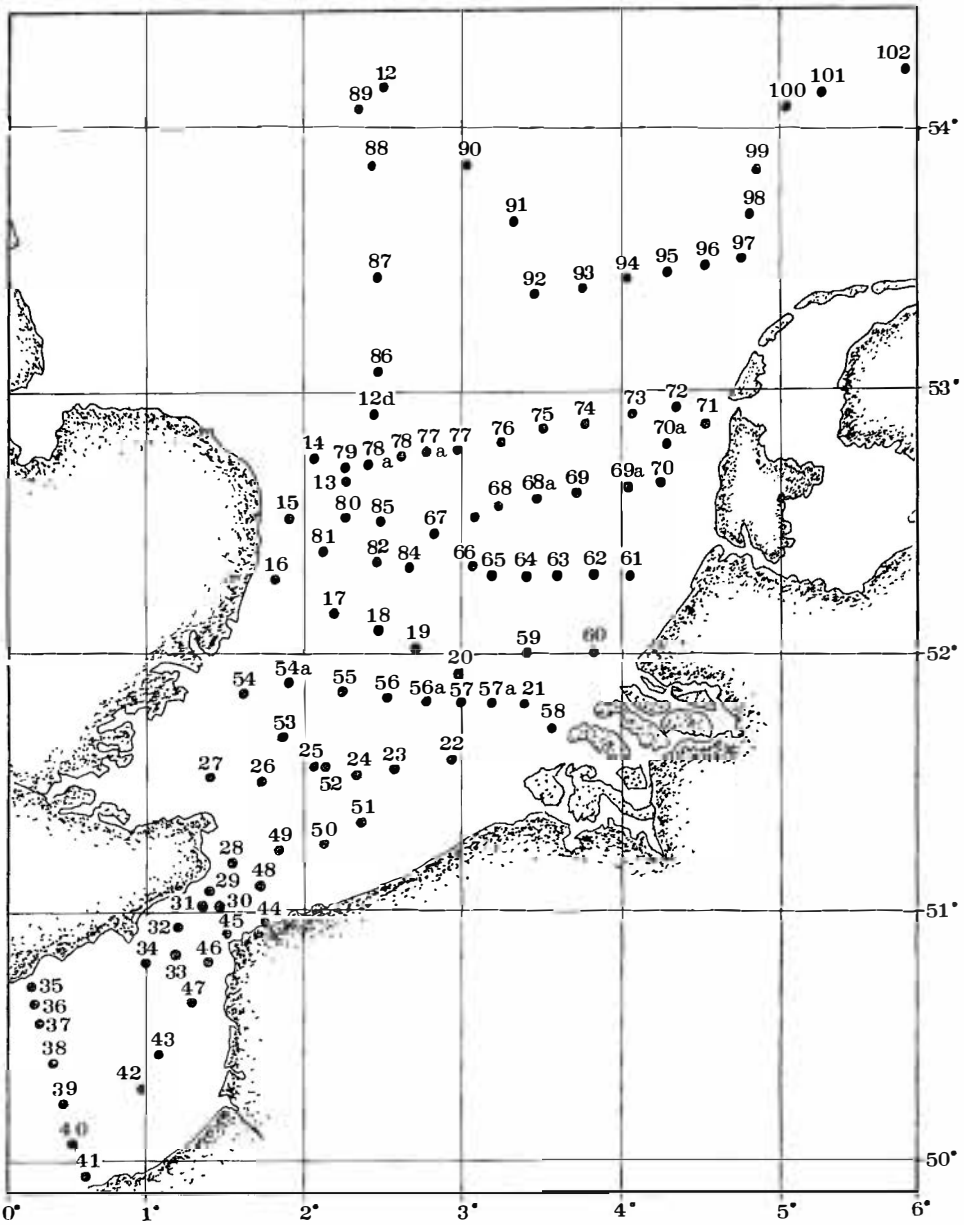


FIG. 27. — Mer du Nord et Pas-de-Calais. Stations du R.F.D. « POSEIDON », d'après K. KALLE (1937).

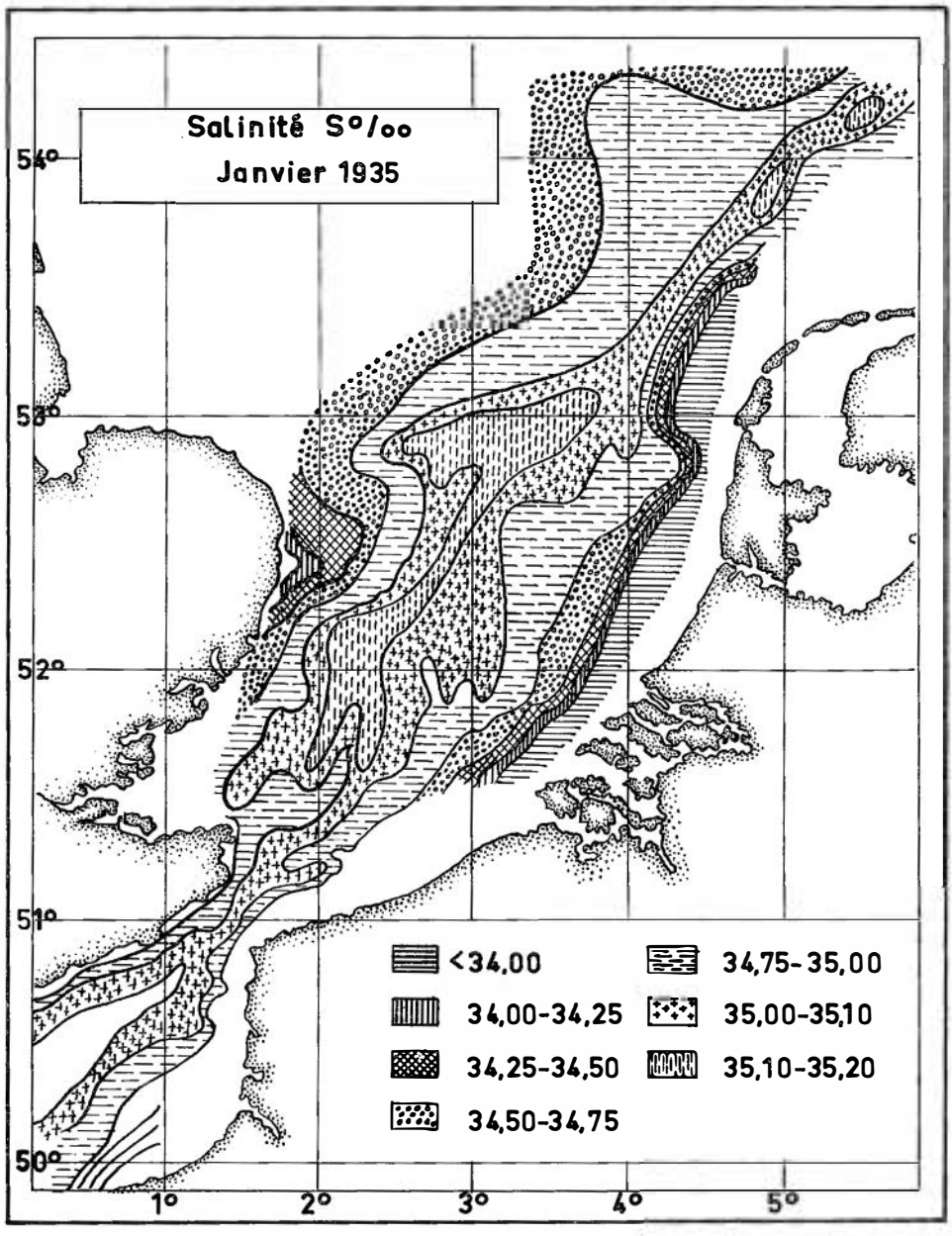


FIG. 28. — Croisière du R.F.D. « POSEIDON ». Janvier 1935. Salinités $^{0}/_{00}$ (K. KALLE, 1937).

TABLEAU 38.

Mesures faites en mer du Nord par le R. F. D. « POSEIDON »
en janvier 1935 et février 1936.
(D'après K. KALLE, 1937.)

Station	Date	Heure	Position		Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo	Turbidité	Si mg/m³	$N\text{-}NO_2$ mg/m³	P total mg/m³	P formé mg/m³	P organique	Phosphates mg/m³
			Lat. N	Long. E										
19	8.I	20.00	52°1,5′	2°43,5′	0	10,04	34,99	76	110	2	21	4	2	15,5
					36	10,11	35,01	32	90	1	20	5	1	13,7
20		23.30	51°56,4′	2°57,7′	0	9,74	34,90	61	120	12	—	—	11	15,9
					37	9,80	34,98	46	120	11	17	0	1	15,9
21	9.	3.30	51°48,7′	3°24,3′	0	8,11	34,36	76	140	3	32	12	5	14,1
					28	8,30	34,36	61	130	3	24	10	0	14,1
22		7.15	51°36′	2°59′	0	8,47	34,52	102	120	7,5	26	0	13	13,3
					33	8,50	34,49	102	150	8,5	19	0	5	14,6
23		9.45	51°34′	2°36,5′	0	9,71	34,92	51	120	5,5	19	0	2	17,4
					20	9,73	34,92	71	140	5,5	19	0	4	14,6
24		13.30	51°33′	2°21′	0	10,03	34,99	92	120	3	22	1	4	16,9
					34	10,02	34,99	46	60	0	19	2	3	14,6
25		15.30	51°35,3′	2°2,1′	0	10,21	35,01	86	90	2,5	22	2	4	16,2
					55	10,20	35,07	71	90	1	27	10	2	15,5
26		20.30	51°31′	1°46′	0	8,40	34,70	387	150	5,5	38	11	6	21,0
					38	8,42	34,66	537	150	5	41	—	—	20,0
27		22.45	51°30,8′	1°26,1′	0	9,87	35,05	292	80	0,5	23	6	4	12,8
					14	9,69	35,01	620	110	1	42	27	2	13,3

TABLEAU 38 *(suite).*

Station	Date	Heure	Position		Profondeur m	Température °C	Salinité °/°°	Turbidité	Si mg/m³	$N\text{-}NO_2$ mg/m³	P total mg/m³	P formé mg/m³	P organique	Phosphates mg/m³
			Lat. N	Long. E										
28	10.I	7.00	51°12,5′	1°36,5′	0	9,38	34,96	344	130	5,5	29	12	2	15,5
					53	9,39	34,94	194	120	3	24	—	—	14,1
29		9.15	51°4′	1°25,5′	0	9,35	34,90	194	120	1	29	—	—	15,1
					31	9,40	34,93	155	70	0,5	23	6	4	13,2
30		10.45	51°0,5′	1°30′	0	10,20	35,03	56	100	4	25	5	5	15,5
					57	10,21	35,08	66	90	3,5	31	12	4	14,6
31		12.00	51°0,8′	1°23,9′	0	9,18	34,83	201	120	4	24	3	6	15,5
32		13.30	50°55,6′	1°16′	0	10,02	35,07	97	80	2,5	22	4	3	15,5
33		15.30	50°49,1′	1°15′	0	10,14	35,07	81	130	1	21	0	6	15,0
34		18.15	50°46,9′	1°0′	0	10,48	35,08	97	140	0	21	0	6	15,0
35		23.00	50°41,8′	0°17,4′	0	8,82	34,74	252	150	6	29	9	4	16,0
					22	8,82	34,74	260	180	5	28	10	3	15,5
36	11.	0.30	50°38′	0°19′	0	10,58	35,08	108	160	0	28	10	2	16,4
37		2.00	50°32,8′	0°22,5′	0	10,67	35,12	76	80	6	31	5	10	16,4
					48	10,67	35,12	56	120	8,5	22	5	2	14,8
38		4.30	50°23,2′	0°27′	0	10,60	35,16	46	100	3	—	—	—	16,0
39		6.45	50°13,7′	0°32′	0	10,30	35,05	61	140	2,5	26	4	5	16,9
					39	10,40	35,06	41	120	3	18	0	1	17,4
40		8.45	50°4′	0°36,5′	0	9,95	34,92	61	120	3,5	23	6	1	16,0
41		11.30	49°55,1′	0°40,2′	0	8,32	32,58	244	460	4	36	7	5	24,2
					24	8,33	32,59	222	460	5	32	5	3	24,4
42		15.45	50°16′	0°58′	0	9,34	34,66	46	200	9,5	22	0	4	18,4
43		17.00	50°24′	1°4,8′	0	9,58	34,76	56	130	3,5	24	7	0	17,0
					32	9,75	34,98	41	130	4,5	—	—	—	15,5
44	13.	8.00	51°0,5′	1°30′	0	9,66	34,85	61	110	2	24	3	4	16,6
					62	9,74	35,14	41	120	3	—	—	—	15,5

45		9.15	50°56,2′	1°34′	0	8,25	34,19	76	200	6,5	33	9	6	17,9
					39	8,49	34,54	66	210	7,5	19	0	1	18,2
46		11.15	50°48′	1°26′	0	9,40	34,74	56	190	4,5	29	11	0	17,9
					52	9,48	34,88	32	120	4	21	0	4	16,4
47		13.00	50°39,2′	1°21,9′	0	9,48	34,72	56	120	4	22	0	6	16,4
					45	9,50	34,94	56	120	4	20	0	4	16,0
48	13.	17.15	51°0,5′	1°45′	0	9,58	34,74	56	120	4,5	—	—	5	18,2
					31	9,66	35,03	36	120	4	23	4	0	18,4
49		19.15	51°13,6′	1°52,5′	0	9,69	34,82	51	70	3	20	3	0	17,0
					37	9,76	35,11	41	80	3	19	2	0	16,4
50		21.30	51°16′	2°9′	0	9,35	34,73	56	70	4,5	20	0	2	18,4
					36	9,40	34,97	46	90	4,5	19	1	0	17,6
51		23.30	51°22′	2°24′	0	9,14	34,75	41	70	1	17	0	0	18,2
					33	9,20	34,97	41	100	2	17	0	2	15,5
52	14.	1.15	51°35,5′	2°4′	0	9,60	34,88	102	80	0	21	2	5	14,1
					53	9,67	35,06	119	50	0	19	0	5	14,1
53		7.30	51°41,3′	1°52,1′	0	9,17	35,05	174	80	0	24	9	0	14,6
					50	9,22	35,10	208	70	0	24	8	0	15,7
54		10.15	51°51,7′	1°37,6′	0	7,52	34,92	453	80	4	32	14	1	16,4
					20	7,48	35,00	494	90	3	37	21	1	15,5
54*a*		11.45	51°52,5′	1°53,4′	0	8,32	34,96	319	150	1	33	18,5	0	15,0
55		13.45	51°51′	2°14,8′	0	9,72	35,03	66	90	0,5	22	7	0	14,1
					48	9,68	35,17	51	90	0	21	6	0	14,6
56		15.45	51°50,3′	2°34,2′	0	9,25	35,01	61	120	0,5	22	4	2	16,6
					38	9,32	35,08	76	140	0,5	24	4	3	16,6
56*a*		17.30	51°49,9′	2°47′	0	9,02	34,90	66	200	11	22	3	2	17,4
57		18.30	51°49,5′	2°59,5′	0	8,60	34,85	71	180	20	44	14	2	28,5
					28	8,56	34,97	61	190	20	22	1	1	20,0
58		21.00	51°48,6′	3°24,5′	0	7,22	34,03	155	230	6	28	9	2	16,6
					28	7,24	34,18	229	240	—	25	0	9	16,4
59		23.15	52°0′	3°24,5′	0	8,06	34,76	114	220	5	24	2	3	19,2
					30	8,04	34,78	108	220	4,5	19	1	2	16,0
60	15.	6.30	52°1,5′	3°51,7′	0	5,79	25,63	420	900	15	42	15	2	25,0
					22	7,26	33,86	114	200	5	32	3	13	15,5
		8.00	52°1,5′	3°51,7′	0	5,60	23,79	319	1930	34	67	8	17	41,6

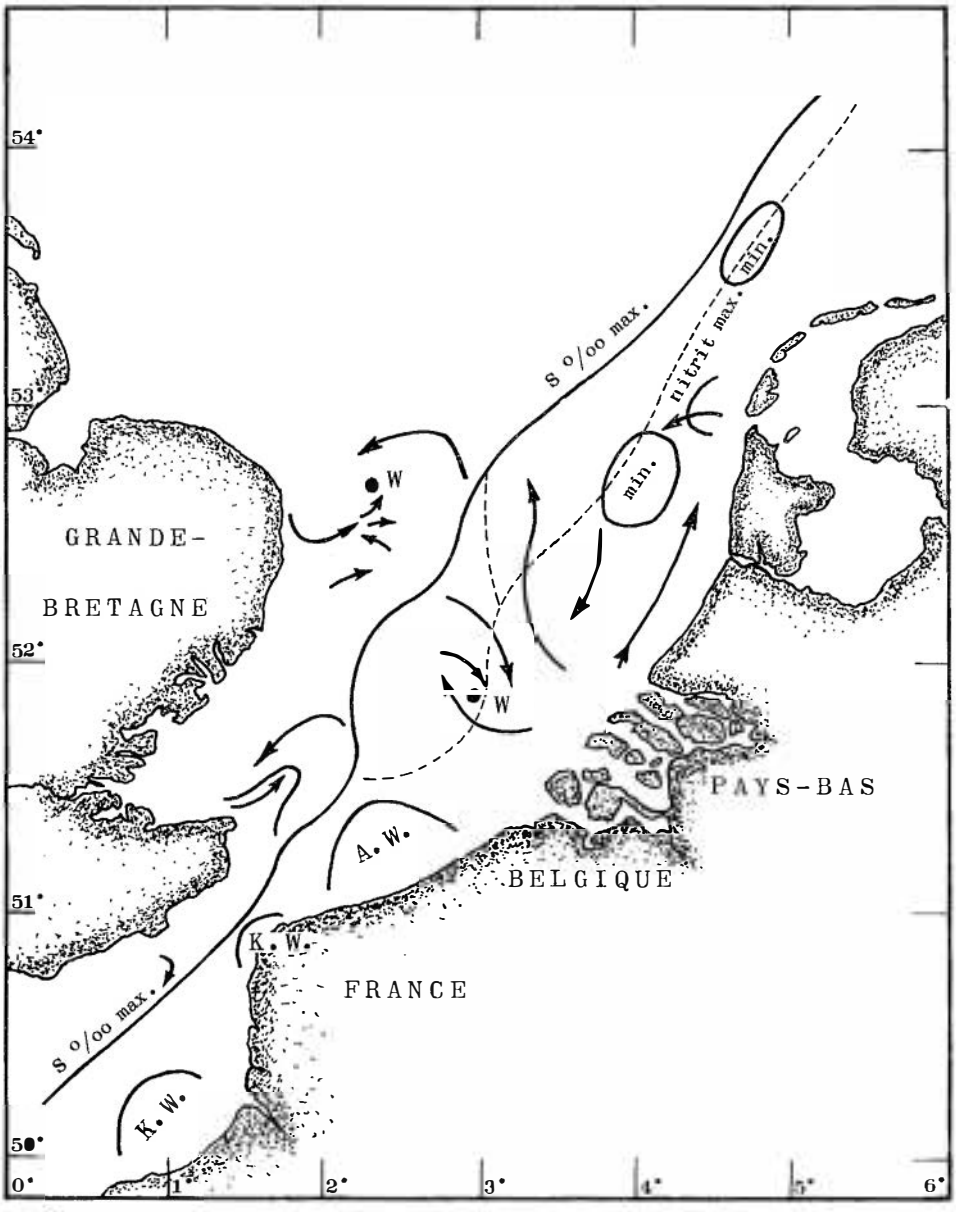


FIG. 29. — Croisière du R.F.D. « POSEIDON » janvier 1935-février 1936. Résultats généraux d'après K. KALLE (1937). (Signes expliqués dans le texte.)

En ce qui concerne les résultats généraux obtenus au cours de la croisière du « POSEIDON » en janvier 1935 et février 1936, la carte (fig. 29) donne une excellente représentation synthétique. K. KALLE (1937) a essayé de présenter les données de manière à réunir tous les résultats partiels et de les mettre en rapport avec les mouvements de l'eau dans la région envisagée; il crée ainsi la possibilité de mettre en valeur les points communs à tous les résultats partiels.

Ceux-ci peuvent se résumer ainsi :

1° L'élément dominant de la région est figuré par la diagonale traversant la mer du Nord et la Manche et représentant la salinité maximale. Cette ligne se ramifie dans la zone où son aspect est légèrement ondulé. Deux ramifications se dirigent vers l'Ouest et une vers l'Est constituant ainsi des phénomènes typiques.

2° La ramification occidentale, située le plus haut vers le Nord, forme, avec l'avancée d'eau littorale située un peu plus au Sud, une sorte d'interpénétration tourbillonnaire, désignée par « W », de deux masses d'eau (situation environ : 52°45′ N—2° E). K. KALLE utilise la dénomination du « NW HOOFDEN-WIRBEL » pour signifier cet état de choses. Il semble qu'il s'agit, d'après G. BOHNECKE (1922), de la dissolution tourbillonnaire des dernières ramifications des masses aquatiques de la côte écossaise se dirigeant, sur un large front, vers le Sud. Ceci ne constitue pas une nouveauté ni un phénomène exceptionnel, comme l'ont montré les recherches de P. M. VAN RIEL (1929), qui a trouvé déjà le même phénomène lors de ses travaux sur les moyennes mensuelles de la salinité.

3° Il en est de même pour l'eau du Thames, comme P. M. VAN RIEL l'avait déjà montré, qui, à la position 51°30′ N-1°40′ E, s'avance vers le NE, à l'encontre de la seconde ramification, la plus méridionale, d'eau océanique et que K. KALLE désigne sous le nom de « Themsezunge mit gegenzunge ».

4° Une autre particularité est produite dans une partie de la Manche, à la position 50°10′ N—1° E, où l'eau côtière possède des caractéristiques particulières sans être toutefois identiques à l'eau côtière directe de la station 41. K. KALLE le dénomme « Sekundäres Kanalküstenwasser ».

5° Une autre masse d'eau, facilement reconnaissable comme eau côtière, se trouve en face du cap Gris-Nez (position environ : 50°55′N—1°35′E). On l'a dénommée « Kap Gris-Nez Küstenwasser ».

6° Intimement liée à la région précédente, en direction NE, on remarque une masse d'eau, se différenciant des eaux environnantes par ses propriétés caractéristiques, qu'on peut désigner le plus typiquement par l'expression « Biologisches Altwasser ».

7° Vers le NE se trouve une région très étendue, située au large de l'estuaire Rijn-Maas, qui se trouve entièrement sous l'influence des masses d'eau sortant de ce delta commun aux deux fleuves et le mélange avec l'eau de mer. K. KALLE nomme cette région « Rhein-Maas-gebiet ». A l'examen approfondi, cette masse d'eau se laisse subdiviser comme suit :

a) une langue moyenne, dirigée vers le NW (position : 52° N—3° E),

b) une langue moyenne, dirigée vers le N à environ 3°20′ E,

c) une langue côtière, s'étendant parallèlement à la côte en direction NNE « Küstenzunge ».

8° La masse d'eau suivante, aisément reconnaissable, est formée par les courants sortant du « Texel Zee Gat » en direction occidentale, désignée par K. KALLE comme « Texel-Zunge » (position : 53° N—4°30′ E),

9° Enfin, il reste deux régions qui se différencient des eaux environnantes par leur comportement spécifique au point de vue des matières nutritives. Eu égard à leur teneur minime, K. KALLE les a appelées « Minimumgebiete » (position : 50°45′ N—4° E et 53°40′ N—4°45′ E).

Après ce bref aperçu sur les conclusions tirées du travail de cette croisière, voyons ce que K. KALLE nous dit au sujet de la salinité. La ligne onduleuse marquant la salinité maximale, qui matérialise le résidu d'eau océanique se dirigeant vers le Nord, depuis le Pas-de-Calais, est clairement marquée. Le tourbillon « NW-HOOFDEN » et ensuite la langue du Thames avec son opposée, de même que l'eau côtière du cap Gris-Nez, sont aisément reconnaissables. La répartition de la salinité n'est généralement pas explicite (fig. 29); au contraire, les deux masses d'eau : l'eau côtière secondaire de la Manche à la station 42 et la « Biologisches Altwasser » sont facilement discernables. La zone de mélange, en face de l'estuaire Rijn-Maas, avec les particularités de la langue méridionale et son opposée, la langue moyenne et sa langue opposée, de même que la langue de Texel, peuvent aussi être repérées aisément. Les zones de minima biologiques ne sont pas indiquées sur la carte à cause de la position des isohalines.

Le dernier travail important qu'il faut citer ici est celui de C. E. LUCAS et K. M. RAE (1946) sur l'hydrographie de la mer du Nord méridionale, de 1930 à 1937, effectué dans le but d'étudier le plancton et ses relations avec le milieu.

Le texte des auteurs étant très important, nous ne désirons pas le périphraser, nous tenterons de le traduire le mieux possible afin de citer leur exposé « in extenso ».

Il semble nécessaire de conclure de toutes leurs observations qu'au cours de la période de l'étude du plancton, 1932-1937, il y a eu une augmentation de la salinité jusqu'à la période 1934-1935, suivie par une décroissance également marquée, sur une étendue depuis la mer du Nord septentrionale, au travers de la zone où les échantillons du plancton furent récoltés, jusque vers les parties les plus méridionales de la mer du Nord et, à des degrés variables, jusqu'à l'extrémité ouest de la Manche.

Afin d'obtenir une meilleure vision concrète de cette tendance à l'augmentation, qui pourrait être confondue, à cause de variations locales et saisonnières considérables, les données pour des routes représentatives ont été traitées par la méthode des moyennes mobiles. Les résultantes apparaissent comme ayant culminé, de manière variable, entre octobre 1934, vers le Pas-de-Calais, et janvier-février 1935, dans le Nord et à l'Ouest. Particulièrement sur la route Shields-Oslo, il apparaît que les hautes salinités se sont maintenues plus longtemps que les résultats de J. B. TAIT (1936) et P. M. VAN RIEL (1936) ne le suggèrent pour les eaux septentrionales. Il y a eu des signes de maxima subsidiaires en 1932-1933 (les plus marqués à l'entrée de la Manche) et on pourrait supposer que, dans l'ensemble, le cycle a été un peu plus précoce à l'Est que dans le Nord.

Malgré de légères différences dans le temps, la similitude, dans la période moyenne de maximum, donne l'impression immédiate que, sur toute l'étendue, la salinité de l'eau de surface doit avoir augmenté plus ou moins simultanément.

D'autre part, il semble qu'on n'ait pas à prêter tellement d'attention à l'existance d'un cycle de salinité en Manche, semblable à celui observé en mer du Nord, au cours de ces années, mais qu'on doive plutôt remarquer ici un autre phénomène, c'est-à-dire la diminution remarquable des quantités de phosphates nécessaires à la production du plancton. Les valeurs au large de Plymouth ont été plus basses depuis 1930 qu'au cours des années précédentes (L. H. W. COOPER, 1938), alors qu'il y existe des variations parallèles dans l'abondance d'animaux marins variés (S. KREMP, 1938). Au cours de la période de valeurs basses, il est intéressant de noter que la diminution plutôt irrégulière des quantités de phosphates au cours de l'hiver 1934-1935, où un minimum a été atteint, alors qu'au cours des trois hivers suivants, on a observé très distinctement des valeurs plus élevées, bien en dessous, toutefois, des moyennes pour les années 1922-1930. Il est important de noter néanmoins que les chercheurs ont été incapables de trouver dans cette région un rapport quelconque entre des variations et les données hydrographiques locales. « The plain fact is that the observations we have of salinity and temperature do not fit into the picture ». S. KREMP (1938), H. W. HARVEY (1945) et L. H. W. COOPER (1938) ont toutefois suggéré une corrélation avec les courants observés au « VARNE ».

En dehors de l'existence d'un parallélisme entre la diminution générale des maxima hivernaux des phosphates avec l'augmentation de la salinité, suivie d'un léger accroissement avec la diminution de celle-ci, on peut difficilement ajouter quelque chose de plus à cette constatation, si ce n'est que les indications de l'hiver 1934-1935, qui a été la période la plus inhabituelle, sont particulièrement importantes.

Ces séries de données semblent indiquer qu'on se trouve en présence ici de ces variations majeures qui paraissent caractériser la période 1920-1922 et les premières années du siècle. Pour ces trois périodes : début du siècle, 1920-1922 et 1934-1935, il s'est produit de nombreux événements biologiques, peu habituels, dans différentes parties de la mer du Nord et dc la Manche, avec des salinités particulièrement élevées plus ou moins concomitantes. Les preuves tirées de la région Ouest de la mer du Nord centrale (Shields-Oslo) et des relevés du bateau-feu « SEVEN STONES » (de même que les données moins complètes de la région centrale de l'Ouest de la Manche) suggèrent que les salinités mesurées au cours des premières vingt années et de la période actuelle sont d'un ordre similaire; à « VARNE », elles sont plutôt supérieures pendant ce laps de temps. Si l'accumulation graduelle de séries d'observations complètes est particulièrement difficile, il est plus difficile encore d'obtenir des données exactement comparables pour les premières années du siècle; les observations faites par J. R. LUMBY pour la Manche (1935) suggèrent néanmoins qu'à « VARNE » aussi bien qu'à l'extrémité Ouest de la Manche, les salinités ont été grosso modo du même ordre de grandeur en 1903-1905 qu'en 1920-1922; celles de la mer du Nord n'apparaissent pas avoir beaucoup changé.

On a discuté l'origine possible d'une telle augmentation de la salinité et il semble évident que si celle observée en mer du Nord centrale doit avoir dérivé largement du Nord, le plus grand accroissement en Mer Flamande et en Manche orientale doit provenir de la partie occidentale de la Manche. La question se posa alors de savoir comment, aux époques de pénétration septentrionale accrue et

d'un courant vers l'Ouest à « VARNE », une eau d'une telle salinité puisse passer par la Manche. On sait que des courants profonds peuvent être situés plus à l'Est que ceux qu'on mesure généralement à certaines profondeurs à « VARNE ».

*
* *

Avant de clore ces diverses considérations sur la salinité de la mer du Nord et de la Manche et dans le but d'illustrer les variations dans le temps et dans l'espace, il est utile de rappeler quelques recherches au sujet du mouvement des masses aquatiques en Manche; c'est ainsi que deux travaux de J. N. CARRUTHERS (1928 et 1935), faits tous les deux au bateau-feu « VARNE », doivent surtout retenir notre attention. Dans le résumé de son travail de 1928, J. N. CARRUTHERS dit avoir observé notamment :

1° un courant de 16,8 milles par jour de la Manche vers le Nord,
2° un courant de 11,9 milles par jour depuis la mer du Nord vers la Manche.

Le flot marquant, de direction E-NE, se manifeste à l'époque où la lune se trouve au périgée, est pleine, et présente son maximum de déclinaison vers le Nord. Les vents ont été mesurés à bord du bateau-feu, au cours d'une période de trois jours, période pendant laquelle les mesures de courant ont eu lieu, ils ont soufflé, constamment, à une vitesse de 29 milles à l'heure (échelle de BEAUFORT 6) et provenaient du SW vrai. Pendant toute la durée de l'expérience, l'entièreté de la Manche a été balayée par un fort vent de direction NE et toute l'étendue de la mer du Nord par un fort vent de direction N.

Le renversement du courant marquant était associé à un très fort vent persistant de direction SW (comme on l'a mesuré localement). Ce vent a certainement agi sur la forte mer qui avait lieu à ce moment. Toute la Manche était alors balayée par des vents forts, de direction SW, et toute la mer du Nord, par de très forts vents de même direction.

J. N. CARRUTHERS a observé le fait, déjà connu d'ailleurs, que les vents NW sur la mer du Nord tendent à faire monter le niveau. Si à ce moment, la Manche se trouve être sous l'influence de vents en direction NE, la Mer Flamande se trouve en marée de flot, sur une certaine étendue, et on peut s'attendre à des conditions de « nil flow » dans le Pas-de-Calais.

Il a noté, en outre, que la répartition du vent et de la pression telle qu'elle figure sur les cartes synoptiques éditées par le « Meteorological Office » ont un rapport évident avec les courants enregistrés dans le Pas-de-Calais; il a, d'ailleurs, été possible de mesurer la vitesse du flot et du jusant aux époques où la vitesse et la direction du courant, au bateau-feu « VARNE », présentaient un intérêt tout particulier. D'après les observations, le flot peut faire 10,98 milles et atteindre une vitesse de 2,9 nœuds. Le courant de jusant correspondant avait une vitesse de 2,6 milles.

Une autre donnée montre que le courant de flot peut faire 8,6 milles et atteindre une vitesse de 2,24 nœuds. Le courant correspondant de jusant faisait 2,6 milles. On a établi les valeurs moyennes de l'intensité journalière du courant pour chaque mois en particulier, pour les saisons et l'année entière et on a noté :

a) le courant de la Manche vers la mer du Nord est moindre au cours des mois estivaux et s'accroît au cours de l'hiver, excepté pour décembre;

b) les valeurs moyennes des saisons montrent que l'été est la saison à courant minime très prononcé, tandis que l'automne apporte les courants les plus forts. L'hiver se présente comme la saison des plus grands transports d'eau, car c'est la saison au cours de laquelle se montrent les grands renversements.

On a noté que tous les divers courants qui se sont manifestés au cours de l'année des expériences de J. N. CARRUTHERS, avaient effectué le même transport d'eau de la Manche vers la mer du Nord; la mesure du courant journalier de 2,7 milles suivant la même direction est d'ailleurs venue confirmer cette première observation.

J. N. CARRUTHERS a estimé qu'il entre assez d'eau en mer du Nord, par an, au travers du Pas-de-Calais, pour former une couche d'eau d'une épaisseur de 133,4 pieds sur toute l'étendue de la mer du Nord; par la même route et en l'espace de vingt ans la mer du Nord reçoit son propre volume d'eau.

En ce qui concerne ce dernier point, l'auteur a recalculé les résultats obtenus par d'autres chercheurs qui tendaient a montrer que la totalité du volume d'eau de la mer du Nord serait originaire de l'Atlantique et passerait par le nord de l'Ecosse, en l'espace de deux ans.

Nous extrayons encore la note suivante de la publication du même auteur (J. N. CARRUTHERS, 1935).

On a trouvé que le courant d'eau de la Manche vers la mer du Nord, pour la période d'années envisagée, est le plus intense au cours du mois de novembre et le plus faible en février. Rangeant les autres mois de l'année d'après l'ordre décroissant de la force du courant, on obtient le schéma suivant : janvier, août et octobre, décembre, juillet, mai, mars et avril, juin.

Les considérations au sujet des conditions atmosphériques montrent que le meilleur développement de vents favorables (following winds) a eu lieu en novembre, puis en janvier. Par « following winds », J. N. CARRUTHERS désigne les vents possédant une composante considérable SW impliquant un courant d'air le long de la Manche, qui, suppose-t-on, favorise le courant en direction de la mer du Nord. L'expression « head winds » ainsi que celle « unfavourable winds » ont une signification contraire.

Février, par contre, était le mois caractérisé par l'occurrence très minime de vents favorables. Le même auteur a cherché à savoir si la période, mesurée au current-meter, est représentative pour de plus longues périodes, et a trouvé que les vents moyens mensuels des sept années précédant son observation, différaient considérablement de ceux des six années qu'a duré l'observation. Au cours de la période 1920-1926, les conditions du vent ont été plus favorables au mouvement des masses aquatiques vers la mer du Nord en janvier, qu'au cours de n'importe quel autre mois.

Les saisons classées par rapport à la diminution de la force du courant depuis la Manche vers la mer du Nord se présentent comme suit : l'automne (100), l'hiver (88,9), l'été (83,3) et le printemps (77,8), les chiffres entre parenthèses signifiant le pourcentage par rapport à l'automne.

Les résultats des moyennes vectorielles relatives à quelques observations de quelque 1.700 jours ont montré que le courant passant au bateau-feu « VARNE » à une profondeur de 6 brasses, au cours de la période 1927-1931, était régulier et d'une vitesse de 31/3 milles par jour en direction NNE.

Si on était sûr que ce courant constituait une bonne indication pour le mouvement général des masses d'eau dans le Pas-de-Calais, on pourrait en déduire qu'environ 17 ans 1/2 suffisent pour permettre à un volume d'eau égal au contenu de la mer du Nord à passer par le Pas-de-Calais.

Alors que pour les années 1927-1930 (et probablement aussi pour 1931) on pourrait comparer le courant passant à « VARNE » à une rivière à cours très lent, fournissant, probablement, toute son eau à la mer du Nord, on hésiterait à faire la même comparaison pour chacune des trois années 1932-1934, et particulièrement pour 1933.

R. J. LUMBY (1935) écrivait qu'au printemps de l'année (c'est-à-dire de chaque année) des salinités basses semblent être le trait caractéristique des conditions au bateau-feu « VARNE », comme le montrent d'ailleurs bien les tableaux établis par J. N. CARRUTHERS (1935). Des quatre saisons, c'est donc le printemps qui possède les vents les moins favorables à une direction du courant vers la mer du Nord. Parlant des fluctuations annuelles et saisonnières de la salinité et de la température dans la Manche en général, R. J. LUMBY écrit que les fluctuations saisonnières de la salinité ne sont pas si constantes que celles de la température : on peut s'attendre, en général, pour la majeure partie de la Manche, à une salinité plus élevée en hiver qu'en été, parce que, en se basant sur les indications observées, les salinités seront un peu plus élevées en hiver qu'en été du fait que le courant d'eau vers la mer du Nord est un peu plus fort dans la saison froide.

A plusieurs mois de courant faible peut succéder un mois de grandes vitesses et l'isohaline de 35 ‰ peut être incapable de s'étendre vers la Mer Flamande ou d'y pénétrer aussi loin que cela aurait pu se faire au cours d'un mois à courant moins intense, mais qui aurait été précédé de périodes à courants très intensifs. D'ailleurs, les mois à courant le plus fort ne sont pas nécessairement associés à de l'eau très salée et une eau à salinité moins élevée ne correspond pas *ipso facto* à un courant plus faible. On peut s'attendre plutôt à trouver une concordance entre la salinité et le courant considérés tous les deux dans leurs rapports saisonniers. La comparaison de l'extension de l'isohaline 35 ‰ en Manche vers et dans la mer du Nord, avec les données de l'« Atlas de température et salinité de surface de la mer du Nord et de la Manche » édité à Copenhague en 1933, avec la table de J. N. CARRUTHERS classant les saisons de l'année par rapport à la vitesse du courant dans le Pas-de-Calais, permet de constater les faits suivants :

L'automne, saison des courants les plus forts, montre, en mer du Nord, la plus grande extension de l'isohaline de 35 ‰, manifeste d'ailleurs en novembre, décembre et janvier, mois caractérisés individuellement par des conditions de courants intenses.

Février, mois à courant le plus faible vers la mer du Nord, présente une régression marquée de l'avancée de 35 ‰. L'extension vers l'Est de cette partie de l'isohaline, ouvert vers l'Ouest, est minime au cours des mois de juin et de juillet.

Il est intéressant de noter qu'en mars, avril et mai, l'extension vers l'Est de l'isohaline de 35 ‰ subit un arrêt plus ou moins marqué, ceci en accord avec le fait que ces mois ont pratiquement la même vitesse de courant. La différence marquée à « VARNE » entre les courants en août et en septembre est d'un grand intérêt pour les différentes conditions de salinité à l'embouchure de la Manche au

cours de ces deux mois. La langue pointant vers le Sud exactement à l'Ouest de la longitude 1° W n'est probablement pas la cause du faible courant de septembre dans le Pas-de-Calais.

En résumé, les caractéristiques moyennes de l'extension orientale ou la pénétration dans la Mer Flamande de l'eau à 35 ‰ sont : 1° le maximum à la fin de l'automne ou tout juste après, qui montre le plus fort courant vers la mer du Nord par le Pas-de-Calais et possède le plus de vents favorables et : 2° le minimum au cours du mois suivant le printemps, saison du plus faible courant.

Nous serions incomplet si nous ne faisions mention ici de l'excellent travail de H. HELDT sur les courants de marée au bateau-feu « SANDETTIE » (1928).

H. W. HARVEY (1929-1930) était d'avis que les connaissances actuelles sur la circulation en Manche étaient basées uniquement sur un raisonnement par inférence, exception faite toutefois pour les expériences bien définies de J. W. CARRUTHERS (1928), qui ont démontré que des eaux atlantiques passent en mer du Nord. Il est très significatif de pouvoir constater que les conclusions générales auxquelles MATTEWS arrive (1905-1914), au sujet de la distribution de la salinité et de la température, ainsi que GEHRKE (1907), restent inaltérées même après des observations ultérieures. Il apparaît, toutefois, que la circulation des masses aquatiques et, par conséquent, la répartition de la salinité sont plus irrégulières et intermittentes qu'on ne se l'imaginait jusqu'ici.

Une série continue de mesures de courant faites par J. H. CARRUTHERS (1928) au bateau-feu « VARNE » montre que le courant résiduel passant normalement de la Manche en mer du Nord peut être arrêté occasionnellement ou même renversé pendant un certain temps, à cause des vents d'Est et du Nord-Est. D'autre part, il peut être accru par des vents forts de Sud-Ouest. Les courants résiduels moyens passant au bateau-feu « VARNE » à une profondeur de 11 mètres ont une vitesse de 2,7 milles par jour, vers la mer du Nord et même au maximum 16,8 milles, comme certaines mesures l'ont montré.

En février et mai 1968, les chercheurs néerlandais ont mesuré des salinités maxima dans la langue d'eau de mer provenant de la Manche, dont les valeurs dépassent la normale de 0,20 à 0,25 ‰.

Cette langue d'eau se manifeste aisément sur la carte (fig. 31), au mois de mai : 34,8 ‰.

En août et septembre, jusqu'en novembre, la situation change et on mesure des salinités à peu près normales avant d'atteindre des valeurs inférieures.

Il est possible que ces salinités plus élevées en août et septembre 1967, suivies par celles de février et mars 1968, reflètent une progression d'eau atlantique par le Pas-de-Calais (S. B. TIJSSEN, 1968).

Dans le but d'étudier des modifications à court terme de la structure hydrographique des masses d'eau dans la région, le R. V. néerlandais « WILLEM BEUKELZ » a exécuté, à un intervalle de deux semaines, deux brèves croisières en mer du Nord méridionale.

Comparées aux relevés réguliers obtenus par les bateaux-feu anglais et néerlandais, les observations faites pendant ces deux croisières ont donné d'excellents exemples, dans cette région, de progressions d'eaux de la Manche et de leurs fluctuations.

Durant cette période, des mesures de vitesse de courant ont également été effectuées.

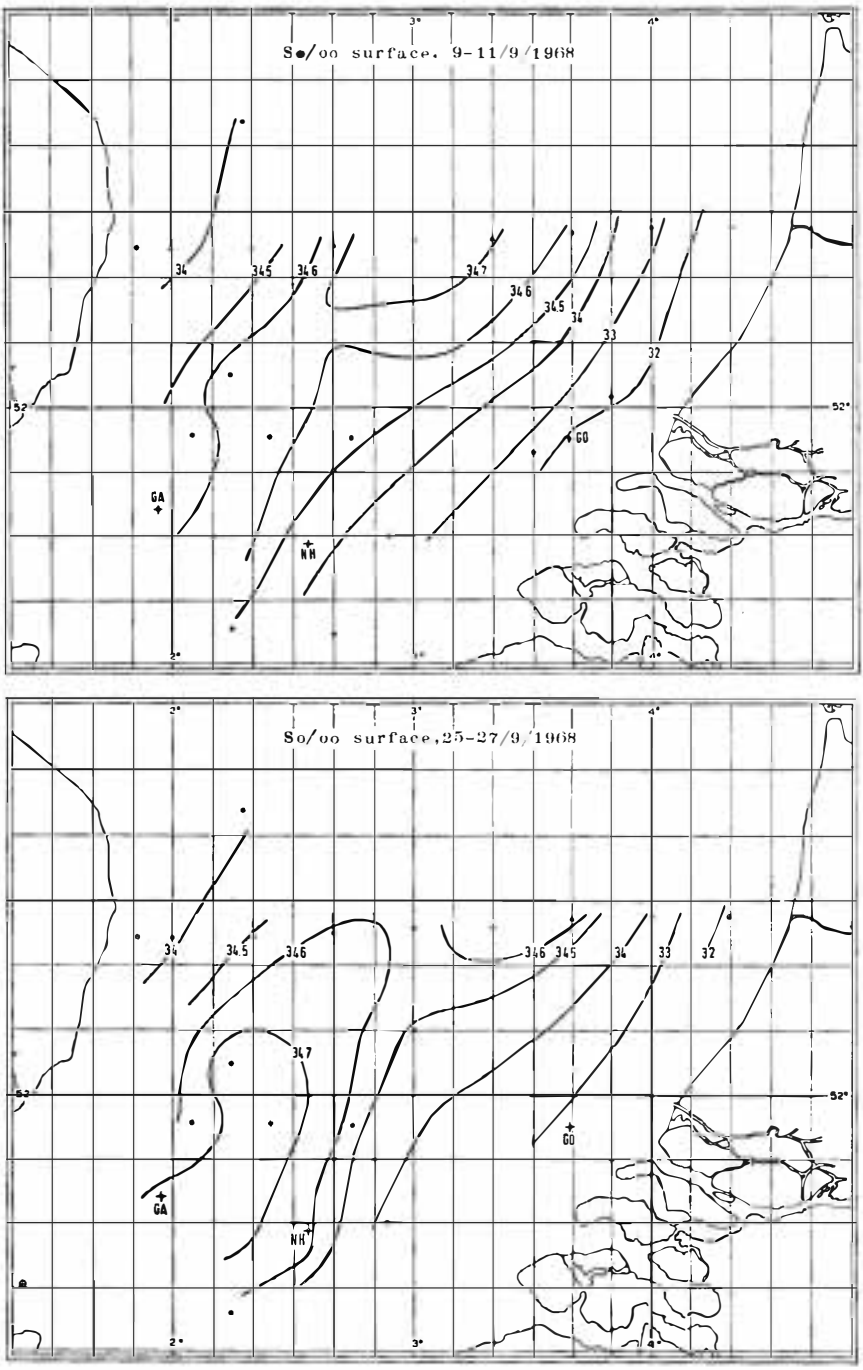


FIG. 30. — Isohalines en mer du Nord : a. 9-11.IX.1968; b. 25-27.IX.1968. (D'après L. OTTO et E. WIGGERS, 1968.)

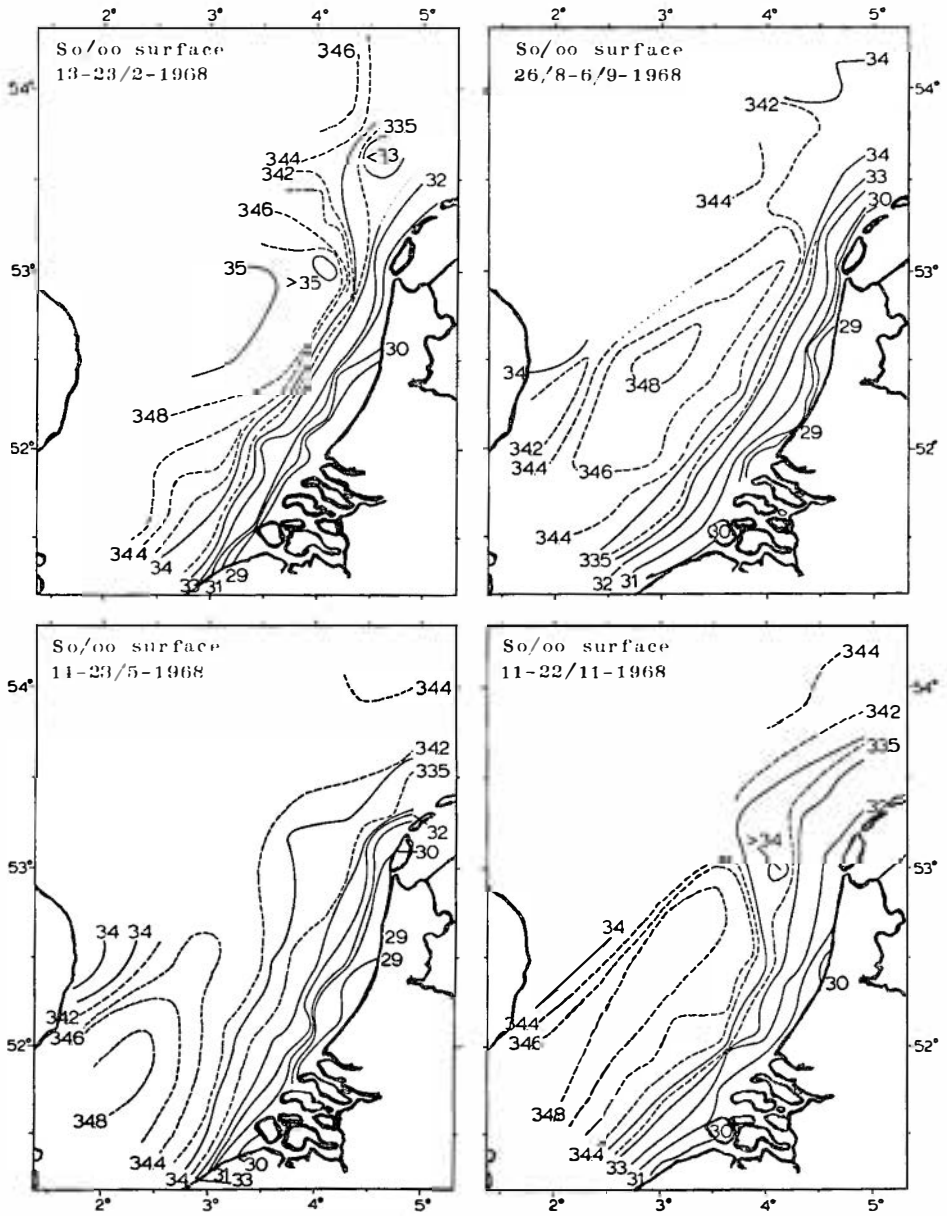


FIG. 31. — Isohalines des eaux de surface en mer du Nord en 1968 (S. B. TIJSSEN, 1968).

Leur figure représente les salinités de surface, enregistrées au cours de la première croisière, du 9 au 11 septembre. Dans la région entière, la colonne d'eau était homogène. Au centre de la Mer Flamande, les salinités étaient plutôt basses. Une bande étroite, à salinité dépassant à peine 34,6 ‰, s'allongeait en direction du Pas-de-Calais. Une région séparée, à salinité maximum légèrement en-dessous de 34,8 ‰, se déployait à la limite septentrionale de la région étudiée.

D'après les mesures régulières de la salinité effectuées à bord des bateaux-feu « GALLOPER », « NOORD-HINDER » et « GOEREE », il est permis de croire que cette disposition résulterait d'un mouvement, en direction ouest, de masses d'eau provenant des côtes continentales, amorcé quelques jours avant le début de la première croisière. Ce mouvement en direction ouest peut aussi avoir été causé par des vents soutenus d'Est en Ouest, de 3 à 4 BEAUFORT, qui ont soufflé depuis le 7 au 10 septembre. Apparemment, ces masses d'eau côtières, ont poussé une eau à haute salinité de plus de 35,1 ‰, vers la Manche, exactement en dehors de la région étudiée.

L'influence de l'eau côtière a diminué durant la période entre les deux croisières, coïncidant avec une reprise de vents d'Ouest et de Sud-Ouest. De l'eau à peine supérieure à 34,7 ‰ a été observée au « GALLOPER », du 14 au 19 septembre. Une seconde période de vents d'Est et de Nord-Est simultanément avec une diminution de la salinité au « GALLOPER » et au « NOORD-HINDER », s'est manifestée pendant la seconde croisière du 25 au 27 septembre.

La répartition de la salinité durant cette période est figurée sur une carte. Elle montre qu'une nouvelle quantité d'eau à salinité de plus de 34,7 ‰ a pénétré en Mer Flamande. Une masse d'eau à salinité élevée située à la limite septentrionale a quitté la région.

Les salinités observées au cours de ce mois à « VARNE », dans le Pas-de-Calais, sont toutes comprises entre 34,8 et 34,9 ‰. Les irrégularités dans l'avancée d'eau de la Manche ne sont pas reflétées dans ces chiffres. On pourrait en conclure que dans ce cas le courant d'eau de la Manche vers la Mer Flamande a simplement été interrompu, non inversé (L. OTTO, E. WIGGERS, 1968) (fig. 30).

Nous pensons avoir parcouru ainsi nos principales connaissances au sujet de la salinité des eaux de la Mer Flamande et de la Manche.

En ce qui concerne les courants, dont la direction a souvent été établie au moyen de la salinité, de même que la confirmation de la position géographique approximative, tout ceci est, pensons-nous, bien connu à l'heure actuelle et il ne reste que peu de choses à accomplir à ce sujet. On possède d'ailleurs des instruments de mesure physiques tels que les manipulations pour la détermination de la salinité se trouvent réellement simplifiées. Au point de vue biologique, *sensu stricto,* nous estimons qu'on a attaché trop d'importance à la seule salinité au détriment d'autres déterminations qui auraient probablement jeté plus de lumière sur un certain nombre de problèmes, dont certains sont restés sans solution.

b) PARAMETRES ECOLOGIQUES DIVERS

Après avoir résumé nos connaissances au point de vue de la température et de la salinité, dans les deux milieux qui nous occupent, essayons maintenant d'examiner l'évolution et l'importance de divers autres facteurs écologiques, dont certains ont, peut-être, une importance beaucoup plus considérable, tout en étant

moins connus, que les deux facteurs traités dans les pages précédentes. Il s'agit notamment de la pénétration de la lumière, de la turbidité, de l'acide carbonique sous toutes ses formes, de la réserve alcaline (ou alcalinité), de l'oxygène dissous, ensuite des cations divers, comme les nitrates, les phosphates, les silicates et les sulfates. Les anions les plus importants seront examinés ensuite : le calcium et le magnesium; les matières organiques dissoutes et l'oxydabilité viendront en dernier lieu.

En guise d'introduction à cette nouvelle série de considérations, inspirons-nous des paroles de R. LEGENDRE (1951), qui résument admirablement l'action de divers facteurs au sein de l'eau de mer.

La mer, dit-il, comme le sol, abrite des micro-organismes autotrophes; non seulement ils assurent les décompositions des matières organiques en éléments de plus en plus simples, des cadavres et des déchets jusqu'à l'acide carbonique et l'ammonium, mais aussi ils sont agents de synthèse qui, du carbone des carbonates, de l'azote des nitrates, de l'ammonium, peuvent construire des molécules de matière vivante, sans avoir besoin d'autre nourriture déjà organisée.

La mer contient bien d'autres micro-organismes : des bactéries hétérotrophes, qui se nourrissent de tous les détritus et nettoient le milieu, des protistes, dont beaucoup à pigments chlorophylliens, utilisent à la lumière l'acide carbonique dissous (diatomées, péridiniens, flagellés, etc.) tandis que d'autres, sans chlorophylle, consomment les autres êtres plus petits qu'ils rencontrent. C'est une chaîne complexe, aux anneaux très nombreux et variables, qui va des êtres les plus petits, de l'ordre du micron, aux plus gros, les poissons, les cétacés. C'est aussi un cycle, puisque les plus gros, après leur mort, seront détruits à leur tour par les bactéries, les protistes, qui remettent en circulation les éléments dont ils se sont nourris.

On a compris peu à peu qu'il y a là une intrication de périodicités biologiques dont on a saisi seulement quelques maillons. Par exemple, on sait que pendant l'hiver, la mer est, au large, en surface, presque vide d'êtres vivants. Ceux-ci apparaissent à partir de février, sous forme d'éléments reproducteurs d'algues, puis de végétaux unicellulaires divers; au printemps, brusquement, les diatomées pullulent alors que les champs terrestres commencent à fleurir. Elles deviennent si nombreuses qu'elles appauvrissent l'eau en phosphates et silicates. Puis se montrent les œufs et les larves du zooplancton, et bientôt des herbivores adultes, notamment des copépodes, qui dévorent les diatomées avant d'être à leur tour les proies des carnassiers. Dès juin, cette profusion de vie se ralentit. Les premières pluies d'automne, ruisselant à la mer, y entraînent quelques sels nutritifs et provoquent un nouvel afflux de diatomées, bien plus faible qu'au printemps, puis toute multiplication, toute croissance s'arrêtent, les adultes gagnent le fond ou des régions plus chaudes, plancton et poissons de surface disparaissent jusqu'au prochain printemps. Ce réveil saisonnier de la mer n'est qu'un schéma général, susceptible de bien des variations pour chaque espèce, selon les lieux et les années.

Les facteurs de croissance du phytoplancton marin sont beaucoup plus simples (K. BRANDT, 1929) que ceux des plantes terrestres : la lumière, la chaleur et l'eau de mer, celle-ci agissant comme solution nutritive naturelle, dont les constituants inorganiques doivent nécessairement se trouver à l'état dissous et assimilable. Tous ces facteurs, physiques et chimiques, présentent un optimum pour chaque espèce d'organisme phytoplanctonique. Si le facteur atteint une valeur dépassant

l'optimum, l'organisme peut être détérioré : ainsi, notamment, l'irradiation trop intense, une élévation trop forte de la température, l'excès d'une substance nutritive, toutes conditions pouvant lui être néfastes.

La mer, aussi bien que l'eau douce d'ailleurs, se montre ainsi un milieu où la loi de l'optimum et du minimum se fait très bien sentir et peut être plus facilement suivie que dans le cas des géophytes.

On peut ainsi considérer avec K. BRANDT trois groupes de facteurs favorisant ou freinant le développement algal, tous importants, la plupart indispensables même, mais travaillant chacun dans un sens différent.

1. La croissance et la multiplication dépend avant tout des conditions nutritives dont il a été question plus haut. De bonnes conditions activent la production, alors que des conditions médiocres diminuent la vitesse de croissance.

2. Les conditions vitales normales, différentes d'après les espèces en cause, doivent être réalisées. On peut citer ainsi en premier lieu : l'eau avec une concentration déterminée en sels marins et en oxygène libre, un degré d'alcalinité déterminé et une température supportable. Il est évident que des substances nocives doivent être absentes.

3. Sont sans action sur l'alimentation des algues les facteurs indirects, considérés comme tels : les divers mouvements de l'eau, les courants verticaux et horizontaux, les courants de marée, le vent, qui occasionne les mouvements aquatiques, les précipitations atmosphériques, les apports, par ruissellement, de nouvelles substances nutritives. Tous ces facteurs, si importants qu'ils puissent être dans le renouvellement et la répartition des substances nutritives, sont sans action directe spécifique.

1. La pénétration de la lumière. La turbidité, la couleur.

Malgré que l'étude de la pénétration de la lumière soit essentiellement du domaine de la physique, nous n'avons pas hésité à la placer ici au début des facteurs chimiques étant donné que la turbidité et la couleur de l'eau de mer, dans ce milieu si spécial constitué par la Mer Flamande, dépendent en grande partie de la présence de substances chimiques colorées, plus ou moins bien définies.

Il y a plusieurs facteurs qui influencent la pénétration de la lumière dans l'eau de mer. Parmi eux on peut citer la réflexion de la surface, la transparence de l'eau, l'angle d'incidence de la lumière et l'intensité de la lumière incidente. Les deux derniers facteurs sont largement fonction des conditions atmosphériques, du moment de la journée et de la latitude. Ordinairement la lumière pénètre plus profondément dans les eaux tropicales qu'à des latitudes plus élevées, où l'angle d'incidence est plus grand.

Il résulte des chiffres publiés par H. U. SVERDRUP (1942) qu'une moyenne de 65 % de la lumière incidente (énergie) dans une eau océanique, assez transparente, sont absorbés dans le premier mètre, 17 % seulement de la lumière incidente pénètrent jusqu'à une profondeur de 5 m, 9,5 % jusqu'à 10 m, 3,7 % jusqu'à 20 m, 0,31 % jusqu'à 50 m et, enfin, 0,0057 % atteignent une profondeur de 100 m. L'eau de mer pure, privée de toute substance en suspension ou colorée, permet la pénétration de 22 % de la lumière incidente jusqu'à une profondeur de 10 m,

mais 3 % seulement pénètrent dans l'eau de mer pure jusqu'à une profondeur de 100 m. On a trouvé, en outre, des différences considérables dans la transparence de l'eau provenant de différentes parties de l'océan.

On a noté aussi la différence marquée dans l'absorption de la lumière de différentes longueurs d'onde.

En général, les rayons lumineux d'une longueur d'onde de 4.920 Å à 5.350 Å pénètrent plus loin dans l'eau de mer que les ondes plus longues ou plus courtes du spectre visible. Le bleu (4.220 Å à 4.920 Å) et le jaune (5.350 Å à 5.860 Å) pénètrent plus loin que l'orange (5.860 Å à 6.470 Å) ou le violet (3.900 Å à 4.220 Å). Le rouge (6.470 Å à 8.100Å) est la partie la moins pénétrante de la lumière visible. L'eau de mer est assez opaque vis-à-vis des radiations ultra-violettes.

Le taux de l'activité photosynthétique à diverses profondeurs est indiqué par la consommation de l'anhydride carbonique et la production de l'oxygène ou, en d'autres termes, est un critère de la pénétration de la lumière. A des profondeurs où la photosynthèse est la plus active au cours des heures d'insolation, plus d'oxygène est mis en liberté que la quantité utilisée par les organismes à respiration. A de plus grandes profondeurs, il existe un point où la quantité d'oxygène libérée est égale à la quantité utilisée. Ce point est appelé « point de compensation ».

La lumière est, en outre, le facteur le plus important qui contrôle la migration diurne du plancton (G. L. CLARKE, 1936). En dehors de son influence sur la migration du zooplancton, ses effets sur la distribution verticale, la production et la physiologie du zooplancton sont considérables. Les animaux sessiles, même, en subissent directement ou indirectement l'influence (F. S. RUSSELL, 1936).

La transparence de l'eau de mer est variable selon sa pureté : il est à peu près impossible de l'observer à l'état de pureté absolue ailleurs que dans les laboratoires, car elle contient toujours des êtres vivants ou des poussières minérales, dont la proportion peut être minime; mais l'examen de la mer, sur une forte épaisseur, révèle que, si rares que soient les corps étrangers, ils finissent toujours par réduire la transparence.

Près des côtes, les poussières provenant des rivages sont très abondantes, surtout dans le voisinage des falaises calcaires, où la transparence de l'eau est presque nulle; elle est plus grande lorsque la côte est de roche dure, par exemple de granite. En outre, l'agitation du fond par les vagues, les courants de marée et même par le vent, trouble toujours sensiblement la transparence, ce n'est donc qu'au large seulement qu'on peut obtenir des précisions sur la transparence de l'eau au moyen du disque de SECCHI. On obtient ainsi 33 m dans la Méditerranée et 66 m dans la mer des Sargasses, beaucoup moins lorsque de nombreux êtres microscopiques sont en suspension dans l'eau.

La couleur naturelle de la mer est bleue, mais son intensité varie avec la salinité et la température, et aussi avec la quantité d'êtres vivants qu'elle renferme. On observe ainsi des bleus plus ou moins intenses tirant aussi sur le vert, dans différentes mers (L. JOUBIN, 1928).

Nous devons à K. KALLE (1938) un travail théorique sur la couleur de l'eau de mer, auquel nous empruntons les détails suivants. Le premier facteur essentiel dont il faut tenir compte est la couleur propre de l'eau. L'eau est, en effet, à consi-

dérer ici, non comme incolore, mais comme une substance légèrement teintée en jaune. L'intensité de cette couleur est si faible, qu'il faut une épaisseur de couche de plusieurs mètres avant que l'œil puisse s'en apercevoir.

Avec un peu d'habitude de la mesure de la couleur de l'eau, on s'aperçoit rapidement qu'on se trouve en présence ici d'un certain nombre d'autres facteurs qui compliquent le problème.

D'après K. KALLE, on peut subdiviser ces facteurs comme suit :

Couleur de l'eau de mer.

A. — Réflexion du ciel.

B. — Couleur proprement dite de l'eau :

1. Absorption propre de l'eau.
2. Dispersion moléculaire.
3. Substance jaune (Gelbstoff).
4. Substance fluorescente.
5. Substances en suspension.

L'observateur reçoit ainsi deux impressions lumineuses : une première, un rayon provenant du ciel et réfléchi par la surface aquatique ensemble avec une seconde : la résultante de la pénétration des rayons lumineux dans l'eau et réfléchie d'une manière diffuse.

Ces considérations valent pour l'eau du large. Dans le cas des eaux côtières, la couleur du fond joue certainement un rôle.

En ce qui concerne la substance colorante jaune dite « Gelbstoff », K. KALLE en donne la définition suivante : parallèlement à l'accroissement de la quantité de plancton, des substances dissoutes, de couleur jaune, se manifestent peu à peu. Du point de vue chimique, elles ont un caractère humique. Elles offrent une très forte résistance aux agents chimiques, physiques et biologiques et sont probablement à regarder comme des produits de déchet provenant de l'assimilation du phytoplancton.

Cette substance colorante détermine des teintes de plus en plus verdâtres comme on peut l'observer dans la Manche et la mer du Nord (498-505 mμ). Le mélange opéré près des côtes, avec les eaux des estuaires, provoque une teinte un peu jaunâtre, ocrée ou brunâtre jusqu'au moment où la couleur des corps en suspension devient perceptible.

K. KALLE mentionne encore une substance fluorescente qui, d'après lui, provient aussi du métabolisme des organismes planctoniques et provoque une fluorescence bleuâtre. En mer, ce corps ne semble jouer pratiquement aucun rôle, ce qui n'est pas le cas pour la Baltique où on semble le rencontrer souvent.

Ajoutons qu'elle peut, en outre, et probablement en ordre principal, provenir des eaux de surface colorées par des matières humiques entraînées lors du drainage des terres traversées.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à ces questions en eau douce, surtout en ce qui concerne la préparation des eaux de consommation. Citons à ce sujet les études, entre autres, de A. P. BLACK et R. F. CHRISTMAN (1963) sur les caractéristiques des eaux de surface colorées; des mêmes auteurs, en 1963, les caractéristiques chimiques des acides fulviques; de R. F. CHRISTMAN et U. GHASSEMI (1966) un travail sur la nature chimique des colorants organiques dans l'eau; de U. GHASSEMI et R. F. CHRISTMAN (1968) sur les propriétés des

acides organiques jaunes des eaux naturelles; de N. G. JERLOV (1953), l'influence des matières en suspension ou dissoutes sur la transparence de l'eau de mer; K. KALLE (1949) a étudié la fluorescence et les substances jaunes dans le Golfe de Bothnie et de Finlande; W. L. LAMAR et D. F. GOERLITZ (1966) ont traité des acides organiques dans les eaux de surface naturelles; de R. F. PACHAM (1964) nous connaissons une étude sur la couleur organique dans les eaux naturelles; J. SHAPIRO (1964) a publié un travail : études chimiques et biologiques sur les acides organiques jaunes dans les eaux lacustres; J. SHAPIRO (1964) a étudié aussi l'influence des acides jaunes sur le fer et autres métaux dans l'eau; R. O. SYLVESTER et R. W. SEABLOOM (1965) ont traité de l'influence des caractéristiques du site sur la qualité de l'eau.

Mentionnons encore deux travaux de B. A. SKOPINTZEV : sur la coagulation des substances humiques au contact de l'eau de mer (1947) et sur la matière organique de l'eau de mer (1959).

Certains auteurs ont développé des méthodes de recherche et de détermination basées la plupart sur la concentration préliminaire, la chromatographie sur papier, sur colonne, la chromatographie en phase gazeuse et la spectrographie dans l'infra-rouge. Ainsi : R. D. HOAK (1962), W. L. LAMAR et D. F. GOERLITZ (1966), H. F. MUELLER, T. E. LARSON et F. FERRETTI (1960); H. F. MUELLER, T. E. LARSON et W. J. LENNARZ (1958), A. L. WILSON (1959).

Malgré de multiples recherches, la structure fondamentale de ces substances organiques teintant les eaux, n'est encore qu'imparfaitement connue. Elles possèdent généralement des caractères acides et sont très solubles dans les solutions alcalines.

J. SHAPIRO conclut de ses recherches à l'absence de structures phénoliques et que ces substances seraient plutôt à considérer comme des acides aliphatiques polyhydroxy dibasiques.

A. P. BLACK et R. F. CHRISTMAN les classent plutôt comme acides aromatiques polyhydroxy methoxy carboxyliques. Ces auteurs signalent en même temps une fluorescence maximum pour ces corps autour de la bande de 490 mμ.

Beaucoup de ces corps ont des affinités avec les constituants des extraits de bois divers ou d'écorces. On a étudié les produits de dégradation de ces macromolécules. Cette dégradation a fourni ainsi : la pyrocatéchine, la résorcine, la vanilline, l'acide vanillique, l'acide syringique, l'acide protocatéchique, l'acide 3,5-dihydrobenzoïque.

Par concentration et extraction, A. P. BLACK et R. F. CHRISTMAN (1963) ont obtenu de l'acide fulvique, de l'acide hymatomélanique et de l'acide humique. Ils ont étudié les caractéristiques chimiques de ces acides fulviques et, par les spectres d'absorption dans l'infra-rouge sont parvenus à démontrer que les acides fulviques possèdent un groupe α, β-hydroxyle ou un groupe α-hydroxycétonique, contenant des noyaux aromatiques. Les acides fulviques seraient ainsi des acides aromatiques polyhydroxy methoxy carboxyliques.

Entre autres propriétés, les molécules complexes de ces substances colorantes peuvent être engagées dans des combinaisons avec plusieurs ions métalliques comme le fer.

Tout ceci montre bien la complexité du problème de la couleur de l'eau de mer, surtout dans les régions côtières et au large des estuaires.

*
* *

Les travaux sur la transparence des eaux naturelles en général et de l'eau de mer en particulier occupent une place importante dans la littérature limnologique et océanographique. En ce qui concerne l'eau de mer, le coefficient d'extinction a été étudié par M. H. W. GALL (1949) et R. C. SMITH (1968); les propriétés optiques par L. OTTO (1967); les facteurs affectant la turbidité par A.J. LEE et R. A. FOLKARD (1969); la transparence, la diffusion, la répartition angulaire par W. R. G. ATKINS (1932), W. R. G. ATKINS et ses collaborateurs (1938), W. R. G. ATKINS et H. H. POOLE (1933), M. GRAHAM (1938), Y. LE GRAND (1952), A. IVANOFF (1953), N. C. JOHNSON et G. LILJEQUIST (1938), D. JONES et M. S. WILLS (1936), J. JOSEPH (1949), J. JOSEPH et H. WATTENBERG (1949), H. PETTERSON (1934, 1935, 1936, 1938), H. PETTERSON, H. HOGLAND et S. LANDBERG (1934), H. H. POOLE (1936), H. H. POOLE et W. R. G. ATKINS (1929), M. L. SABARIEGOS (1949), A. F. SPILHAUS (1968), F. VERCELLY (1939).

La lumière à différents points de vue a fait l'objet de différents travaux biologiques ou physiques : W. R. G. ATKINS et ses collaborateurs (1938), A. IVANOFF (1953), N. G. JERLOV (1963), D. JONES et M. S. WILLS (1956), J. JOSEPH et H. WATTENBERG (1944), J. KREY (1952), P. LECOMPTE (1968), A. MOREL (1968), H. POSTMA (1961), W. M. POWELL et G. L. CLARKE (1936), R. C. SMITH (1968), J. WILLIAMS (1968).

Tous ces travaux ont un caractère physique et mathématique très poussé et nous sortirions du cadre de ce travail en abordant ne fût-ce qu'un aperçu de la question. Nous nous bornerons à renseigner uniquement les valeurs obtenues au moyen de l'ancienne méthode du disque de SECCHI et nous renvoyons le lecteur aux travaux des chercheurs et de leurs collaborateurs mentionnés plus haut.

En 1937, le s/s « GEORGE BLIGH » fit au cours d'une croisière en mer du Nord et en Manche, un grand nombre de mesures relatives à la transparence. Ces mesures sont localisées entre le 54°30′ lat. N et 0° et 4° long. E. Elles eurent lieu au mois d'août 1937 (tabl. 39 et fig. 32).

TABLEAU 39.

Mesures de transparence en mer du Nord et en Manche.
Croisière du s/s « GEORGE BLIGH » en 1937.
(D'après M. GRAHAM, 1938.)

Station	Date	Heure	Profondeur m	Secchi m	Station	Date	Heure	Profondeur m	Secchi m
4	4.VIII	6.33	15	2,5	25	6.VIII	17.12	35	4
5	4.VIII	8.35	10	1	28	7.VIII	4.43	35	9
6	4.VIII	13.47	18	1	29	7.VIII	8.34	25	10
7	4.VIII	16.46	10	2,5	30	7.VIII	14.06	25	12
8	4.VIII	18.32	15	2,3	31	7.VIII	18.25	65	14
13	5.VIII	5.21	20	6,5	35	8.VIII	9.23	40	5,5
14	5.VIII	8.53	30	9,5	36	8.VIII	11.45	50	11,45
15	5.VIII	12.10	45	8,3	37	8.VIII	14.00	50	17
16	5.VIII	14.40	25	3,8	38	8.VIII	16.34	40	13
17	5.VIII	17.33	35	11	39	8.VIII	19.08	30	9,5
22	6.VIII	6.40	20	10	42	9.VIII	13.32	10	4,2
23	6.VIII	10.40	40	8,3	43	9.VIII	19.17	20	3,7
24	6.VIII	14.22	30	4,5					

De son côté, K. KALLE (1937) tire les conclusions suivantes des mesures de turbidité faites en mer du Nord au cours de la croisière du R. F. D. « POSEIDON » en janvier 1935 (fig. 33). On voit se produire ici le phénomène intéressant suivant. Alors que le maximum de la salinité et le minimum de la turbidité coïncident avec

le cours, pratiquement sans entraves, du courant atlantique du Sud, ces deux propriétés de l'eau atlantique bien caractéristiques se bifurquent au Nord du 52° N. Le maximum de salinité se tourne vers l'Ouest à partir de cet endroit et le maximum de turbidité dévie vers l'Est. La raison de ce phénomène est la diminution progressive de la haute salinité depuis l'Est, par les courants d'eau plus douce sortant des estuaires des Rijn et Maas et que le minimum de turbidité est favorisé, depuis l'Ouest, par les masses d'eau, un peu troublées seulement, situées au large de la côte anglaise

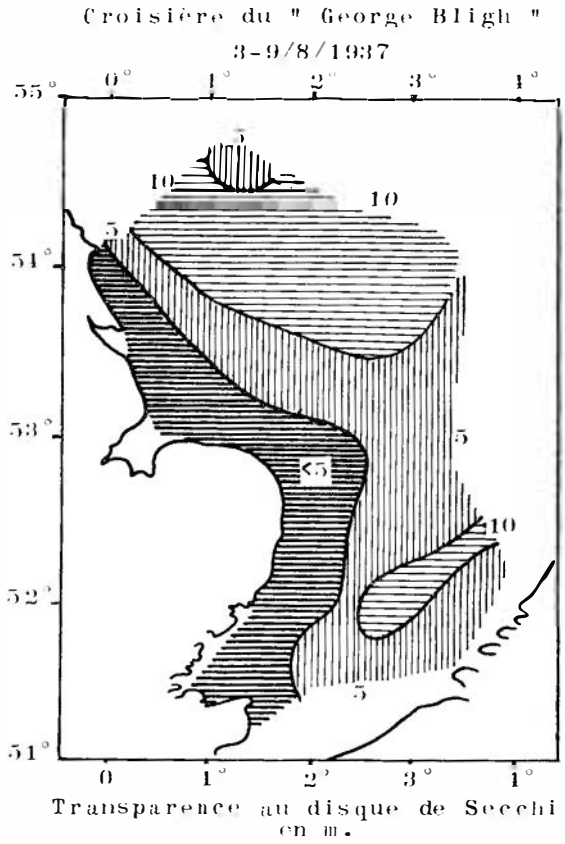


FIG. 32. — Transparence de l'eau de la mer du Nord au disque de Secchi.
(Croisière du « GEORGE BLIGH », 3-9.VIII.1937.)

En ne tenant pas compte des eaux côtières secondaires de la Manche et de la langue au Sud des Rijn et Maas, qui, de toute façon, est reconnaissable dans sa situation un peu méridionale, toutes les masses d'eau sont caractérisées par leurs conditions de turbidité. Il faut insister surtout sur les régions à minima qui sont très bien mises en évidence ici.

Les valeurs les plus récentes pour la transparence par la méthode au disque de SECCHI, datent de 1968.

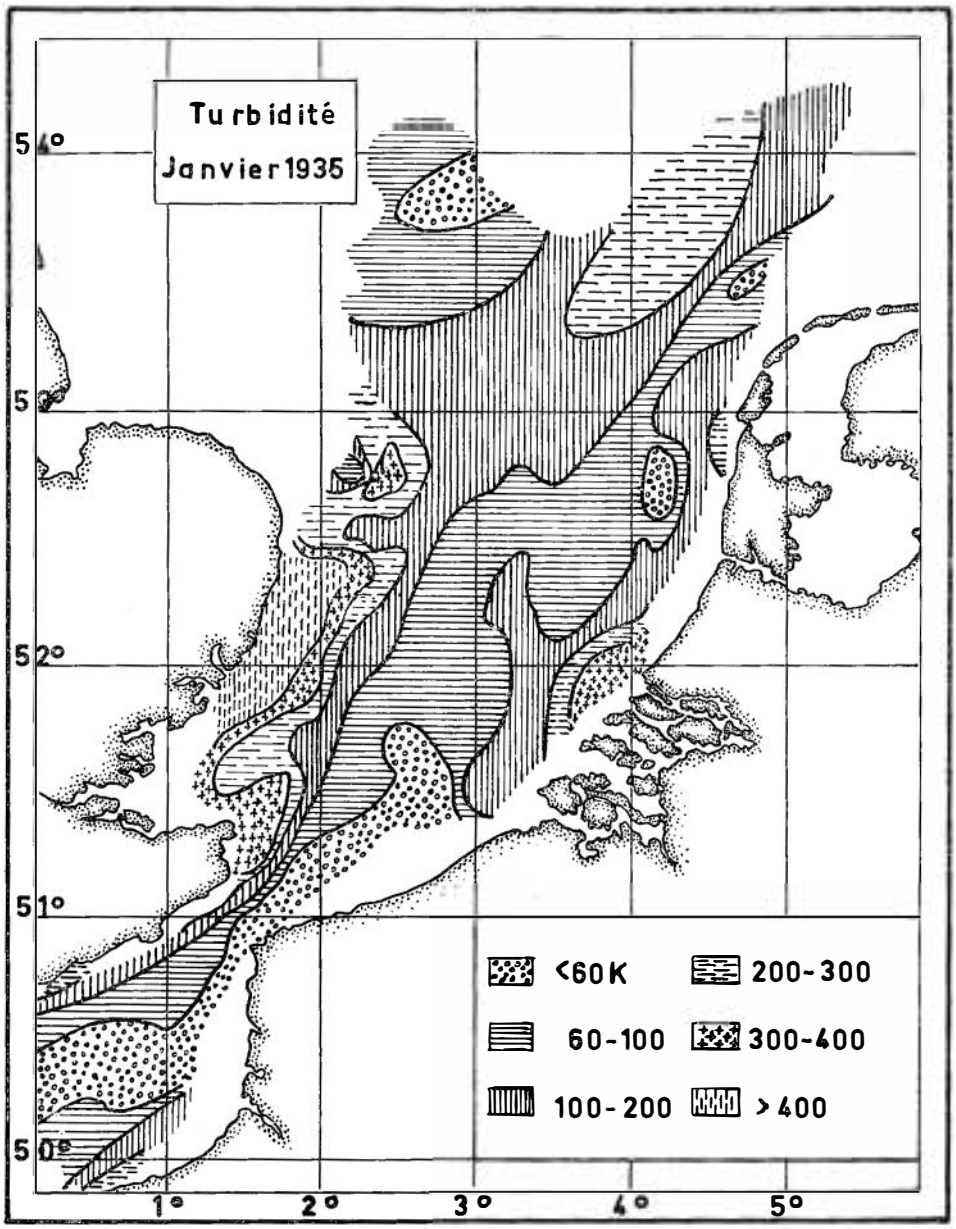


FIG. 33. — Turbidité de l'eau de la mer du Nord en janvier 1935.
(Croisière du R.F.D. « POSEIDON ». K. KALLE, 1937.)
(La turbidité est exprimée par un facteur K.)

Au cours de l'exploration néerlandaise on a observé les valeurs les plus basses en février (de 0,5 à 10 m) (fig. 34).

Les mesures exécutées en mai, août et septembre donnent des résultats peu différents, mais ceux obtenus le long des côtes sont plus élevés en mai et plus bas en août-septembre (mai : de 1 à > 10 m, août-septembre : de 1 à 10 m).

En novembre, la transparence varie de 0,5 à 5 m. Les valeurs les plus élevées sont obtenues dans les régions à salinité plus élevée (>10 m).

Dans la partie sud-est de la région, on a mesuré des transparences moindres qu'au Nord des côtes néerlandaises.

	Sud-Est.	Nord.
Février	0,5 à 2,5 m	1 à 5 m
Mai	1,0 à 5,0 m	5 à 10 m
Août-Septembre	1,0 à 5,0 m	2,5 à 10 m
Novembre	0,5 à 5,0 m	2,5 m

Ceci est dû probablement aux quantités plus considérables de matières en suspension entraînées des estuaires vers le large. La plus haute valeur obtenue a été une lecture de 19 m durant le mois de mai.

En janvier-février 1957, les « FISHERIES LABORATORY » Lowestoft ont organisé 5 croisières en mer du Nord méridionale à bord du R. V. « SIR LANCELOT » aux fins d'exécuter des mesures de turbidité. Ces mesures ont été reprises en 1967 à bord du R. V. « CLIONE ». A. J. LEE et A. R. FOLKARD (1969) en ont publié les résultats (fig. 35, 36, 37).

La répartition de la turbidité en mer du Nord méridionale dépend, dans une très large mesure, des masses d'eau en présence, car l'eau d'origine océanique est manifestement beaucoup plus transparente que les eaux d'origine côtière. D'autres facteurs, organiques et inorganiques, peuvent cependant modifier cette propriété.

On pourrait arguer que la production de phytoplancton peut débuter plus tôt dans l'année dans de l'eau océanique plus transparente. De là, une augmentation de la matière organique et une diminution de la transparence, c'est-à-dire une augmentation de la turbidité, ce qui pourrait expliquer le déplacement vers l'Est de la zone à turbidité maximum.

Dès le début, on a tenu cette explication pour peu probable. En effet, le manque de coïncidence entre les zones de salinité maximum et de turbidité minimum a été observé dès les premiers jours de janvier et il a persisté durant toute la période de la recherche.

On a cherché une autre explication dans l'augmentation des matières minérales, due à la perturbation du fond. L'importance de cette dernière dépend, en mer du Nord, de l'action des vagues, de la vitesse des courants de marée, de la profondeur de la colonne d'eau et de la nature des sédiments.

Une carte bathymétrique portant simultanément les courbes « iso » de la turbidité maximum et minimum ainsi que la salinité a été établie par A. J. LEE et A. R. FOLKARD. Elle montre clairement la situation de la salinité maximum au-dessus de la région la plus profonde de la mer du Nord, mais, en même temps, que l'eau la plus claire se tient vers l'Est, au-dessus d'une région moins profonde. En plus, les lignes « iso » de la turbidité maximum ne se trouvent pas au-dessus des « NORFOLK BANKS », région peu profonde, mais vers le Sud-Est de ces bancs.

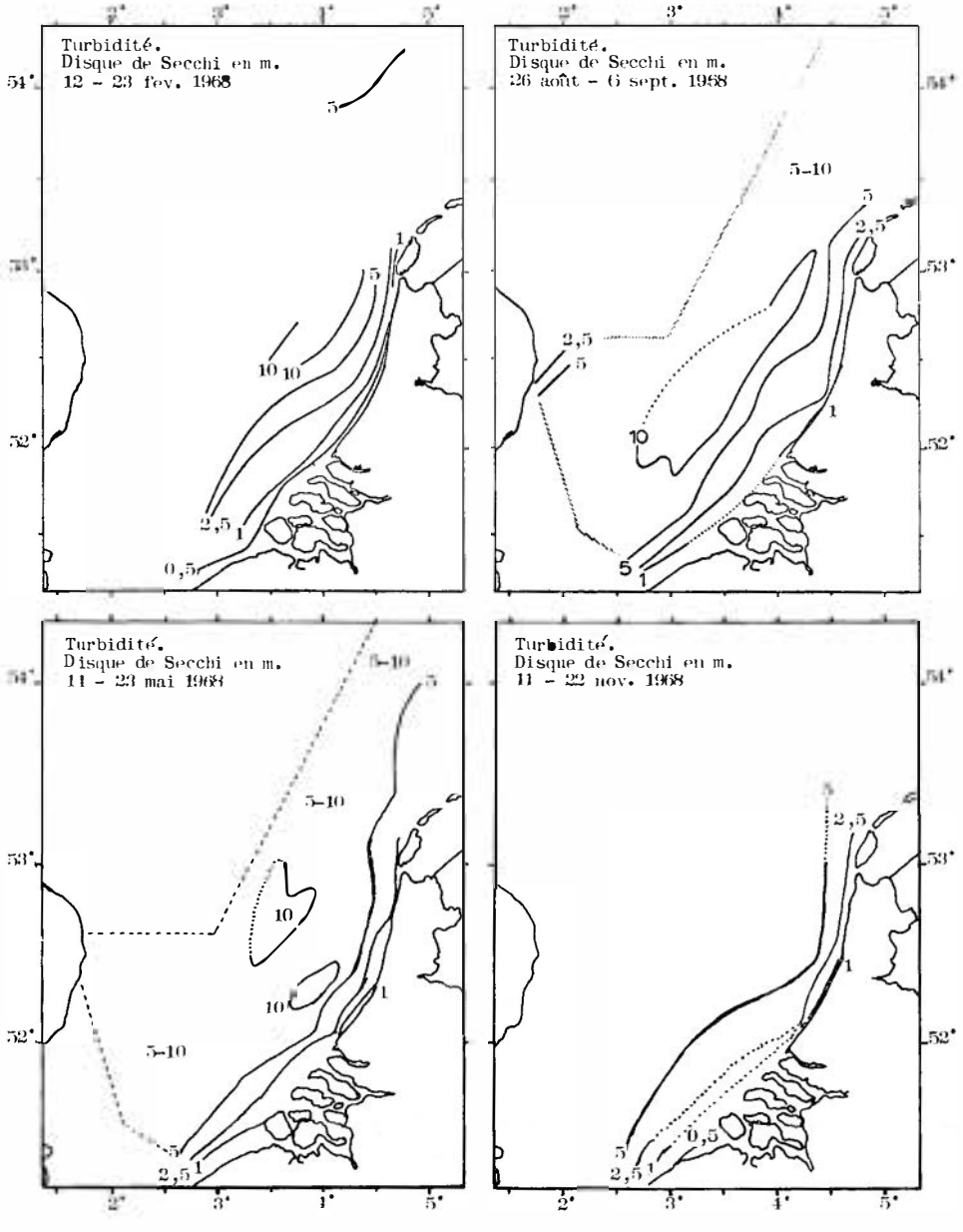


FIG. 34. — Turbidité de l'eau de la mer du Nord au disque de SECCHI, en 1968. (S. B. TIJSSEN, 1968.)

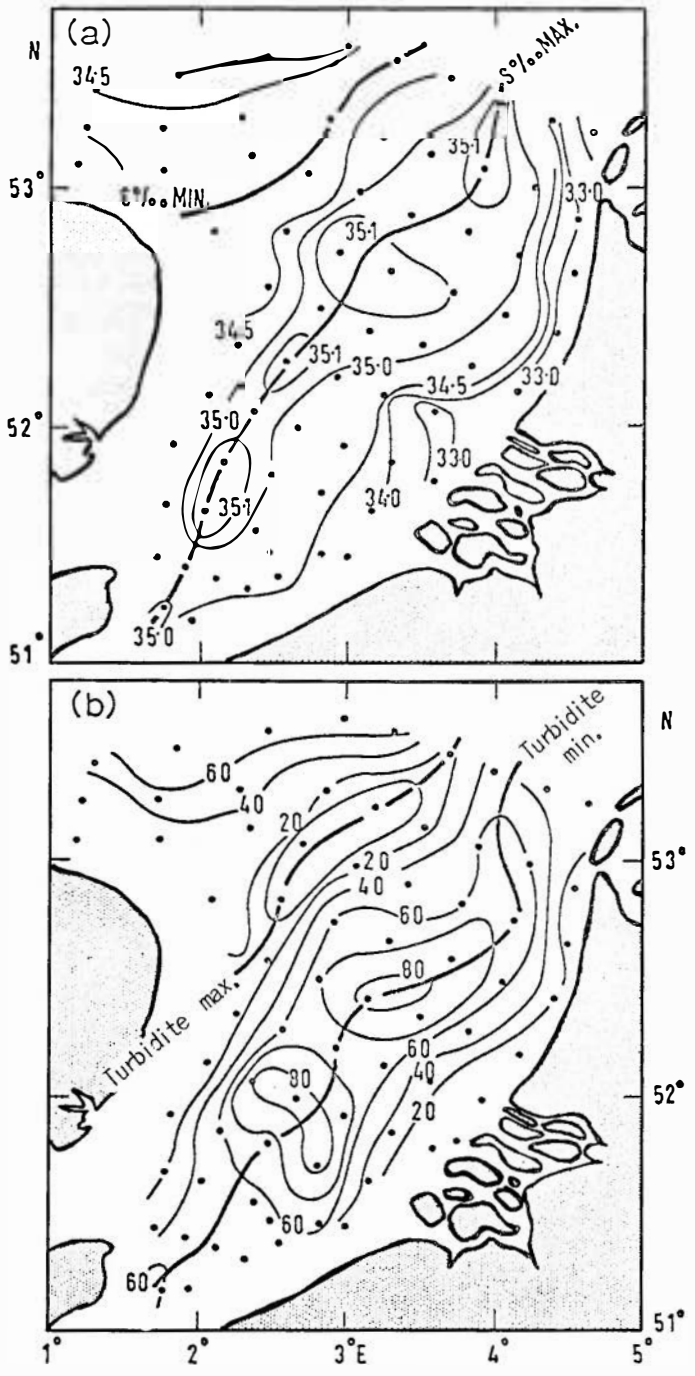


FIG. 35. — a : Répartition de la salinité à 5 m de profondeur.
b : Turbidité à 5 m de profondeur (% de transmission par mètre.
25.III-3.IV.1957. D'après A. J. LEE et A. R. FOLKARD).

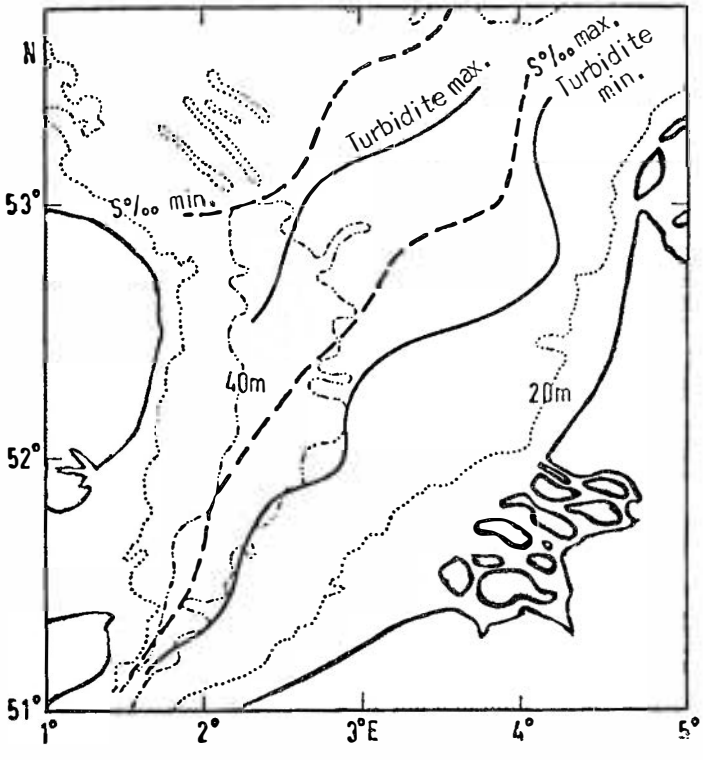


FIG. 36. — Axes de la salinité maximum et minimum et turbidité maximum et minimum. 25.III-3.IV.1957. (D'après A. J. LEE et A. R. FOLKARD.)

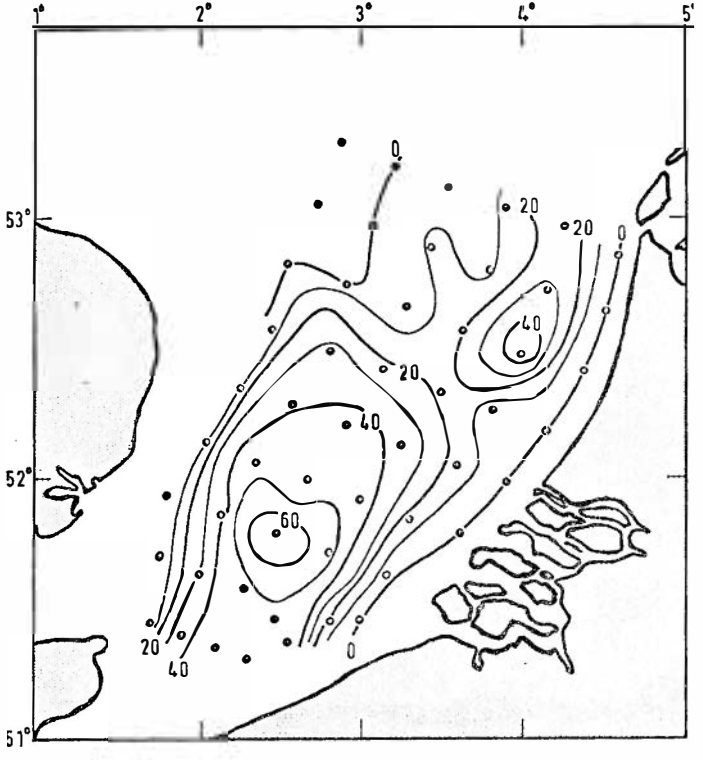


FIG. 37. — Répartition de la turbidité à 5 m de profondeur, % de transmission par mètre. Croisière 8-16.I.1957. (D'après A. J. LEE et A. R. FOLKARD.)

Il semble donc certain que la profondeur de l'eau ne constitue pas un facteur dominant.

On suppose aussi l'action des vagues d'une importance minime car, pour expliquer le déplacement des lignes « iso », il aurait fallu qu'un changement effectif de l'état de la mer soit intervenu en même temps qu'une variation de la vitesse du vent, sur une distance d'environ 20 milles nautiques. Ces conditions auraient dû persister au cours des cinq croisières successives.

Néanmoins, l'action des vagues peut exercer une influence au niveau général de la turbidité en Mer Flamande.

Durant la croisière 1, du 8 au 16 janvier, le plus haut pourcentage de transmission observé a été de 40-60 %. Ces valeurs basses sont la conséquence d'une forte action des vagues due aux vents nord-ouest et nord-est, atteignant, en moyenne de 10 à 12,5 mètres à la seconde, durant une journée, ayant un long « fetch » ou large aire de génération.

La croisière 5, au contraire, a eu lieu par vents légers, généralement de moins de 5 mètres à la seconde et en moyenne avec un « fetch » court, d'Est. Le pourcentage maximum de transmission, bien plus élevé qu'au cours de la croisière 1, a atteint 80 %. Les croisières intermédiaires ont fourni des résultats comparables.

Les courants de marée semblent constituer un facteur plus puissant dans la perturbation des sédiments. Malgré qu'on ne dispose pas de données numériques au sujet de l'action de ces courants vers le fond, on considère néanmoins que l'observation de l'état de la mer à la surface permet de se faire une opinion à ce sujet.

A. J. Lee et A. R. Folkard ont montré que la zone à turbidité minimum est située dans la région à courants de marée faibles et que ces courants sont beaucoup plus forts dans la région côtière britannique et dans une partie de la zone à salinité maximum.

Au large de la côte du Norfolk, ces courants sont réellement plus intenses et se maintiennent en mer sur une étendue considérable, particulièrement sous forme d'une langue d'eau qui s'allonge vers l'Est, $\varphi = 52°50'$ N. Cette région comprend la zone à turbidité maximum. La langue de haute turbidité qui s'étend vers le Nord-Est de la côte du Norfolk se forme dans la région possédant les courants de marée les plus forts de toute la mer du Nord méridionale.

Elle est semblable, jusqu'en un certain point, à la progression d'un fort courant, provenant de $\varphi = 52°50'$ N, mais en direction un peu vers la gauche à $\varphi = 45°$. Dans cette partie de la mer du Nord, les données au sujet des courants de marée sont si peu nombreuses qu'il est difficile de tirer des conclusions certaines en ce qui concerne des rapports possibles entre ces deux langues d'eau.

Comme les observations n'ont pas été exécutées exactement pendant le même état de marée, on pourrait arguer que les deux figures 35 et 37 ne représentent pas réellement la répartition de la turbidité en mer du Nord méridionale.

Si la turbidité croissait simultanément avec la vitesse du courant de marée, elle devrait varier en tout point durant le cycle de marée d'une demi-journée. En fait, J. Joseph (1957) a montré qu'en un endroit dans la région ouest de la mer du Nord, en mars 1953, un rythme de marée s'est manifesté dans la répartition, relativement au temps, des matières en suspension à partir de 10 m de profondeur jusqu'au fond, dans une colonne d'eau de 29 mètres. La charge en sédiments était

plus grande au moment où le courant de marée atteignait toute sa force. Dans la tranche de 0 à 5 mètres, au contraire, un tel rythme faisait défaut.

Pendant un laps de temps particulier d'environ trois heures, un léger accroissement de la matière en suspension s'est fait sentir, depuis le moment où le courant de marée était minimum jusqu'au moment où ce dernier atteignait sa culminance.

Cet accroissement, avec une diminution simultanée de la salinité, pourrait être significatif. Une modification de la turbidité, en effet, aurait lieu plutôt avec un changement survenu à une masse d'eau, qu'avec des variations de la vitesse du courant. Cette observation de J. JOSEPH et le fait que les mesures de turbidité effectuées en 1957 ont toutes montré les mêmes répartitions fondamentales, ont conduit A. J. LEE et A. R. FOLKARD à la conclusion que les cartes établies par eux constituent l'image réelle du comportement de la turbidité en mer du Nord méridionale.

Comme le montre la carte établie par J. JARKE (1956), la partie ouest de la Mer Flamande contient les sédiments les plus fins. Le long de la côte britannique, au sud de Great Yarmouth, le sédiment consiste en sable fin à très fin; cette région subit en même temps les courants de marée les plus forts.

Dans la langue d'eau à turbidité élevée, s'étendant vers le Nord-Est depuis la côte du Norfolk, les sédiments sont un peu plus grossiers, mais consistent cependant en sable fin-moyen. D'un autre côté, la zone à turbidité minimum et, comme nous venons de le voir, à courants de marée plus faibles, est située au-dessus d'un fond à sable moyen.

La zone à salinité maximum est non seulement située au-dessus de la partie la plus profonde de la mer du Nord, elle s'étend aussi au-dessus de sédiments composés de sable grossier moyen. La turbidité plus élevée, comparée à celle de la région située immédiatement à sa droite, est, par conséquent, probablement une fonction de ses courants de marée plus forts.

En janvier 1967, le R. V. « CLIONE » a exécuté des mesures de dimension de particules et de la quantité de matières en suspension.

La turbidité augmente avec les quantités de cette dernière. Le volume maximum des particules exprimé en $10^5 \mu^3$ par ml est de 20 environ pour les stations de 2 à 24; de 24 à 34, elle était de 90. La dimension des particules variait entre 6 et 24 μ.

En 1970, M. P. VISSER a publié une étude sur la turbidité dans la mer du Nord méridionale. Il étudia successivement les paramètres exerçant une influence sur elle : la stratification verticale, les marées, les facteurs saisonniers, l'état de la mer. Des mesures de transparence par disque de SECCHI, calculées en moyennes par carré d'un demi-degré, ont été comparées avec l'affaiblissement du rayonnement lumineux dans l'eau de mer constaté à la surface. En tenant compte aussi des mesures de la pénétration de la lumière du jour dans la mer du Nord, l'auteur établit une loi approximative donnant la profondeur au niveau de laquelle l'intensité de cette lumière est de 1 % et qui est trois fois la profondeur de SECCHI. Pour la partie méridionale de la mer, il est possible de déterminer des lignes d'égale profondeur moyenne de ce niveau pour les périodes de décembre à mai et de juin à novembre.

Les deux cartes (fig. 38 et 39) montrent les résultats obtenus en décembre-mai et en juin-novembre. On remarque que devant la côte belge, la transparence moyenne est respectivement de l'ordre de 0,5 m sur 7 observations et de 0,8 m

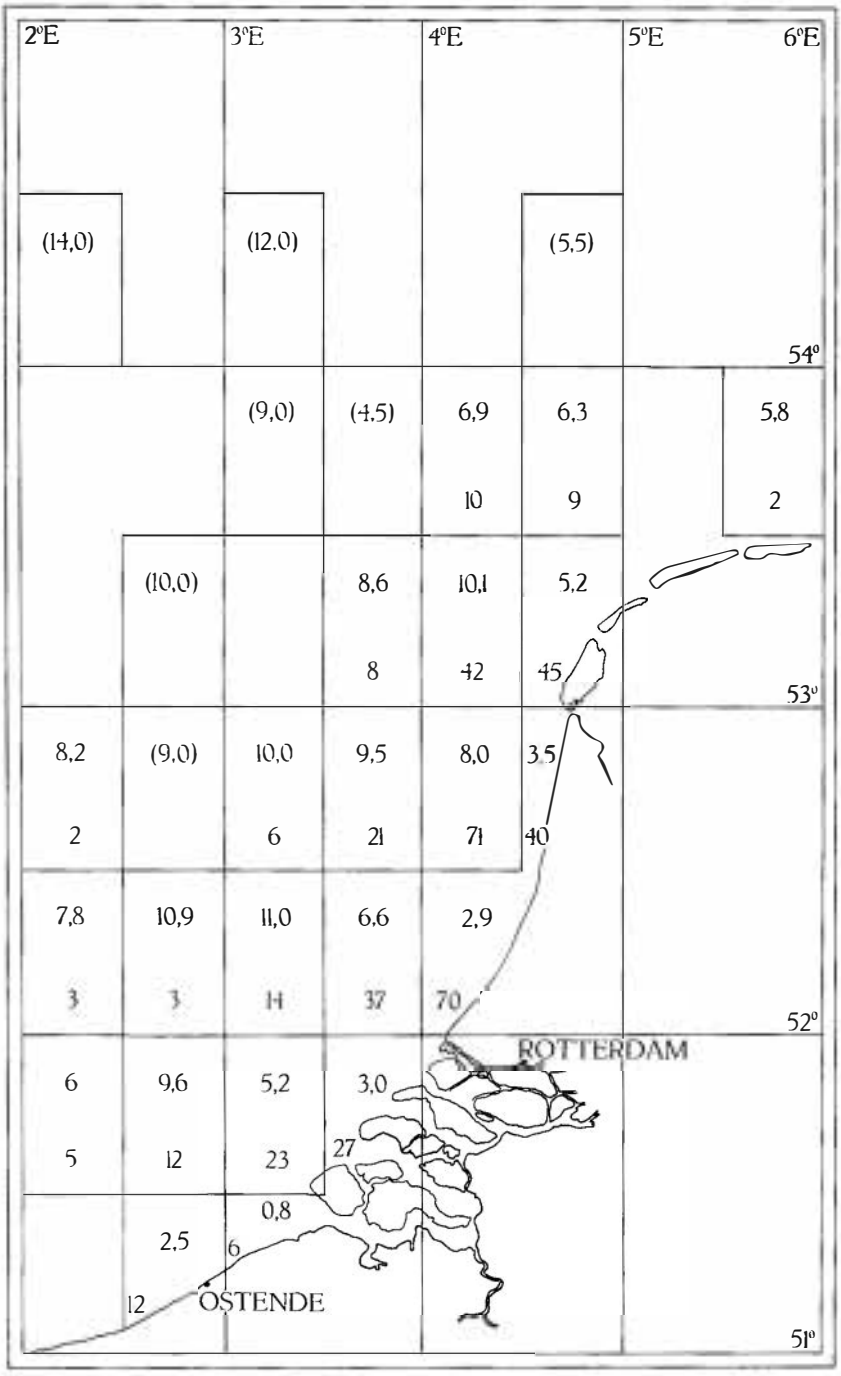


FIG. 38. — Turbidité de l'eau en mer du Nord (M. P. VISSER).

(Décembre-mai.)
Le chiffre supérieur indique la transparence moyenne, l'inférieur, le nombre d'observations.

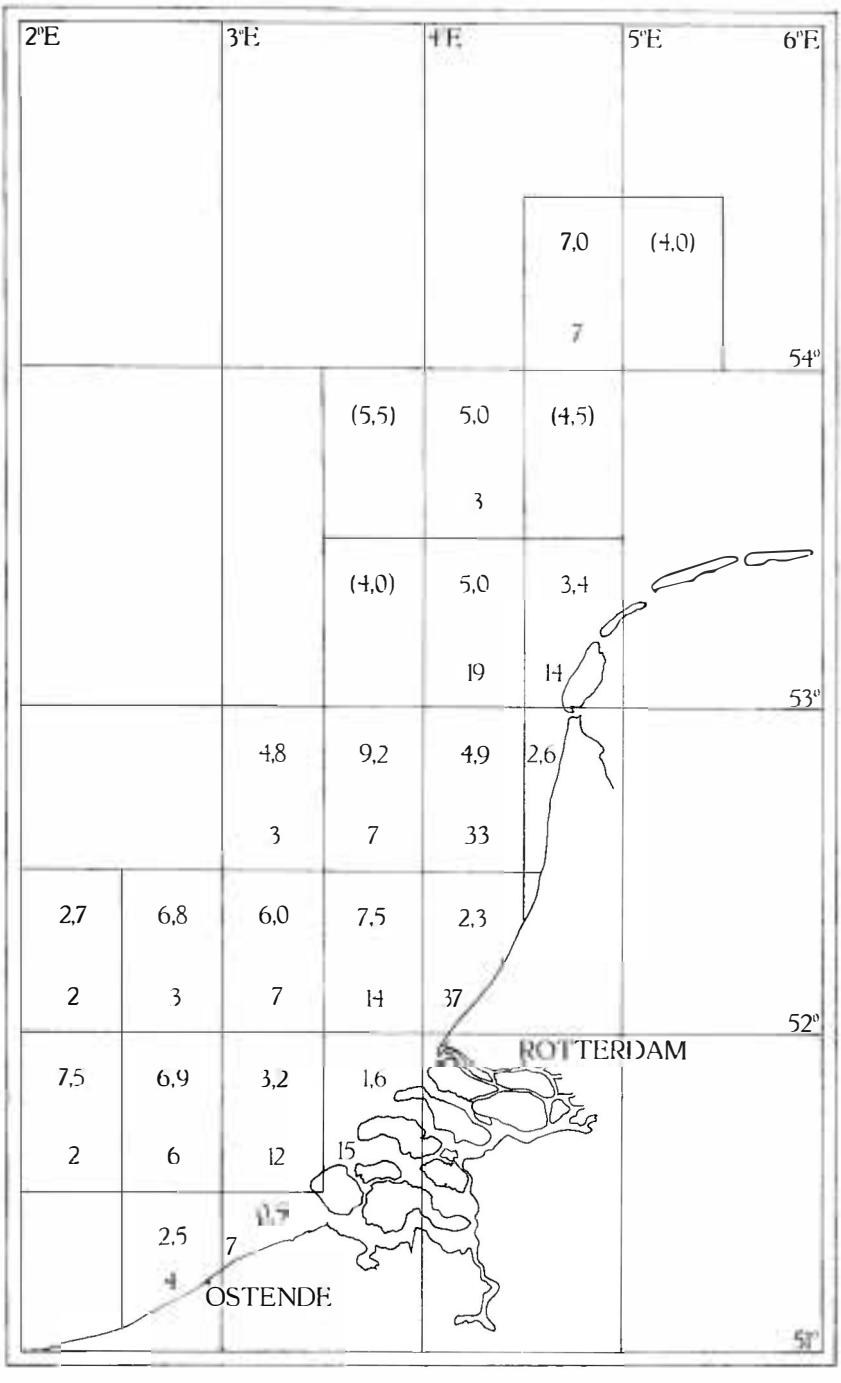


FIG. 39. — Turbidité de l'eau en mer du Nord (M. P. VISSER).

(Juin-novembre.)
Le chiffre supérieur indique la transparence moyenne, l'inférieur, le nombre d'observations.

sur 6 observations. Plus au large, en direction du « WEST-HINDER », on obtient en moyenne : 2,5-6,9 et 3,2 m et 2,5-9,6 et 5,2 m.

2. Acide carbonique dissous.

Un des plus importants facteurs biogéniques de l'eau de mer est, sans aucun doute, l'acide carbonique, bien connu au point de vue physico-chimique, mais si rarement étudié par les biologistes s'occupant du plancton. Ce gaz est absorbé et assimilé par les éléments du phytoplancton dans les couches superficielles. Les phénomènes dont l'eau de mer est le siège, dépendront donc étroitement de la répartition dans l'eau des composés du gaz carbonique et de l'équilibre qui s'établit entre eux.

Cet équilibre, affecté par des processus chimiques, l'est aussi par des processus biologiques. La respiration des organismes et la photosynthèse peuvent modifier largement la répartition des dérivés du gaz carbonique; comme cependant l'eau de mer est un milieu tampon, et grâce à l'équilibre dont il a été parlé plus haut, de grandes quantités de gaz carbonique et de carbonate de calcium sont disponibles pour le développement du phytoplancton et des organismes à carapace calcaire sans, pour autant, modifier dans des proportions importantes, le pH du milieu. L'importance tant biologique que chimique et géochimique du cycle du gaz carbonique et de l'équilibre des carbonates dans l'eau de mer a été reconnue très tôt et de nombreuses études en ont été faites (H. ROTSCHI, 1954).

L'eau de mer (H. W. HARVEY, 1949) contient du gaz carbonique sous forme d'ions bicarbonate et carbonate, de molécules non dissociées de CO_2 et d'acide carbonique, en équilibre les uns avec les autres et avec les ions hydrogène présents :

$$\begin{matrix} CO_2 \\ \Updownarrow \\ H_2CO_3 \end{matrix} \rightleftharpoons (HCO_3)^- + H^+ \; CO_3^= + H^+ .$$

L'eau de mer contient des radicaux basiques en excès sur les radicaux acides forts. Cette réserve alcaline est elle-même équivalente à la teneur en ions bicarbonates, carbonates et borates de la solution.

D'autres acides faibles existent aussi, mais en quantités si minimes dans les eaux du large qu'on peut ne pas en tenir compte.

Le gaz carbonique libre (ni lié, ni dissocié) existe sous la forme de molécules CO_2 et H_2CO_3 en solution et en équilibre entre elles. Le nombre de molécules H_2CO_3 représente seulement 1 % de la quantité de molécules de CO_2.

Le gaz carbonique libre exerce une pression partielle. La teneur en gaz carbonique de l'eau de mer correspond à une pression partielle, à 16 °C, égale à celle de l'atmosphère au-dessus de la mer, quand la concentration en ions hydrogène est voisine de pH=8,17.

Quand le pH d'une eau de mer augmente, la température demeurant constante, le gaz carbonique libre est libéré dans l'atmosphère, le gaz carbonique libre en solution diminue et les ions bicarbonate se transforment en ions carbonate. Ainsi, il y a diminution du gaz carbonique lié, puisque les ions carbonate sont bivalents. De plus, une partie de la réserve alcaline devient liée aux ions borate, mis en liberté à partir de l'acide borique non dissocié. Pour une eau de mer dont on

connaît la salinité, la température, le pH et la réserve alcaline, il est possible de calculer la teneur totale en gaz carbonique et sa pression partielle, la concentration en ions bicarbonate et carbonate. Si une des ces variables vient à changer, un nouvel état d'équilibre s'établit en quelques minutes. Cependant, la diffusion du gaz carbonique vers l'eau, ou l'inverse, se fait très lentement.

3. Le pH.

La mer du Nord a un pH qui, au Nord, va de pH = 8,08 à 8,23 (S. PALITZSCH), pH = 7,85 à 8,24 (W. F. RINGER); au Sud, de pH 8,00 à 8,08.

Le pH moyen de la Manche, très variable, paraît s'équilibrer, au large, entre pH = 8,14 et 8,27 (W. R. G. ATKINS).

En moyenne, le pH de l'eau de mer varie entre pH = 7,5 à pH = 8,5. En équilibre avec l'atmosphère il se maintient entre pH = 8,1 et 8,3.

Dans la zone euphotique, la photosynthèse des plantes marines peut réduire la concentration en CO_2 de l'eau de mer, de sorte que le pH de celle-ci peut atteindre pH = 8,3 à 8,5 pendant les heures de radiation maximale.

Les bicarbonates constituent le principal tampon de l'eau de mer, les borates jouent un rôle moindre, les phosphates et les dérivés protéiques dissous ont une concentration beaucoup trop faible pour qu'ils puissent exercer une influence quelconque sur le pH de l'eau de mer.

La concentration en CO_2 diminue lorsque le pH augmente. Dans une eau de mer alcaline à pH = 7,5, il n'existe virtuellement pas de CO_2 libre en solution, la plus grande partie de ce dernier se trouvant à l'état combiné, sous forme de bicarbonates ou de carbonates.

Un des plus importants travaux de laboratoire au sujet du pH de l'eau de mer a été élaboré, en 1917, par J. F. Mc CLENDON, C. C. GAULT et S. MULHOLLAND; il montre que l'action de la température est très faible et n'affecte pas sensiblement le pH de l'eau de mer. Celui-ci est lié seulement au rapport des acides faibles et des bases combinées avec eux, c'est-à-dire à l'excès des bases sur les acides forts, ou à l'alcalinité. L'action des acides faibles non volatils, qui ne sont présents qu'en quantités négligeables, peut être éliminée et il ne reste donc à considérer que l'acide carbonique qui se trouve ainsi lié au pH par un rapport direct et simple. Deux graphiques suffisent alors pour exprimer les rapports de toutes les quantités qu'on peut mesurer : pH, CO_2 total, alcalinité et tension de CO_2 gazeux.

Sur ces graphiques on voit que, pour une alcalinité constante, le pH est sensiblement une fonction rectiligne de la concentration de CO_2 total et qu'il est également une fonction rectiligne du logarithme de la tension de CO_2, à une correction de température près.

En 1917, K. BUCH expérimentant sur les eaux de la Finlande, étudia également le système : alcalinité-pH-tension de CO_2; il expliqua les légères divergences entre ses observations et les données théoriques tirées de l'étude du bicarbonate de sodium par diverses hypothèses : formation de complexes, différences des conditions de dissociation entre les sels de calcium et de magnesium et ceux de sodium, action des multiples électrolytes de l'eau de mer sur l'ionisation. Il reconnut le rôle insignifiant et presque nul des sels des acides silicique, borique et phosphorique.

Enfin, en 1919, E. B. R. PRIDEAUX reprit la question de l'influence de la salinité sur la tension de CO_2 dissous et l'alcalinité. Il considéra que l'eau de mer

normale tend constamment à absorber l'acide carbonique de l'air, n'étant en équilibre avec lui qu'aux pH les plus bas (cité d'après R. LEGENDRE, 1925).

Un des meilleurs ouvrages qu'on connaisse en France est celui de R. LEGENDRE (1925) : « La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer, le pH ». Dans une monographie de 291 pages, l'auteur synthétise admirablement bien les méthodes de mesure, l'importance océanographique, géologique et biologique du pH et il a destiné cette étude à des naturalistes, comme il dit, à des « travailleurs de la mer ». Au cours de ce travail nous aurons souvent l'occasion de le citer.

E. U. KREPS (1926) a établi une abaque permettant la lecture du CO_2 total à un pH et une alcalinité ou salinité données. En abscisse se trouvent les valeurs correspondant à l'alcalinité, de même que la valeur des salinités à indice constant : Réserve alcaline/Salinité, en ordonnée, le CO_2 en mg et cc par litre. On a dessiné trois ordonnées correspondant aux trois valeurs de la salinité et de l'alcalinité obtenues par l'expérimentation. Sur ces ordonnées sont indiqués les points correspondant à pH=8,5 - 8,0 - 7,5 - 7,0 et 6,5.

Les points relatifs au même pH mais se trouvant sur des ordonnées différentes sont alors situés sur une même droite. Ces droites croisent tout le champ, de gauche à droite, si elles sont parallèles à l'accroissement de l'alcalinité. Sur la figure sont dessinées des lignes correspondant aux cinq valeurs de pH. On pourrait aussi les rapprocher avec des intervalles de 0,1 ou 0,2 pH.

Afin de pouvoir utiliser cette abaque, on doit déterminer la réserve alcaline et le pH de l'eau et rechercher les points correspondants. La coordonnée horizontale coupant ce point donne la teneur en CO_2 total. Lorsque l'eau naturelle n'a pas trop perdu de salinité, lorsque cette salinité n'est pas descendue plus bas que 20 ‰ ou lorsque l'eau de mer a été diluée au moyen d'eau distillée, on peut utiliser la salinité au lieu de l'alcalinité. L'abaque a été établie pour une température de 12-14 °C. L'alcalinité est exprimée en ml HCl N pour 100 ml d'eau de mer.

Une des plus belles séries de mesures que nous possédions pour l'entrée de la Manche est celle exécutée aux stations E-1 et E-2 de novembre 1930 à janvier 1932 (tabl. 40 et 41).

TABLEAU 40.

Station E-1 (L. H. N. COOPER, 1933).

Date	0 m	5 m	10 m	15 m	25 m	50 m	68-71 m
pH	Mesures de pH.						
11.XI.1930	8,15	—	—	—	8,17	8,16	8,16
4.XII	8,13	—	—	—	8,14	8,14	8,16
13.I.1931	8,14	—	—	—	8,14	8,14	8,14
2.II	8,15	—	—	—	8,15	8,17	8,16
19.II	8,16	—	—	—	8,15	8,15	8,14
23.III	8,22	8,21	—	8,22	8,20	8,21	8,21
7.IV	8,22	8,23	8,23	8,24	8,24	8,23	8,22
18.V	8,27	8,27	8,27	8,27	8,27	8,24	8,24
10.VII	8,28	8,27	8,28	8,28	8,28	8,28	8,27
26.VIII	8,21	8,22	8,23	—	8,24	8,23	8,24
8.IX	—	—	—	—	—	—	—
25.IX	8,23	8,23	—	8,24	8,24	8,23	8,24
20.X	8,18	8,18	—	—	8,18	8,18	8,18
30.XI	8,17	8,17	—	—	8,17	8,17	8,17

TABLEAU 40 *(suite).*

Date	0 m	5 m	10 m	15 m	25 m	50 m	68-71 m
			Alcalinité — (Milliéquivalents/litre).				
16.I.1931	2,377	—	—	—	2,384	2,380	2,381
4.II	—	—	—	—	—	—	—
23.II	2,388	—	—	—	2,394	2,388	2,393
26.III	2,384	2,394	2,384	—	2,394	2,400	(2,373)
14.IV	2,380	2,380	—	—	2,384	2,370	2,384
26.V	2,384	2,384	2,397	—	2,390	2,395	2,391
22.VII	2,360	2,355	2,355	—	2,360	2,364	2,365
22.VIII	2,365	2,357	2,362	—	2,384	2,379	2,376
22.IX	2,357	2,379	2,379	—	2,379	2,382	2,411
3.X	2,370	2,384	—	—	2,384	2,384	2,395
28.X	2,375	2,370	—	—	2,372	2,370	2,375
5.XII	2,370	2,381	—	—	2,392	2,384	2,378

Elle comprend non seulement la mesure du pH à différentes profondeurs, mais encore l'alcalinité, l'oxygène, le CO_2 total, la somme acide carbonique + oxygène, et la pression partielle du CO_2.

C'est une des rares fois que de telles mesures ont été exécutées et il est regrettable qu'elles n'aient jamais été entreprises en d'autres régions.

TABLEAU 41.

Date	0 m	5 m	10 m	15 m	25 m	50 m	60 m	68-71 m
				Oxygène en ml/litre à N.T.P.				
19.II.1931	6,43	—	6,46	—	6,35	6,37	6,36	6,46
23.III	6,49	6,48	6,48	—	5,42 (?)	6,30	—	6,40
7.IV	6,66	6,68	6,58	6,66	6,56	6,58	—	6,51
23.IV	6,92	7,00	7,04	—	6,92	6,75	—	6,81
18.V	6,44	6,40	6,50	6,55	6,70	6,54	—	6,61
27.VIII	5,71	5,67	5,62	5,58	5,54	5,52	—	5,47
8.IX	5,84	5,80	—	—	5,75	5,62	—	5,38
25.IX	5,81	5,74	—	5,75	5,71	5,66	5,64	5,64
20.X	5,76	5,71	—	—	5,68	5,68	—	5,64
1.XII	5,86	5,81	—	—	5,79	5,79	—	5,78
				S CO_2 (ml CO_2/litre à N.T.P.).				
13.I.1931	46,1	—	—	—	46,1	46,2	—	46,3
4.II	46,4	—	—	—	46,4	46,2	—	46,3
19.II	46,1	—	—	—	46,4	46,4	—	46,5
23.III	45,4	45,6	—	43,5	45,8	45,7	—	45,3 (?)
7.IV	45,2	45,1	45,2	—	45,4	45,3	—	45,6
22.IV	45,4	45,4	45,3	—	45,2	45,3	—	45,6
18.V	44,3	44,3	44,3	—	44,6	45,1	—	45,0
10.VII	43,0	43,2	43,1	43,2	43,6	43,6	—	44,0
26.VIII	44,1	44,0	43,9	—	44,1	44,2	—	44,2
8.IX	—	—	—	—	—	—	—	—
25.IX	44,0	44,1	—	44,1	44,1	44,2	—	44,2
20.X	44,7	44,7	—	—	44,7	44,7	—	44,7
30.XI	45,2	45,3	—	—	45,5	45,4	—	45,3

TABLEAU 41 *(suite).*

Date	0 m	5 m	10 m	15 m	25 m	50 m	60 m	68-71 m
				Pression partielle du CO_2 (PCO_2 atm. $\times 10^{-4}$).				
11.XI.1930	3,0	—	—	—	2,9	2,9	—	2,9
4.XII	3,1	—	—	—	3,0	3,0	—	2,9
13.I.1931	3,0	—	—	—	3,0	3,0	—	3,0
4.II	3,0	—	—	—	3,0	2,8	—	3,0
19.II	2,0	—	—	—	3,0	3,0	—	3,0
23.III	2,4	2,4	—	2,4	2,5	2,4	—	2,4
7.IV	2,4	2,3	2,4	—	2,4	2,4	—	2,5
22.IV	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	—	2,4
18.V	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,3	—	2,3
10.VII	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	—	2,1
26.VIII	2,5	2,5	2,4	—	2,4	2,4	—	2,4
8.IX	—	—	—	—	—	—	—	—
25.IX	2,4	2,4	—	2,4	2,4	2,4	—	2,4
20.X	2,7	2,7	—	—	2,7	2,7	—	2,7
30.XI	2,8	2,8	—	2,8	2,8	2,8	—	2,8

L'acide carbonique total a atteint sa valeur maximale en janvier, février, puis l'utilisation par le phytoplancton a occasionné une décroissance, de sorte que le minimum a été atteint en juillet-août.

A la station E-2, au début de février, l'acide carbonique total et la pression partielle ont montré une décroissance inférieure à celle en E-1, due probablement au développement plus précoce du plancton végétal au milieu de la Manche qu'en E-1. En automne, il y a croissance générale vers le maximum hivernal (tabl. 42).

En général, conclut L. H. N. COOPER, les variations du pH en 1930-1932 ont été analogues à celles observées les années antérieures. A six occasions, le pH en surface a été inférieur à celui mesuré au fond à la station E-4.

TABLEAU 42.

Station E-2.

Date	0 m	5 m	10 m	25 m	50 m	70 m	87-91 m
				Mesures de pH.			
4.II.1931	8,17	—	—	8,17	—	—	8,16
22.IV	8,19	8,19	8,20	8,20	8,21	—	8,19
22.VIII	8,22	8,23	8,23	8,23	8,25	8,27	8,25
30.XI	8,17	8,18	—	8,18	8,18	8,18	8,17
				Alcalinité (milliéquivalents/litre).			
22.IV.1931	2,381	2,381	2,376	2,376	2,386	—	2,404
26.VIII	2,368	2,373	2,397	2,378	2,394	2,379	2,384
30.XI	2,374	2,389	—	2,392	2,392	2,381	2,384

TABLEAU 42 *(suite).*

Date	0 m	5 m	10 m	25 m	50 m	70 m	87-91 m
			S CO_2 (ml/litre à N.T.P.).				
4.II.1931	46,0	—	—	46,0	—	—	46,1
22.IV	45,5	45,5	45,3	45,3	45,4	—	—
26.VIII	44,0	44,0	44,5	44,2	44,4	43,9	44,3
30.XI	45,2	45,4	—	45,4	45,4	45,3	45,4
			PCO_2 (atm. 10^{-4}).				
4.II.1931	2,8	—	—	2,8	—	—	2,9
22.IV	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	—	2,5
26.VIII	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,2	2,3
30.XI	2,8	2,7	—	2,7	2,7	2,7	2,8

S. PALITZSCH a donné quelques chiffres pour la mer du Nord en ce qui concerne les valeurs du pH en profondeur :

Profondeur en m	0	50	100	400	800
pH	8,13	—	8,09	8,03	7,98

Quelques mesures ont été faites aussi à bord du bateau-phare « VARNE » à 50°56′ N et 1°17′ E au mois de juin 1921. Les résultats sont indiqués dans le tableau 66, p. 201.

D'une façon générale (A. LABBE, 1932), les eaux littorales ont un pH beaucoup plus variable que les eaux du large. Dans celles-ci la concentration en CO_2 peut être considérée comme à peu près constante et l'alcalinité l'étant aussi, le pH varie peu. De plus, le brassage effectué par les vagues, les remous, les courants, tend à uniformiser les résultats des facteurs de variation. Au contraire, et surtout dans la région intercotidale, les équilibres de l'eau de mer sont influencés par de nombreuses variables et le pH oscille plus ou moins.

A Plymouth, W. R. ATKINS constate que la différence de pH entre l'eau de la baie et l'eau du large est en été de 0,12 avec un maximum de 8,29 en juillet; en hiver de 0,02-0,16 avec un minimum de 8,14 en décembre. De 1921 à 1922, il observe une augmentation du pH de décembre à mai, où se trouve le maximum; une baisse de juin-juillet; une nouvelle ascension en août, suivie d'une décroissance jusqu'en décembre.

Dans la Manche, le pH est plus élevé en mai qu'en juillet et inversement à la mer d'Irlande.

En 1921 et 1922, à l'entrée de la Manche (W. R. G. ATKINS, 1923) l'eau de surface est, en avril, plus alcaline que celle du fond; en juillet la masse d'eau est beaucoup plus homogène; le maximum qui se produit en août à la surface n'a pas encore diffusé jusqu'au fond en octobre.

La croisière du « CARNEGIE » en 1928, depuis l'embouchure de l'Elbe à Reykjavik, a montré qu'au point de vue du pH celui-ci monte de pH=7,94 (station 1 à l'embouchure de l'Elbe) à pH=8,15 (station 11 dans la partie centrale de la mer du Nord).

L'effet du pH sur les concentrations relatives du CO_2 libre, des bicarbonates et des carbonates est montré dans un graphique construit au moyen des données de E. MOBERG (1934). Le CO_2 est produit au cours de la respiration de tous les animaux et est utilisé par tous les organismes à photosynthèse ou à chemosynthèse. Il se trouve en équilibre avec le CO_2 de l'atmosphère.

*
* *

On possède un assez grand nombre de mesures de pH en mer du Nord et en Manche, mais surtout dans cette dernière région, à cause des travaux du Laboratoire de Plymouth; les divers tableaux qui suivent (tabl. 43 et 44) montrent des chiffres obtenus à diverses stations.

Le pH varie avec la profondeur. Ici, vraisemblablement la pression est en jeu, mais aussi la température.

Les déterminations faites par W. R. G. ATKINS (1922) dans la rade de Plymouth montrèrent des variations singulières que l'auteur attribue aux matières organiques dissoutes.

TABLEAU 43.

Variations du pH en profondeur.
(D'après W. R. G. ATKINS, 1922.)

Profondeur m	20.VIII	25.VIII	2.IX	Profondeur m	20.VIII	25.VIII	2.IX
5	8,2	7,75	7,65	30	8,25	8,1	8,0
10	8,3	8,2	8,15	40	8,25	8,15	8,1
15	8,25	7,9	7,8	50	8,25	8,15	8,1
20	7,9	7,65	7,65	60	8,20	8,15	7,95
25	8,2	8,05	7,95	70	8,20	7,85	7,8

W.R.G. ATKINS cherche, comme le dit A. LABBE (1932), à expliquer ces variations par la quantité de phosphates, la lumière et l'obscurité, la photosynthèse, toutes questions à vérifier. Il ajoute que les chiffres de profondeur ont une importance considérable pour les déplacements des poissons migrateurs. Il propose de construire des courbes qu'on pourrait appeler isioniques, comme il y a des isothermes.

TABLEAU 44.

Station E-1.
Variations en profondeur du pH.

Profondeur m	18.IX.1928	22.IX.1922	2.X.1928	12.X.1922
0	8,24	8,22	8,22	8,20
5	8,24	8,22	8,22	8,20
10	8,23	8,22	—	8,20
15	—	8,21	8,22	8,20
20	8,21	8,21	—	8,20
25	8,19	8,20	8,22	8,20
30	8,15	8,18	—	8,20
40	8,15	8,18	—	8,20
70	8,14	8,18	8,22	8,20

W. R. G. ATKINS (1930) donne encore des mesures de pH pour les mois de septembre et d'octobre 1922 et 1928 en E-1.

D'après H. R. SEIWELL (1931), les variations du pH dans cette région seraient imputables aux différences dans la circulation. On trouve les eaux les plus alcalines dans la partie septentrionale de la mer du Nord, alors que les moins alcalines (H. R. SEIWELL dit : most acid) se trouvent au-delà de la portion nord du seuil Faeroe-Island.

En profondeur (« CARNEGIE » station 7), la variation maximale, depuis la surface jusqu'au fond de 483 m, de pH=8,08 à pH=7,84, est plus grande que la variation en surface au seuil Faeroe-Island de pH=7,95 à pH=8,07. A la station 8, le gradient, à l'exception de la surface, est plus uniforme qu'à la station 7.

En résumé, on a trouvé qu'au cours des mois de juillet à septembre, le pH de l'eau de surface était généralement plus élevé dans les parties méridionales de l'Atlantique nord que dans les parties situées sous des latitudes plus élevées.

Les variations saisonnières sont particulièrement intéressantes dans la zone intercotidale. Malheureusement, on a fort peu de renseignements sur les oscillations du pH de cette zone.

Dans le courant de la journée, il existe des variations du pH et, en outre de ces variations diurnes, il existe des variations nocturnes. R. LEGENDRE est, semble-t-il, le premier qui ait attiré l'attention sur ces variations, qui seraient indépendantes de la température et en relation directe avec la teneur en oxygène.

Il note à Concarneau : le matin pH= 8,00; dans la journée il y a une ascension de pH= 8,00 à pH=8,19, dont le maximum est vers 16 heures; puis une descente jusqu'au soir pH=8,01.

Les observations, dit A. LABBE en 1932, sont rarissimes et il serait à désirer qu'en d'autres localités elles fussent complétées. A. LABBE a fait, dans la région du Croisic, un certain nombre de déterminations. Il n'a pas constaté de différences entre le pH diurne et le pH nocturne, sauf lorsque les hydrophytes étaient très abondants. Il a trouvé, suivant les conditions, un écart de pH=7,8 à pH=9,4 et peut-être même au-dessus. Un jour de grande marée, en septembre, il a mesuré en 24 heures un écart de pH=7,6 à pH=8,22 (variation diurne et nocturne).

A Concarneau, E. LEGENDRE donne comme limites : pH=7,75 à pH=8,40, l'écart étant plus grand aux basses mers.

Le jeu des marées introduit dans la zone intercotidale de nombreuses variations de milieu suivant les niveaux considérés. Mais les déterminations du pH suivant les conditions présentent, dans la pratique, de nombreuses difficultés. La première donnée que A. LABBE a constatée est que le pH suit la marée. C'est au moins, dit-il, ce qu'il a déterminé dans le traict du Croisic : le pH monte avec la marée et descend avec elle.

Dans la zone intercotidale, conformément aux données de L. VAILLANT et de L. JOUBIN, la marée est le phénomène essentiel dans la bionomie de la zone intercotidale, par suite des variations du pH avec l'eau qui monte et l'eau qui descend.

En Belgique, nous avons pu tenter un premier essai le long de la côte à Wenduine au mois d'août 1954 (par notre aide J. DENAYER). Le pH a été mesuré au pH-mètre de BECKMANN pendant plusieurs jours, chaque fois à marée basse et à marée haute, en même temps que l'alcalinité et la chlorinité (tabl. 45, 46 et 47).

TABLEAU 45.

pH et alcalinité à Wenduine au mois d'août 1954 en fonction de la marée.

	pH		Alcalinité méq./l.	
	maximum	minimum	maximum	minimum
Marée haute	8,18	8,12	2,46	2,31
Marée basse	8,10	7,85	2,45	2,28

TABLEAU 46.

pH de l'eau de mer à Wenduyne au mois d'août 1954.

	pH à marée basse en fonction du temps		pH à marée haute en fonction du temps	
Matin	9.28 h	pH = 8,05	—	—
Midi	12.29 h	pH = 8,10	14.25 h	pH = 8,18
Soir	22.29 h	pH = 8,10	18.07 h	pH = 8,15

TABLEAU 47.

Mesures du pH, de l'alcalinité dans la zone intertidale sur la côte belge à Wenduine en août 1954.

Date	Marée	Heure	pH	°C	Alcalinité méq./l	Cl gr °/oo	O_2 sat. %
16.VIII	H	14.23	8,18	19,0	2,42	18,47	—
17	B	9.35	8,10	19,0	2,40	18,33	—
	H	15.02	8,15	19,0	2 42	18,35	—
18	H	15.41	8,18	18,0	2,44	18,92	—
	B	22.29	8,10	17,0	2,40	18,96	—
19	B	10.56	8,10	16,5	2,41	18,92	—
	H	16.24	8,18	16,0	2,35	18,84	—
20	B	11.39	7,85	17,0	2,28	18,74	—
	H	17.11	8,12	17,0	2,31	18,57	—
21	B	12.29	8,10	16,5	2,40	18,33	97,48
	H	18.07	8,15	17,0	2,45	18,38	103,89
29	B	20.30	8,08	17,0	2,45	18,29	99,05
30	H	14.19	8,14	18,0	2,47	18,63	104,00
	B	21.08	8,04	17,0	2,44	18,60	94,88
31	B	9.28	8,05	17,0	2,45	18,58	100,65

Ces quelques chiffres n'ont évidemment qu'une signification restreinte et constituent, tout au plus, un ordre de grandeur. On y voit cependant la différence entre marée basse et marée haute déjà constatée par A. LABBE, mais les différences sont très minimes ici. Il est vrai que les conditions atmosphériques n'étaient pas très favorables. Il faudrait pouvoir se baser sur quelques centaines de mesures faites dans les conditions les plus diverses. Il en est de même pour les variations du pH en fonction du temps. Les mesures à Wenduyne ne permettent pas de se prononcer exactement à ce sujet.

Des déterminations que A. LABBE (1932) a faites au Croisic, il paraît résulter qu'il y a des différences de pH dans les courants de marée. Des courants de jusant semblent avoir un pH un peu inférieur aux courants du flot. Mais il ajoute qu'il ne sait si cette observation peut être généralisée.

Dans la région littorale, le pH est modifié par de nombreux facteurs et ses variations sont notables. Parmi ces facteurs, les uns peuvent être dits océanographiques : ce sont les mouvements d'oscillation de la surface de la mer : vagues, courants, marées, etc., c'est-à-dire facteurs mécaniques, mais ils peuvent être aussi géographiques : latitude, par exemple. Il en est de physiques, comme la température, la pression, la lumière, l'électricité. Il en est de chimiques, qui sont toutes les causes modifiant la composition chimique de l'eau de mer. Il en est de biologiques, car, si les êtres vivants sont soumis à l'action du milieu, le milieu est aussi fonction des êtres vivants.

L'étude du mécanisme des réactions de l'anhydride carbonique aussi bien en solution en eau douce qu'en eau de mer, a fait et fait encore l'objet de très nombreuses recherches et publications.

Il semble que ce soit E. VON BIBRA qui, en 1851, signala, pour la première fois, la réaction alcaline de l'eau de mer. H. TORNOË montra, en 1880, que l'anhydride carbonique est engagé dans certaines combinaisons bien définies, en dehors de sa solution simplement physique, ce qui fut confirmé par les analyses bien connues de W. DITTMAR (1884). Les résultats obtenus par ce dernier ont montré que la quantite de cations dérivés d'acides forts n'était pas équivalente à la quantité d'anions d'éléments majeurs en présence. Cette contradiction fut pleinement élucidée lorsqu'on eut connaissance des quantités d'ions bicarbonate et carbonate combinés.

Bientôt les chercheurs s'appliquèrent à l'étude théorique de ce mécanisme. A. HAMBERG (1885) fut un des premiers à tenter l'application de la thermodynamique au système et à montrer que la solution d'anhydride carbonique dans l'eau de mer produit de l'acide carbonique non dissocié, des ions bicarbonate et des ions carbonate.

D autres chercheurs de la première heure comme K. KROGH (1904) et C. J.J. FOX (1909) ont étudié les effets des variations de la tension partielle de l'anhydride carbonique et la réserve alcaline due à la quantité totale d'anhydride carbonique en présence. W. E. RINGER (1908) montra le rapport inverse existant entre cette tension partielle de l'anhydride carbonique et le pH.

Ce rapport fut étudié plus tard plus complètement par F. J. Mc CLENDON (1916, 1917); F. J. Mc CLENDON, C. C. GAULT et S. MULHOLLAND (1917); L. J. HENDERSON et E. J. COHN (1916); E. KREPS (1926); T. G. THOMPSON, R. C. MILLER, G. H. HITCHINGS et S. P. TODD (1929); O. KANDLER (1930); T. G. THOMPSON et R. N. BONNEZ (1931), et T. G. THOMPSON et E. G. MOBERG (1932).

Ces premiers chercheurs ont ainsi accumulé une énorme quantité de données empiriques concernant le système. De nombreuses tentatives pour obtenir une base théorique satisfaisante furent faites, mais aucune n'obtint un succès notable.

Des essais pour appliquer la loi d'action de masse aux divers équilibres et pour calculer les valeurs des diverses constantes d'équilibre, ne donnèrent pas non plus de résultats satisfaisants.

En 1923, S. PALITZSCH a montré l'importance pour tout traitement théorique de la question, de l'application des concepts physico-chimiques plus modernes, en particulier les activités thermodynamiques des divers ions et molécules impliqués.

En 1932, une telle étude basée sur des travaux antérieurs de K. BUCH (1930) fut publiée par K. BUCH, H. W. HARVEY, H. WATTENBERG et S. GRIPENBERG. Plus tard, en 1933, H. WATTENBERG publia un autre exposé du même sujet.

Les constantes d'équilibre définies par K. BUCH, H. W. HARVEY, H. WATTENBERG et S. GRIPENBERG ont été, depuis, déterminées avec plus de précision, au moyen de techniques plus perfectionnées et certains aspects ont été modifiés à la lumière de travaux ultérieurs.

Plusieurs discussions théoriques subséquentes au sujet des divers systèmes ont apporté des modifications aux théories des premiers chercheurs et aux méthodes pratiques mises en œuvre pour déterminer les constantes d'équilibre. Tous ces travaux sont cependant, du moins partiellement, basés sur ceux de K. BUCH, H. W. HARVEY, H. WATTENBERG et S. GRIPENBERG.

L'alcalinité de titration ou réserve alcaline de l'eau de mer est maintenant définie comme étant la quantité d'acide fort en équivalents, utilisée pour la titration de 1 kilogramme d'eau de mer jusqu'au point de neutralisation des bicarbonates. En pratique ceci correspond à la somme en équivalents par kilogramme d'eau, des concentrations analytiques des anions acide carbonique et acides faibles (G. SKIRROW, 1965).

La dernière étude en date semble être, à notre connaissance, celle de J. M. EDMOND (1970) consacrée à la détermination très précise de la réserve alcaline et l'anhydride carbonique total en eau de mer par potentiométrie.

Les critères pour englober les divers acides faibles dans toute discussion quantitative, sont déterminés par la précision et l'exactitude de la mesure et de l'interprétation qu'on peut en faire

D'après H. W. HARVEY (1966), la définition généralement adoptée de l'alcalinité de titration A_t est figurée comme suit :

$$A_t = [HCO_3^-] + 2\,[CO_3^{2-}] + [B\,(OH)_4^-] + [OH^+] - [H^+]$$

formule dans laquelle les crochets indiquent la concentration totale en moles par kilogramme d'eau de mer des radicaux, libres aussi bien que combinés, telle qu'elle est déterminée par la titration acide. Dans le calcul de la répartition de l'acide carbonique dans l'eau de mer, on utilise l'alcalinité des carbonates :

$$A_c = [HCO_3^-] + 2\,[CO_3^{2-}]$$

en dérivant cette valeur de la mesure de A_t il est nécessaire d'appliquer une correction pour l'apport des autres ions accepteurs. Ces corrections exigent une connaissance de la concentration totale des éléments impliqués, leurs constantes de dissociation et le pH de l'échantillon d'eau de mer.

A pH = 8,0, en plus des borates, l'apport par les phosphates (HPO_4^{2-}), les silicates ($SiO(OH)_3^-$) et l'hydroxyde de magnesium ($MgOH^+$), non normalement englobés dans la définition de A_t, peut respectivement être significatif à 0,1 % (10^{-6} moles/kg eau de mer) et peut atteindre collectivement environ 0,5 % de A_t (10^{-5} équiv./kg eau de mer). Ceci constitue plusieurs fois l'apport de l'hydoxyle.

La concentration du magnesium dans l'eau de mer est proportionnelle à la chlorinité comme celle de l'acide borique (F. CULKIN, 1965). La première constante apparente de dissociation de l'acide borique K'_B déterminée par K. BUCH en 1933 et ensuite par J. LYMAN en 1957, comprend l'effet de $MgOH^+$. Les corrections pour la pression pour les constantes apparentes déterminées par C. CULBERSON et R. M. PYTKOWICZ (1968) englobent de même l'effet de $MgOH^+$ mais d'une manière plus complexe.

C'est pourquoi, dans toute interprétation de mesures de réserve alcaline, le terme pour $MgOH^+$ peut être considéré comme inclus avec le borate à une bonne approximation. Le borate (ou borate + $MgOH^+$) est lui-même une fonction du pH pour une eau donnée.

Comme les concentrations des phosphates et des silicates varient largement dans les eaux des océans, leur contribution à A_t sera également très variable. La seule contribution importante du phosphate (significative à 0,1 %) est due à la protonation de HPO_4^{2-} et peut être corrigée en faisant appel à la constante apparente K'_{P_2} de D. R. KESTER et R. M. PYTKOWICZ (1967) et la concentration en phosphates mesurée de l'eau sous analyse.

La correction pour les silicates peut être effectuée d'une manière similaire en appliquant une valeur estimée de K'_{Si} par N. INGRI (1959).

Ces corrections sont nécessaires en principe comme les constantes apparentes dont on fait usage pour calculer les concentrations, ont été déterminées en utilisant les eaux de surface, probablement à concentrations faibles. Néanmoins, l'exactitude des déterminations de la réserve alcaline a été telle jusqu'à présent, que ces corrections ne se justifient que dans un sens formel.

De ce qui précède, il résulte que pour une A_t constante, l'alcalinité due aux carbonates A_c variera avec le pH de l'eau en question. Cette mesure a été rarement discutée dans la littérature, peut-être parce que l'effet est uniquement significatif par rapport aux précisions des mesures actuelles.

Néanmoins, dans les considérations théoriques, cette omission peut fortement induire en erreur (K. BUCH et S. GRIPENBERG, 1932; R. M. PYTKOWICZ 1968; K. PARK, 1969), suivant les conclusions de S. SPRUCE (1965) et J. M. T. M. GIESKES (1969).

L. H. N. COOPER (1933) a effectué, en hiver, des observations à la surface de la Manche, qui montrent que, dans l'eau, une plus grande pression partielle de gaz carbonique s'exerce pendant l'hiver que pendant l'été. Une diminution notable de la pression partielle s'observe entre la mi-février et la mi-mai, pendant la période où la population phytoplanctonique plus abondante utilise le gaz carbonique et détermine donc une augmentation de pH.

La concentration en ions hydrogène de l'eau des couches superficielles, en haute mer, varie entre des limites assez étroites. Les valeurs les plus basses sont rarement inférieures à pH = 8,0 et les plus élevées dépassent rarement pH = 8,3.

Dans les eaux peu profondes et dans les mares, la variation est plus grande; les plantes utilisent le gaz carbonique et de ce fait le pH augmente, tandis que la respiration des organismes agit dans le sens opposé. Aux grandes profondeurs, le pH s'abaisse par suite des effets de la pression.

La concentration en ions hydrogène augmente (c'est-à-dire que le pH diminue) lorsque la température croît; l'augmentation dépend du pH et de la salinité de l'eau.

D'après L. MICHAELIS (1922) toutefois, les changements de température de l'eau de mer n'auraient qu'une influence minime sur le pH, car, à mesure que la température augmente, la dissociation de l'eau croît et, parallèlement, l'hydrolyse des bicarbonates, les ions OH libérés se combinent aux ions H, récemment libérés, pour former de l'eau.

Les changements de pH occasionnés par les changements de température (sans perte de CO^2) sont si minimes qu'ils ne dépassent pas les erreurs expérimentales inhérentes aux mesures.

Les facteurs de variation du pH les plus importantes sont d'ordre biologique. Le parallélisme entre les fortes teneurs en oxygène et les grandes alcalinités en est la preuve. En surface, les phénomènes de photosynthèse l'emportent sur ceux de la respiration, si bien que l'eau subit, près des côtes, des oscillations diurnes du pH en rapport avec l'éclairement et partout, même en haute mer, des variations saisonnières en rapport avec le développement du plancton.

4. L'alcalinité (réserve alcaline).

Il existe, en général, une relation linéaire entre la réserve alcaline et la teneur totale en sels de l'eau. A quelques exceptions près, cette relation est approximativement la suivante :

$$\frac{\text{Réserve alcaline} \times 10^3}{\text{Cl } ‰} = 0{,}123 \text{ (alcalinité spécifique).}$$

Aux grandes profondeurs, le carbonate de calcium des dépôts du fond est dissous et l'alcalinité spécifique de l'eau au voisinage du fond devient plus grande. Dans certaines régions, les organismes calcaires absorbent le calcium de l'eau et l'alcalinité spécifique des couches superficielles est réduite d'autant.

Un grand nombre de travaux concernant l'alcalinité de l'eau de mer ont été effectués, mais fort peu d'entre eux intéressent directement la région de la mer du Nord méridionale.

En 1932 et 1933, le s/s « PETSAMO », battant pavillon finlandais, a accompli une croisière comprenant, entre autres, une traversée entre Skagen (Danemark) et Blyth (Grande-Bretagne), notamment les stations 1 à 10, situées de part et d'autre du 56e parallèle.

E. RUFFIN (1910), dans un travail théorique au sujet de l'alcalinité de l'eau de mer, a publié un tableau des mesures renfermant les données obtenues à plusieurs stations N en mer du Nord (tabl. 48).

TABLEAU 48.

Alcalinités mesurées à diverses stations N en mer du Nord.
(D'après E. RUFFIN, 1910.)

Date	Profondeur m	°C	Salinité °/₀₀	Alcalinité ml CO_2	CO_2 total	O_2	Alcalinité ml HCl N °/₀₀
1906			*Station N-1.*				
11.V	5	9,39	33,64	26,9	—	—	2,403
	40	14,92	34,18	27,08	—	—	2,419
14.VIII	5	16,18	33,44	25,54	45,97	—	2,281
13.XI	5	12,40	34,51	26,72	—	—	2,387
1907							
5.V	5	6,66	34,58	26,39	—	—	2,357
9.IX	5	14,24	34,63	26,29	—	—	2,348
1906			*Station N-2*				
12.V	5	7,29	34,70	26,86	—	—	2,399
15.VIII	5	15,86	34,52	26,64	46,04	—	2,376
14.XI	5	11,39	34,67	26,66	—	—	2,381
1907							
5.V	5	6,05	34,74	26,22	—	—	2,342
	42	5,91	34,74	26,39	—	—	2,357
9.IX	5	13,27	34,95	26,18	—	—	2,339
1906			*Station N-3*				
12.V	5	7,53	34,97	26,90	—	7,04	2,403
	71	5,12	35,07	26,87	—	6,33	2,400
15.VIII	5	16,16	33,98	26,08	45,21 ?	—	2,330
14.XI	5	9,45	34,67	26,50	—	—	2,367
	69	7,05	34,85	26,72	—	—	2,387
1907							
18.IX	5	13,27	34,61	26,41	—	—	2,359
	70	6,69	35,14	26,53	—	—	2,370
1906			*Station N-4*				
14.V	5	7,70	35,06	26,88	—	7,21	2,401
	81	5,60	35,07	26,74	—	6,43	2,389
17.VIII	5	15,26	34,87	26,25	45,27	—	2,347
14.XI	5	9,31	34,94	26,52	46,67	—	2,369
	80	6,31	34,94	26,43	—	—	2,361
1907							
8.V	5	6,60	35,10	26,62	—	—	2,378
8.IX	5	12,22	35,02	26,41		—	2,359
	81	6,52	35,21	26,48	—	—	2,365
1906			*Station N-5*				
14.V	5	7,20	35,17	26,91	—	7,43	2,404
	60	6,38	35,16	26,97	—	6,99	2,409
17.VIII	5	15,11	33,98	25,86	44,76	—	2,310
1907							
8.V	5	6,35	35,08	26,67	—	—	2,382
	60	6,12	35,08	26,79	—	—	2,393
7.IX	5	11,91	33,64	25,92	—	—	2,315
	66	7,17	35,17	26,49	—	—	2,366
1907			*Station N-6*				
8.V	5	6,52	35,07	26,67	—	—	2,382
31.VIII	5	12,02	35,11	25,69	—	—	2,294
	96	6,48	35,22	26,67	—	—	2,382

TABLEAU 48 *(suite).*

Date	Profondeur m	°C	Salinité °/₀₀	Alcalinité ml CO_2	CO_2 total	O_2	Alcalinité ml HCl N °/₀₀
1906			*Station N-7*				
15.V	5	7,82	30,03	25,05	—	6,97	2,238
	250	5,90	35,25	27,02	—	6,48	2,414
1907							
10.V	5	6,19	33,57	26,22	—	7,34	2,342
	280	5,67	35,07	26,67	—	6,10	2,382
31.VIII	5	13,01	31,79	25,13	—	—	2,245
	280	5,79	35,16	26,62	—	—	2,378
1906			*Station N-8*				
15-16.V	5	7,78	24,24	22,66	—	7,21	2,024
	320	5,78	35,25	26,91	—	6,50	2,404
16.XI	5	9,63	32,21	25,64	—	6,32	2,280
	335	5,81	35,03	26,67	—	6,05	2,382
1907							
10.V	5	6,35	32,68	25,77	—	—	2,302
31.VIII	5	13,71	30,77	24,71	—	—	2,207
	330	5,79	35,14	26,35	—	—	2,354
1906			*Station N-9*				
17.V	5	8,92	19,55	21,00	—	7,24	1,876
	115	5,58	35,16	26,95	—	6,35	2,407
22.VIII	5	13,11	32,39	25,34	44,26	5,94	2,264
21.XI	5	7,75	28,21	24,29	—	6,62	2,170
	460	6,00	35,12	26,77	48,22	5,88	2,391
1907							
11.V	5	7,37	27,79	23,75	—	7,28	2,121
	440	5,61	35,07	26,67	—	6,29	2,382
29.VIII	5	13,65	30,90	24,71	—	—	2,207
1906			*Station N-10*				
17.V	5	8,24	28,33	24,56	—	6,92	2,194
	210	5,83	35,25	27,13	—	6,39	2,423
22.VIII	5	14,09	31,15	24,96	—	5,99	2,230
1907							
11.V	5	6,75	33,82	26,11	—	—	2,332
29.VIII	5	13,51	30,59	24,60	—	—	2,197
	212	6,37	35,22	26,64	—	—	2,380
1906			*Station N-11.*				
23.VIII	5	14,58	31,87	25,23	—	—	2,254
1907							
12.V	5	6,88	34,79	26,14	—	—	2,335
29.VIII	5	12,80	31,50	25,05	—	—	2,238
1906			*Station N-12.*				
18.V	5	7,46	34,09	26,79	—	—	2,393
	29	6,80	34,27	26,85	—	—	2,398
23.VIII	5	15,06	32,79	25,80	—	—	2,305
1907							
30.VIII	5	13,45	33,80	26,23	—	—	2,343

TABLEAU 48 *(suite).*

Date	Profondeur m	°C	Salinité °/oo	Alcalinité ml CO_2	CO_2 total	O_2	Alcalinité ml HCl N °/oo
1906			*Station N-13.*				
18.V	5	7,80	34,70	26,91	—	7,06	2,404
	50	5,28	34,79	26,97	—	6,65	2,409
1907							
12.V	49	5,87	34,79	26,33	—	—	2,352
30.VIII	5	13,12	34,61	26,18	—	—	2,339
1906			*Station N-14.*				
19.V	5	9,07	33,51	26,81	—	—	2,395
	30	6,18	33,91	26,85	—	—	2,398
1907							
12.V	5	7,83	33,82	26,22	—	—	2,342
1906			*Station N-15.*				
19.V	5	10,75	30,39	26,11	—	—	2,332
	25	6,58	33,04	26,79	—	—	2,393
1907							
13.V	5	8,77	32,72	26,24	—	—	2,344
9.IX	5	14,07	32,84	26,53	—	—	2,370

Afin de faciliter la lecture des divers travaux traitant de l'alcalinité de l'eau de mer, nous transcrivons ici une table de conversion permettant de passer d'un mode d'expression des résultats à un autre. Il suffit de multiplier le résultat lu par un des facteurs du tableau 49.

Dans le travail de F. ZORELL (Annales Hydrographiques, 1933), quelques mesures seulement exécutées vers la Mer Flamande peuvent nous intéresser; ce sont notamment celles effectuées par le R. F. D. « POSEIDON » en 1925 en mer du Nord. Les chiffres du tableau 50 sont extraits de ce travail.

Le mécanisme des réactions de l'anhydride carbonique dissous dans l'eau de mer est en grande partie expliqué par l'aération de l'eau. Nous devons à B. SCHULZ (1924) une excellente étude à ce sujet, dont nous extrayons l'essentiel.

1. *Aération des eaux de surface.*

Le contact entre l'eau de surface et l'air atmosphérique, à la surface de la mer, provoque un équilibre toujours très approchant entre ces deux milieux. Toutefois, comme le coefficient d'absorption de l'eau pour les divers composants de l'air diffère très fort et est, d'autre part, plus ou moins proportionnel à la température et à la salinité, l'équilibre dans le milieu liquide, entre l'eau et l'air, est différent de l'équilibre entre les mêmes composants dans l'atmosphère.

La proportion des gaz dissous dans l'eau de mer, importants pour la vie des organismes — surtout l'acide carbonique — est réellement plus grande que dans l'atmosphère, particulièrement à des températures basses.

TABLEAU 49.

Table de conversion pour différents dérivés de l'acide carbonique (*).

Cherché \ Trouvé	ml CO_2	mg CO_2	mg CO_3	mg HCO_3	mg $CaCO_3$	mg $Ca(HCO_3)_2$	mg Ca	mg CaO	mg MgO	ml HCl N/10	ml HCl N
ml CO_2	—	0,5059	0,3710	0,3649	0,2224	0,2747	0,5555	0,3970	0,5522	—	—
mg CO_2	1,9768	—	0,7334	0,7213	0,4397	0,5429	1,0981	0,7848	1,0917	—	—
mg CO_3	2,6955	1,3635	—	0,9835	0,5996	0,7403	1,4972	1,0701	1,4886	3,0005	30,0047
mg HCO_3	2,7407	1,3864	1,0168	—	1,2193	0,7528	3,0448	2,1761	3,0273	6,1017	61,0173
mg $CaCO_3$	4,4956	2,2742	1,6679	0,8202	—	0,6174	2,4972	1,7848	2,4829	5,0045	50,0447
mg $Ca(HCO_3)_2$	3,6401	1,8418	1,3507	1,3284	1,6197	—	4,0448	2,8908	4,0216	8,1057	81,0573
mg Ca	1,8002	0,9107	0,6679	0,3284	0,4004	0,2472	—	0,7147	0,9943	2,004	20,04
mg CaO	2,5189	1,2742	0,9345	0,4595	0,5603	0,3459	1,3992	—	1,3912	2,8040	28,0397
mg MgO	1,8110	0,9160	0,6718	0,3303	0,4028	0,2487	1,0058	0,7188	—	2,0156	20,1557
ml HCl N/10	—	—	0,3333	0,1639	0,1998	0,1234	0,4990	0,3566	0,4961	—	10,00
ml HCl N	—	—	0,0333	0,0164	0,0200	0,0123	0,0499	0,0357	0,0496	0,1	—

(*) Les facteurs de cette table de conversion sont basés sur les publications suivantes :

1. — L'ancienne table de RUFFIN, E. (1910).
2. — KUSTER, F. W. (1929), Logarithmische Rechentafeln für Chemiker.
3. — ROMAN, W. 1950, The Scientist's Ready Reckoner.
4. — SOKOLOV, T. I. YU. 1960, Tables and Nomograms of Hydrochemical Analysis.
5. — RAUSCHER, K., VOIGT, J., WILKE, I. et WILKE, K. Th. (1962), Chemische Tabellenund Rechentafeln für die analytische Praxis.

TABLEAU 50.

Alcalinité en mer du Nord (R. F. D. « POSEIDON », 1925).
(D'après F. ZORELL, 1933.)

Date	N°	Position	Profondeur m	Salinité °/₀₀	A_B	A/S	A_R 0,06788 D	$A_B - A_R$
12.IX	9	52°27,2′ N 1°52,8′ E	0	33,87	2,30	0,06791	2,30	+0
12.IX	10	52°43,2′ N 2°19,5′E	0	34,07	2,26	0,06633	2,31	—0,05
12.IX	11	53° 6,5′ N 3°13′ E	0	34,04	2,30	0,06757	2,31	—0,01
17.X	32	52°46′ N 2° 3′ E	0	34,45	2,29	0,06650	2,34	—0,05
17.X	33	52°45′ N 2°19′ E	0	34,52	2,29	0,06628	2,34	—0,05
18.X	34	52°25,5′ N 1°49,5′ E	0	33,89	2,29	0,06754	2,30	—0,01
18.X	35	52° 7,8′ N 1°40,5′ N	0	33,93	2,25	0,06620	2,30	—0,05

Il est à remarquer que, d'après les recherches de J. GEHRKE, l'eau de surface en mer du Nord est un peu sursaturée en oxygène à la mi-mai et est un peu en déficience en novembre. On peut admettre que, lors du réchauffement printanier et du refroidissement automnal, l'échange entre l'atmosphère et la mer suit un peu les variations de la température.

2. *Zone de l'influence prépondérante de l'assimilation sur la composition de l'air.*

Dans la couche située immédiatement en dessous de la surface, généralement jusqu'à 20 m, occasionnellement jusqu'à une profondeur de 40 m, on a pu établir par de très nombreuses observations, indépendantes les unes des autres, qu'en été, en règle générale, la teneur en oxygène est plus grande que ne le prévoit l'équilibre avec l'atmosphère, ou, en d'autres termes, on a trouvé des valeurs pour la teneur relative de l'oxygène plus grandes que 100 %, comme le montre le tableau 51.

TABLEAU 51.

Station 13 (D. N. IV) du « POSEIDON »
56°40' lat. N; 2°14' long. E
(à l'Ouest du Great Fisherbank).
19.III.1921.

Profondeur m	Température °C	Salinité °/₀₀	Oxygène ml/l	Oxygène saturation %
0	14,60	34,25	5,77	100
5	14,53	34,25	5,87	101
10	13,78	34,60	6,05	103
20	12,17	34,99	6,46	107
30	11,56	34,99	6,13	100
40	10,96	35,01	6,08	98
50	6,71	35,07	5,34	79
60	6,70	35,03	3,36	79
70	6,72	35,07	5,34	79
78	6,74	35,08	4,66	79

Dans l'exemple pris en mer du Nord, au large, la teneur en oxygène, jusqu'au-delà de 30 m de profondeur, est aussi grande ou même plus grande que l'équilibre. D'où provient cet enrichissement en oxygène (?) Deux facteurs biologiques déterminent la teneur en air : l'assimilation et la respiration. Par l'assimilation, de l'acide carbonique est dissocié en carbone et en oxygène, d'où consommation d'acide carbonique et production d'oxygène.

Par la respiration, au contraire, il y a consommation d'oxygène et production d'acide carbonique.

Sans doute, dans cette couche superficielle, ces deux facteurs travaillent-ils sur la concentration en oxygène et en acide carbonique. Comme on peut démontrer toutefois un enrichissement en oxygène, nous devons admettre que l'assimilation dépasse la respiration dans son influence sur l'air dissous. L'assimilation est, en effet, liée à la lumière et doit se faire nécessairement dans les couches traversées par les rayons lumineux, c'est-à-dire donc dans les couches superficielles. Parallèlement à l'enrichissement en oxygène, il devrait se produire une diminution de l'acide carbonique.

3. *Zone de l'influence prépondérante de la respiration sur la composition de l'air.*

En dessous de la zone dont nous venons de parler, on constate très généralement une diminution de l'oxygène; là, l'assimilation recule devant la respiration dans la masse variant avec la profondeur. Mais, localement, on peut constater des variations annuelles très fortes et surtout des fluctuations régionales.

Les données dans le tableau précédent (tabl. 51), provenant d'un endroit situé à proximité du « Great Fisherbank », montrent très bien les conditions d'oxygénation. Toute la couche, depuis la surface jusqu'à 40 m, est bien aérée et on constate un bon enrichissement de la teneur en oxygène par l'assimilation.

TABLEAU 52.

Valeurs moyennes de la teneur relative et absolue de l'oxygène et de l'acide carbonique en juillet 1921 en mer du Nord.
Croisière du « POSEIDON », 1921.

Profondeur	Oxygène		CO_2	
	ml/l	%	ml/l	%
0	5,98	101	0,32	113
5	6,06	103	0,36	127
10	6,06	102	0,34	123
20	6,47	105	0,35	120
30	6,38	103	0,36	123
50	6,03	93	0,42	127
Fond	5,66	89	0,48	147

Dans les zones plus profondes, au contraire, la concentration relative tombe en dessous de 80 %. De même, dans une moyenne de 21 stations, faites en mer du Nord en 1921 par le « POSEIDON », on a constaté une relation inverse très nette dans toute la colonne aquatique entre l'oxygène et l'acide carbonique (tabl. 52).

A une profondeur de 50 m et sur le fond, la teneur en oxygène est moindre que l'état d'équilibre avec l'atmosphère. En même temps, on constate une augmentation de l'acide carbonique; toutefois, les moyennes se trouvent entre des limites étroites. Les couches profondes, très influencées par la respiration, possèdent, en été, des températures nettement inférieures à celles des couches de surface et le pouvoir d'absorption de l'eau pour les gaz y est plus grand. Pour ces valeurs moyennes, la teneur absolue en oxygène, par exemple à une profondeur de 50 m, est un peu plus grande qu'à la surface, la teneur relative, toutefois, y est plus petite par rapport à la température.

En hiver, les rapports changent. Par le refroidissement intense progressant depuis la surface, des courants de convection conduisent, jusqu'au fond, de l'eau bien aérée qui, ou bien se mélange là à l'eau existante, ou bien repousse celle-ci.

C'est pourquoi on note les meilleures conditions d'aération en hiver dans les couches profondes de la mer du Nord. Il y existe donc une périodicité annuelle bien nette.

Comme l'ont montré les exemples, une diminution de la concentration relative en oxygène est accompagnée d'une augmentation de la concentration relative de l'acide carbonique et réciproquement, comme l'exigent d'ailleurs les deux facteurs biologiques en présence : l'assimilation et la respiration. On peut donc se demander quels sont les rapports quantitatifs entre les variations des deux gaz. Il est difficile d'y répondre, car on peut bien déterminer la quantité des deux gaz présents à un moment donné, mais non la quantité des deux composantes de l'air dissoutes à l'origine. On en est réduit ici à des hypothèses qui ont cependant un fond de vérité. Pour le calcul de la concentration relative en oxygène et en acide carbonique on admet, notamment, que l'eau d'une même température ayant la même salinité a été, à un moment donné, en surface et en équilibre avec l'atmosphère. La différence entre les concentrations de l'oxygène et de l'acide carbonique mesurées et les concentrations calculées permet de trouver l'anomalie de la teneur en oxygène et en acide carbonique. Celle-ci est minime dans les couches superficielles où l'eau est plus en contact avec l'atmosphère; les imprécisions dans l'analyse ou les influences par mélange peuvent être très importantes.

Ensuite, d'après les recherches théoriques de plusieurs auteurs, principalement K. Buch, et les expériences de A. Kroch, le rapport entre carbonates et bicarbonates varie dans l'eau de mer, selon les variations de la pression de l'acide carbonique. Lorsque l'équilibre chimique existant est rompu par une augmentation de la pression de l'acide carbonique, une partie d'acide carbonique nouvellement formée est directement mise en œuvre pour effectuer la production de bicarbonates au dépens des carbonates. Lorsqu'il s'agit de déterminer les relations entre les quantités d'oxygène utilisé et de l'acide carbonique produit en même temps, il ne suffit pas de déterminer uniquement l'augmentation de l'acide carbonique libre. mais aussi l'accroissement de l'acide carbonique combiné, ce qui est possible en déterminant la somme de l'acide carbonique libre et de l'acide combiné (ΣCO_2). Comme les sels de l'eau de mer ont une constitution constante, l'acide carbonique total se laisse déterminer en fonction de la salinité. On a donc la possibilité, même pour l'eau des grandes profondeurs, très mal aérée, de calculer depuis une valeur donnée de salinité, la valeur correspondante de l'acide carbonique total ou de la lire sur une abaque, à la condition, toutefois, de supposer de parfaites conditions d'aération.

Pour une eau mal aérée, la valeur trouvée par l'expérimentation est cependant toujours plus grande que la valeur calculée et il existe ainsi une anomalie positive de l'acide carbonique total (ΣCO_2) et le déficit de l'oxygène.

$$\frac{\Delta \Sigma CO_2}{\Delta O_2}$$

on trouve une valeur moyenne de 0,9, c'est-à-dire 9/10 de l'oxygène utilisé se retrouvant dans l'acide carbonique.

Le quotient CO_2/O_2, qu'on pourrait désigner comme facteur du métabolisme (Sauerstoffumwandlungsfaktor), car il indique combien de parties en volume sont remplacées par de l'acide carbonique, est bien constant. Cette valeur constitue réellement la balance ou le bilan de tous les facteurs influençant les teneurs en oxygène et en acide carbonique; c'est d'ailleurs bien l'échange gazeux qui influence sans aucun doute les conditions vitales.

TABLEAU 53.

Oxygène, acide carbonique libre et acide carbonique total dans le Gotlandtief, 31.VII.1922.

	Profondeur	
	100 m	200 m
°C	4,55	4,60
S	10,90	12,81
O_2 ml/l	3,62	2,45
O_2 %	43	40
Anomalie ml/l ΔO_2	—4,72	—5,78
CO_2 libre ml/l	2,7	3,3
CO_2 libre %	640	810
Anomalie ΔCO_2 ml/l	+2,3	+2,9
CO_2 total observé ml/l	38,31	40,38
CO_2 réduit à 0 °C ml/l	38,77	40,84
Valeur normale	34,48	38,82
Anomalie $\Delta \Sigma CO_2$ ml/l ...	+4,32	+5,02
$\frac{\Delta CO_2}{\Delta O_2}$	—0,48	—0,91
$\frac{\Delta \Sigma CO_2}{\Delta O_2}$	—0,91	+0,87

4. *Concentration en calcium de l'eau de mer et dépôts de calcaire sur le fond.*

Lorsque l'acide carbonique, produit en mer par la construction et la dégradation des organismes, est simplement dissous, l'anomalie de l'acide carbonique libre devrait être égale à l'anomalie de l'acide carbonique total. Comme le montre l'exemple du tableau 53, cela n'est généralement pas le cas, on a plutôt les rapports :

$$CO_2 : 0{,}5/O_2 \text{ ou } CO_2 = 0{,}9/O_2$$

ce qui signifie qu'on se trouve en présence d'un déficit d'acide carbonique libre, qu'en moyenne un peu plus que la moitié seulement de l'acide carbonique produit se trouve sous forme d'acide carbonique libre; la moitié presque a été combinée chimiquement. Cette combinaison peut avoir lieu lors de la transformation des carbonates dissous en bicarbonates, mais encore lors de la dissolution d'autres quantités de bases lors de la mise en solution de calcaire. L'importance énorme de ces phénomènes a déjà été mentionnée et démontrée par A. KROGH et K. BUCH.

L'alcalinité, c'est-à-dire la quantité de bases combinées à l'acide carbonique, est depuis longtemps une valeur déterminée en océanographie. Il s'est trouvé depuis que l'alcalinité est, en général, proportionnelle à la salinité. Elle devient de plus en plus petite à mesure qu'on s'éloigne de la mer du Nord pour se rapprocher de la Baltique. Pour la mer centrale, on a pu établir le rapport :

$$\text{Alc.} = 0{,}06788 \ \Sigma \text{ milliéquivalents/litre.}$$

Les variations de l'alcalinité et de la teneur en acide carbonique libre vont de pair avec des variations importantes de la réaction de l'eau de mer. La plupart des sels dissous étant des sels neutres, ils n'influencent que fort peu la réaction, ce qui n'est pas le cas pour les carbonates et les bicarbonates : sels de bases fortes mais d'acides faibles, leur hydrolyse diminue l'indice d'hydrogène, que l'acide libre fait augmenter, au contraire. La présence de carbonates détermine une réaction alcaline, tandis que l'acide carbonique libre provoque une réaction acide.

A quelques exceptions près, l'influence des carbonates est prépondérante et l'eau de mer est, par conséquent, avant tout alcaline. Comme la concentration en acide carbonique libre ne varie que relativement peu, les variations de l'alcalinité sont en premier lieu déterminantes pour l'importance de la concentration en ions H.

En juin 1921, on a mesuré, au large, des valeurs d'environ 6,5 à 7.10^{-9}. En profondeur. la salinité et donc aussi l'alcalinité augmentent, mais, parallèlement, la concentration en acide carbonique libre s'accroît aussi, parfois même dans de telles proportions que l'influence de l'augmentation de l'alcalinité ne se manifeste plus et que, vers le fond, la concentration en ions hydrogène augmente. Au fond de la mer du Nord on a mesuré en juin 1921, des valeurs de 9 à 12.10^{-9}.

A ce sujet, nous devons à B. SCHULZ (1923) des mesures de pression partielle de l'acide carbonique libre et la concentration de ce dernier à différentes profondeurs en mer du Nord (tabl. 54).

TABLEAU 54.

Profondeur m	Pression partielle $\times 10^{-4}$ atm	CO_2 ml/l 10^{-1}	Profondeur m	Pression partielle $\times 10^{-4}$ atm	CO_2 ml/l 10^{-1}
0	3,4	3,2	30	3,7	3,6
5	3,8	3,6	40	—	—
10	3,7	3,4	50	3,8	4,2
20	3,6	3,5	Fond	4,4	4,8

5. **L'oxygène dissous.**

La distribution de l'oxygène dissous dans les océans a été très largement étudiée. La concentration dépend de l'origine de l'eau, du temps pendant lequel elle a été en contact avec l'air, de l'activité biologique, du rapport entre la respiration et la photosynthèse.

Les eaux de surface possèdent une concentration voisine de la saturation et la distribution de l'oxygène dissous suit la répartition de la température et ses variations. Des variations diurnes ont été observées dans les couches supérieures, dues à l'activité photosynthétique qui détermine pendant le jour une augmentation de la concentration en oxygène (C. JACOBSEN, 1912). Près des côtes et dans les estuaires où la flore algologique est riche, on a constaté des variations diurnes très nettes, surtout en été.

Le renouvellement à la surface et, par conséquent, la vitesse de diffusion de l'oxygène, dépendent de l'état d'agitation de la mer. Elle augmente quand l'air est sec. L'évaporation détermine un refroidissement superficiel et crée ainsi des courants de convection.

Dans une étude sur l'oxygène, les phosphates et les nitrates dans l'océan Atlantique, G. A. RILEY (1951) constate qu'il existe certains endroits de basses concentrations causées, plus que probablement, par l'utilisation *in situ*. Dans d'autres régions on ne trouve pas de zones à minimum bien délimitées, on ne peut donc pas se prononcer d'une manière bien définitive sur la question de savoir si le minimum est le résultat de mouvements aquatiques ou de processus biologiques, ou bien d'une combinaison des deux. Même en présence de l'évidence absolue de l'utilisation de l'oxygène, on ne pourrait encore conclure à sa grandeur en valeur absolue ou relative. La concentration de l'oxygène, en un point donné, représente la balance entre la diminution par utilisation et un accroissement par diffusion et transport vertical et latéral. Si les conditions physiques étaient partout identiques, le degré de développement du minimum de l'oxygène serait l'indication de l'intensité relative des processus biologiques. Si ces dernières étaient uniformes, alors le minimum de l'oxygène serait inversement proportionnel à l'importance de ce que C. A. RILEY appelle « dissipating physical processes ». L'auteur conclut que : « A realistic approach avoids either assumption, but then it is only by quantitative evaluation of component processes that further explanation can be attained ».

Les premières recherches au sujet des concentrations en oxygène de la mer du Nord datent de l'expédition « POMERANIA » en juillet-septembre 1872, faites par O. JACOBSEN.

Les analyses suivantes furent effectuées en mai-juillet 1882 par l'expédition « DRACHE ».

Depuis 1890, O. PETTERSON avait entrepris toute une série de recherches sur l'oxygénation des eaux du Skagerrak.

Toutes ces observations n'avaient cependant qu'un caractère de travaux d'approche et ce n'est qu'à l'occasion de grandes expéditions internationales, qu'on est parvenu à connaître les variations annuelles de l'oxygène dans les grandes parties de la mer du Nord.

Les mesures ont été exécutées respectivement par E. RUPPIN, O. PETTERSON, W. E. RINGER et A. C. REICHARD.

Toutefois, il fallut attendre la publication des travaux de J. E. JACOBSEN et C. J. J. FOX, qui contiennent les tables de la saturation de l'eau de mer en oxygène à différentes températures.

Faisons maintenant la revue de nos principales connaissances au sujet de la répartition de l'oxygène et de ses variations en mer du Nord. De la publication de J. GEHRKE (1916), nous ne retiendrons que les mesures faites entre le 52e et le 58e parallèle, à l'exception des déterminations faites dans le Kattegat.

Le tableau 55 contient les valeurs obtenues à 5 m de profondeur aux diverses stations.

TABLEAU 55.

Mesure de l'oxygène en % de la saturation à différentes stations allemandes en mer du Nord de 1904 à 1908.

Mois	Novembre				Mai					
Stations	D-3	D-4	D-5	D-18	D-3	D-4	D-5	D-6	D-18	D-13
Années										
1904-1905 ...	—	96	98	—	—	—	—	107	—	—
1905-1906 ...	97	95	96	—	106	109	111	—	—	107
1906-1907 ...	—	—	—	—	—	112	—	—	—	—
1907-1908 ...	94	94	—	96	108	107	110	106	116	109
Moyenne ...	96 %				109 %					

Ce tableau montre que le % de la saturation dans la couche de 5 m, au centre de la mer du Nord, possède une périodicité annuelle prononcée. L'eau à cette profondeur est déficiente en novembre, mais sursaturée en mai; la différence moyenne entre les deux saisons est d'environ 13 %.

On retrouve la périodicité de l'oxygène dans les stations néerlandaises dans la partie sud-ouest de la mer du Nord.

TABLEAU 55*bis*.

Mesures de l'oxygène en % de la saturation à différentes stations néerlandaises en mer du Nord de 1903 à 1904.

Mois	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8	H-9	Moyennes
VIII.1903	95	93	92	90	—	101	100	95	96	95
XI.1903	90	91	92	92	90	91	90	91	93	91
V.1904	95	94	96	96	96	95	105	—	—	97

Aux stations néerlandaises où il fut possible de mesurer l'oxygène dissous, celui-ci était un peu plus minime en novembre 1903 qu'en mai 1904 et la périodicité annuelle se montrait, par conséquent, très nettement.

Il est intéressant de constater que la différence entre les deux mois n'est qu'une fraction de la différence moyenne entre l'oxygène de la couche de 5 m au prin-

temps et celle de l'été, en mer du Nord centrale; si ce phénomène devait s'avérer constant, il montrerait ainsi que le Nord-Est et même le Sud de celle-ci touchent à des régions côtières, où la périodicité annuelle de l'oxygène à 5 m s'écarte relativement des valeurs de celle-là. Les valeurs obtenues aux stations néerlandaises sont réellement plus basses que celles discutées plus haut et J. GEHRKE suppose qu'il s'agit ici d'une erreur dans la méthode utilisée.

Une des raisons, dit ce dernier auteur, qui déterminent la périodicité annuelle, à différents endroits, est certainement le fait que le phytoplancton produit, au cours du semestre à bonne luminosité, plus d'oxygène qu'au cours des mois peu lumineux. En outre, le réchauffement vernal et le refroidissement automnal de l'eau ont une tendance à provoquer une sursaturation au printemps et une déficience en automne.

Quant à l'intensité de chacune de ces actions sur la tension résultante de l'oxygène ou les variations de l'oxygène, consommé lors de la dégradation de la matière organique due aux animaux et végétaux morts au cours de l'année, voilà des questions auxquelles il est difficile de répondre avec exactitude; en ce qui concerne les causes de variations locales au cours d'une période, on ne peut émettre que des conjectures.

Il est, en outre, logique d'admettre que les diverses espèces animales et végétales, dominant au cours d'une saison déterminée dans le plancton, d'après les conditions hydrographiques variables dans les différentes régions, ne possèdent pas toutes le même métabolisme et que leur participation à l'utilisation et à la production de l'oxygène ne varie pas nécessairement en proportion de leur nombre ou de leur volume total.

Comme ces rapports sont peu connus, il est intéressant de savoir que l'importance du % de la saturation n'est pas proportionnelle au réchauffement printanier, comme on aurait pu s'y attendre. D'après les données disponibles, J. GEHRKE conclut : « Die grössere Ubersättigung gehört also vielmehr dem Gebiete der langsameren Erwärmung an; und allein massgebend für die Frühjahrsübersättigungen kann die Erwärmung des Wassers also jedenfalls nicht sein ».

La période annuelle semble être plutôt un phénomène d'ordre biologique que physique. Il faut, en outre, prendre en considération que de grandes sursaturations au niveau des 5 m en mai ne sont pas non plus conditionnées par de grandes différences verticales du poids spécifique, comme il est indiqué dans le tableau 56.

TABLEAU 56.

Sursaturations de l'oxygène à diverses stations D en mer du Nord et différence du poids spécifique entre la surface et le fond.

Stations	D-18	D-4	D-5	D-5 A
Epoque	V.1908	V.1907	V.1906	V.1908
Saturation %	116	112	111	110
Différence de σ_t	0,25	0,09	0,17	0,37
Profondeur en m ...	155	5	60	5

Nous trouvons aussi chez J. GEHRKE (1916) quelques considérations sur le comportement de l'oxygène dans les couches profondes de la mer du Nord. En D-6, les conditions d'oxygénation sont en réalité une transition vers l'eau froide profonde de la partie centrale de la mer du Nord du Doggerbank, où on rencontre les plus grandes variations annuelles, dépassant encore les concentrations en oxygène de n'importe quelle région et de n'importe quelle profondeur des régions traitées ici.

On a examiné trois stations : D Nordsee 3 (au Nord, à proximité du Doggerbank), D Nordsee 4 et D Nordsee 5 (cette dernière sur le Grand Fischerbank); les profondeurs auxquelles on a mesuré le % de la saturation varient à D-3 entre 62,5 et 71 m, à D-4 entre 76 et 94 m et à D-5 entre 59 et 68 m.

Ici, il n'y a pas moyen de séparer nettement les diverses couches au cours de l'hiver et, à toutes les stations, l'eau profonde reste en communication constante avec l'eau de surface par des processus thermiques et mécaniques. Au printemps, se développe progressivement une distinction entre le poids spécifique des couches de surface et de profondeur et en été le fond est complètement séparé de l'atmosphère extérieure par une couche de surface sensiblement plus légère. En automne, une homogénéisation progressive est provoquée par le refroidissement de la surface et l'intensité accrue des processus de brassage mécanique par les conditions atmosphériques, homogénéisation qui descend de plus en plus profondément.

Dans le tableau 57, novembre I désigne la première partie de l'automne, durant laquelle on remarque encore une différenciation sensible entre les couches supérieure et inférieure; novembre II, au contraire, signifie le restant de l'automne au cours duquel les courants de convection étendent leur influence jusqu'au fond. L'époque à laquelle s'opère la transition entre ces deux périodes diffère sensiblement à chaque station, d'année en année, et diffère aussi dans la même année, de station en station, d'après la profondeur. C'est ainsi que D-3 du 17 novembre 1905 appartient à novembre II, mais celui du 30 novembre 1907 appartient à novembre I; le 15 novembre 1904 de D-4 appartient à novembre I et D-5 à novembre II.

Dans les cas de mesures d'oxygène faites en novembre I, la différence de température entre 5 m et le fond était de 2,6 °C et 1,3 °C; mais en novembre II, comme en hiver, la différence de température entre 5 m et le fond n'a été positive

TABLEAU 57.

	D Nordsee 3				
	Août	Novembre		Février	Mai
		I	II		
1902-1903	—	48	—	93	94
1903-1904	70	—	—	—	—
1904-1905	—	—	—	84	95
1905-1906	—	—	98	—	90
1906-1907	—	—	—	—	—
1907-1908	—	59	—	98	95

TABLEAU 57 *(suite).*

	D Nordsee 4				
	Août	Novembre		Février	Mai
		I	II		
1902-1903	73	60	—	—	95
1903-1904	—	—	—	—	—
1904-1905	—	67	—	100	95
1905-1906	86	—	94	—	93
1906-1907	—	—	—	—	99
1907-1908	—	73	—	—	98

	D Nordsee 5 (et 5 A)				
	Août	Novembre		Février	Mai
		I	II		
1902-1903	77	56	—	—	94
1903-1904	—	—	—	—	—
1904-1905	—	—	94	—	94
1905-1906	91	—	96	—	103
1906-1907	—	—	—	—	—
1907-1908	—	—	—	—	97

qu'une fois (notamment +0,10 °C), pour les autres cas elle se trouvait dans un intervalle de 0,00 °C et 0.06 °C et était donc du même ordre de grandeur que les différences de température accidentelles (zufällig) et de courte durée (kurzzwierigen).

Les % de la saturation montrent ainsi une période annuelle très marquée. La grande différence dans la concentration en oxygène des eaux profondes avant et après la désagrégation de la stratification verticale est frappante.

Les % atteignent leur valeur la plus inférieure au cours de cette partie de l'automne durant laquelle la différence entre les couches supérieure et inférieure n'est pas encore effacée; par contre, ils s'approchent du point de saturation dans la dernière partie de l'automne, lorsque la stratification a disparu. Lorsque la différence de la température entre la couche superficielle et la couche inférieure est descendue en dessous de 2 °C, le % au fond de D-3 et vers le fond au Grand Fischerbank, peut encore être voisin de 60 %.

Cette dernière valeur a été trouvée, par exemple, le 30 novembre 1907, lorsque la température à D-3 à 5 m de profondeur était de 8,98 °C et à 70 m de profondeur : 7,31 °C, de même qu'au 13 novembre 1902 à D-5 la température à 10 m était de 8,92 °C et à 59 m : 7,14 °C.

Les % de la saturation demeurent élevés durant tout l'hiver, avec, de temps en temps, une petite interruption peu importante, telle que celle remarquée en février 1905 à D-3, où l'oxygène, dans une eau homohaline et homotherme à 70 m de profondeur, ne mesurait que 84 %, mais comportait, aussi bien à 5 m qu'à 50 m, 102 % de la saturation. Ces cas doivent certainement être imputés à des consommations locales occasionnelles pour les oxydations de matières organiques.

Les valeurs élevées demeurent constantes jusqu'en mai, moment où le contact direct entre les couches de surface et de fond est interrompu et il arrive que l'eau sur le Grand Fischerbank à 2 m au-dessus du fond peut être sursaturée durant cette période de l'année. Une réduction conséquente a lieu en été, toutefois en D-4 et D-5, le % peut encore comporter 86 à 91 % à la mi-août et il est parfois possible de voir le % descendre à des valeurs très basses.

Les % bas sont caractéristiques au début de l'automne pour toute la couche profonde depuis la limite inférieure du thermocline.

Le tableau 58 montre d'ailleurs ces caractéristiques.

Cette périodicité a été reconnue au cours de beaucoup de recherches en eau douce. Il est toutefois intéressant de voir que même dans une eau aussi dégagée que la mer du Nord centrale, ce phénomène se produit également. On serait tenté d'admettre à priori, que la transition de % bas vers des % élevés est relativement rapide; toutefois il est impossible de déterminer, au moyen des valeurs dont on dispose, la rapidité avec laquelle elle se produit.

TABLEAU 58.

Oxygène en % de la saturation en D-3 et D-4; 1902 et 1904.

D Nordsee 3, XI.1902		D Nordsee 4, XI.1902		D Nordsee 4, XI.1904	
Profondeur m	%	Profondeur m	%	Profondeur m	%
55	56	60	64	55	96
68,5	48	84	60	65	env. 70
t 50—t 55 = 2,3 °C		t 50—t 80 = 2,3 °C		t 55—t 65 = env. 2,4 °C	

On peut cependant dire que le % de l'oxygène atteint de hautes valeurs peu de temps avant que la différence de température entre la surface et le fond soit réduite à zéro. Lorsque notamment à une station x la température est réduite à quelques dixièmes de degré, un refroidissement occasionnel peut facilement avoir pour conséquence le refroidissement de la couche de surface à un endroit y à proximité de x et qu'à cette dernière, il se produit alors un courant de convection oblique avec un apport d'oxygène de la surface en y. Il est ainsi probable qu'aux stations étudiées plus haut on pourrait trouver des conditions analogues, comme on les a trouvées à la station D Nordsee 13 :

$$t\,5 - t\,53 = 0{,}23\ ^{\circ}C;\ \%\ \text{à}\ 53\ m = 93\ \%$$

Les valeurs les plus basses du % de saturation de l'oxygène pour les couches profondes de 1902 à 1908 ont été observées en mer du Nord centrale. J. GEHRKE ne parvient pas à trouver une explication correcte de cet état de choses; il suppose qu'il faudrait admettre, jusqu'à plus ample information, que cette diminution serait due à une consommation d'oxygène pour les oxydations de matières organiques.

Au cours de la « Danish Ingolf Expedition » en 1895 et 1896 (M. KNUDSEN, 1899), on a exécuté quelques mesures de la concentration en oxygène entre les îles Faeroe et Island (tabl. 59).

TABLEAU 59.

Mesures faites par la « DANISH INGOLF EXPEDITION »
entre les îles Faeroe et Island.

Date	9.VIII.1896	°C	10,08
Heure	13.30	Salinité	35,23
N°	133	Oxygène mg...	7,04
Situation	63°14′-11°24′	ml	4,92
Profondeur en m	0	% saturation	78,30

B. SCHULZ (1924) a publié les résultats de quelques observations en mer du Nord, faites au cours de la croisière du « POSEIDON » en 1921 (tabl. 60 et 61).

Dans ces tableaux on remarque que les valeurs obtenues oscillent autour de la saturation de 100 %, même à 50 m (54°15′ N — 1°15′ E, le 11.IX.1922), on trouve encore 92,5 %, illustrant ainsi un brassage très prononcé.

TABLEAU 60.

Station 13 (D. N. IV) du « POSEIDON »
56°40′ lat. N; 2°14′ long. E
(à l'Ouest du Great Fisherbank).
19.VI.1921.

Profondeur	°C	Salinité °/₀₀	Oxygène	
			ml/l	%
0	14,60	34,25	5,77	100
5	14,53	34,25	5,87	101
10	13,78	34,60	6,05	103
20	12,17	34,99	6,46	107
30	11,56	34,99	6,13	100
40	10,96	35,01	6,08	98
50	6,71	35,07	5,34	79
60	6,70	35,03	5,36	79
70	6,72	35,07	5,34	79
78	6,74	35,08	4,66	79

TABLEAU 61.

Mesures de salinité et d'oxygène en mer du Nord.

Dates	Position	Profondeur m	°C	S °/₀₀	O_2 %
1921					
3.II	52°06′ N-2°45′ E	41	8,45	35,07	99
3.II	51°36′ N-2°58′ E	16	6,98	34,43	99
4.II	51°32′ N-2°20′ E	0	7,80	35,02	100
5.II	51°20,5′ N-1°58,5′ E	30	8,80	35,09	98
6.II	52°23′ N-2°46′ E	22	8,80	35,09	100
		43	8,75	35,09	100
7.II	52°28,5′ N-3°11′ E	16	7,22	35,03	98
	52°41′ N-3°14′ E	15	7,41	34,99	90
	52°38,5′ N-3°52,5′ E	12	6,51	34,79	92
	52°37′ N-4°30′ E	9	5,66	32,50	98
	52°58′ N-4°16′ E	24	6,53	34,55	99
8.II	53°29′ N-3°32,5′ E	13	6,00	34,52	99
		27	6,00	34,52	96
	53°32′ N-4°14′ E	11	6,19	34,52	99
		21	6,14	34,52	96
	53°34′ N-4°32′ E	0	5,00	32,94	101
		12	6,09	34,35	98
		24	6,09	34,37	98
1922					
11.IX	54°15′ N-1°15′ E	0	13,41	34,45	95,8
		5	13,49	34,47	104,1
		10	13,39	34,45	98,0
		20	13,29	34,47	69,3
		25	13,01	34,45	79,3
		30	12,67	34,45	93,7
		35	12,48	34,47	86,4
		40	12,47	34,45	90,8
11.IX	54°15′ N-1°15′ E	50	12,32	34,45	92,3
12.IX	54°54′ N-2°48′ E	0	14,41	34,88	90,2
		5	14,46	34,88	88,1
		10	14,46	34,88	88,8
		20	14,47	34,88	92,9
		25	14,46	34,88	87,2
1923					
3.V	54°32′ N-0°02′ E	20	6,91	34,69	100
		30	6,87	34,69	99,7
		40	6,87	34,69	98,4
3.V	54°39′ N-0°11′ E	20	6,87	34,74	100,7
		30	6,86	34,75	99,7
		40	6,86	34,78	100,4
		50	6,86	35,04	100,7
	54°32,5′ N-0°24′ E	20	6,90	34,74	100,3
		30	6,88	34,84	100,4
		40	6,87	34,87	99,9
		50	6,85	34,74	99,6
4.V	54°40′ N-0°35′ E	20	6,84	34,77	100,6
		30	6,82	34,88	100,6
		40	6,52	34,80	100,7
		50	6,81	34,87	98,4
	54°46′ N-0°22′ E	20	6,67	34,84	97,1
		30	6,67	34,86	97,4
		40	6,67	34,82	101,6
		50	6,66	34,82	99,4

TABLEAU 62.

Mesures de salinité et de concentration de l'oxygène en mer du Nord.
(D'après K. BUCH, 1929.)

Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo	Cl °/oo	O_2 ml/l	O_2 %
	H-5 54°05′ N-1°29′ E.		1.XI.1903		
0	10,0	34,49	19,09	5,78	90
50	10,0	34,49	19,09	5,83	91
	H-5 54°05′ N-1°28′ E.		3.V.1904		
0	6,9	34,61	19,16	6,58	96
55	6,9	34,63	19,17	6,56	96

Nous possédons, en outre, quelques mesures au sujet de l'oxygène, faites au cours des croisières organisées en mer du Nord en 1948 par le « Conseil permanent International pour l'Exploration de la Mer ». Nonobstant que les stations tombent un peu en dehors de la région qui nous occupe plus particulièrement, nous les citons afin de fixer les idées; elles sont malheureusement très peu nombreuses.

En 1954, nous avons pu tenter un premier essai de déterminations plus étendues au cours des croisières périodiques. Les tableaux 63 et 64 résument les résultats des observations au sujet de la température, de l'alcalinité, de l'oxygène et de la chlorinité.

Cette première série concerne une partie de la saison hivernale, décembre, janvier, février, aux stations B-16 à B-22, pour les eaux de surface et de profondeur.

TABLEAU 63.

Saturation de l'oxygène en mer du Nord.
Croisières du « Conseil Permanent » en 1948.
Stations Q — entre Dundee (Gr.-B.) et le Danemark.

Station	Date	Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo	O_2 %	P_2O_5 mg/m³
Q-24	6.V	0	8,15	33,55	..	0
		10	7,90	33,75	..	4
		20	7,63	34,43	..	4
		50	..	..	..	..
Q-22	6.V	0	7,80	34,61	..	4
		10	7,80	34,63	..	2
		20	7,60	34,65	..	2-4
		50	7,54	34,65	..	4-7

TABLEAU 63 *(suite).*

Station	Date	Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo	O_2 %	P_2O_3 mg/m³
Q-20	6.V	0	7,60	..	..	2-4
		10	7,63	34,61	..	4-7
		20	7,43	34,67	..	2-4
		50	7,30	34,70	..	10
Q-18	6.V	0	7,53	34,67	..	90
		10	7,46	34,69	..	100
		20	7,40	34,69	..	7-10
		50	7,17	34,69	..	10
Q-16	5.V	0	7,74	34,85	..	10-15
		10	7,75	34,87	..	20
		20	7,68	34,87	..	20-35
		50	7,22	34,90	..	10
Q-14	5.V	0	7,95	35,01	..	4
		10	7,93	35,01	..	2-4
		20	7,90	35,01	..	2
		50	7,00	35,03	..	10
Q-12	5.V	0	7,96	35,01	..	..
		10	7,91	35,01	..	..
		20	7,91	35,01	..	..
		50	6,79	35,07	..	..
Q-10	5.V	0	7,68	35,01	..	..
		10	7,68	35,01	92	..
		20	7,67	35,03	90	..
		50	6,60	35,03	85	..
Q-8	5.V	0	7,23	34,90	..	0-2
		10	7,24	34,90	..	4
		20	7,23	34,92	..	0-2
		50	5,45	34,83	..	2-4
Q-6	5.V	0	7,23	34,78	..	4
		10	7,23	34,79	..	2-4
		20	7,23	34,81	..	7-10
		50	5,43	34,81	..	0-2
Q-4	4.V	0	7,50	34,87	..	..
		10	7,50	34,67	..	..
		20	7,50	34,67	..	..
		50	5,90	34,69	..	..
Q-2	4.V	0	7,43	34,70	..	2-4
		10	7,40	34,67	..	..
		20	7,17	34,65	..	..
		50	6,68	34,70	..	..

Les .. indiquent que le dosage n'a pas été effectué.

TABLEAU 64.

Mesures diverses effectuées aux stations des croisières périodiques B-13 à B-22.
7.XII. 1954.

Station	Heure	Profondeur m	Température °C	Cl g °/₀₀	Alcalinité ml HCl/N °/₀₀	Oxygène		
						mg °/₀₀	ml °/₀₀	% satur.
B-22	16.00	1	9,7	18,96	2,910	8,783	6,146	95,43
	16.10	14	9,8	19,04	2,040	9,328	6,527	101,35
B-13	18.50	1,10	10,0	19,04	2,900	9,958	6,968	108,20
	19.00	13	10,1	19,04	2,885	10,082	7,055	109,55
B-14	20.25	1	11,8	19,43	2,840	9,042	6,327	102,88
	20.35	20	11,9	19,45	2,830	9,292	6,502	105,72
	20.50	32	11,9	19,53	2,820	8,961	6,270	101,96
B-15	22.07	1	10,2	19,23	2,875	8,679	6,073	94,30
	22.15	20	10,4	19,25	2,860	9,026	6,316	99,30
	22.23	40	10,4	19,25	2,845	9,087	6,358	99,97
	22.35	51	10,4	19,25	2,845	9,171	6,417	100,90
B-16	23.50	1	9,8	19,23	2,860	8,732	6,110	94,88
	23.57	23	10,1	19,18	2,845	9,050	6,333	98,34
B-22	9.55	1	3,8	19,04	2,885	9,957	6,967	95,05
	10.00	13	4,2	19,07	2,870	9,802	6,859	93,57
B-13	12.40	1	5,6	19,07	2,880	9,969	6,976	98,53
	12.45	13	5,7	19,12	2,860	10,072	7,048	99,55
B-14	14.30	1	8,2	19,33	2,840	9,298	6,506	97,69
	14.35	20	8,2	19,36	2,835	9,720	6,801	102,13
	14.43	33	8,3	19,43	2,835	9,188	6,380	95,80
B-15	16.30	1	7,7	19,33	2,840	9,306	6,521	97,04
	16.35	20	7,7	19,23	2,880	9,268	6,485	96,65
	16.45	40	7,6	19,23	2,870	9,533	6,671	99,41
	16.55	55	7,6	19,28	2,880	9,233	6,461	96,29
B-16	18.20	1	7,4	19,26	2,840	9,357	6,547	96,57
	18.30	22	7,4	19,26	2,840	9,618	6,730	99,26
B-22	10.45	1	2,0	18,51	2,980	10,281	7,194	92,82
	10.55	13,5	2,2	18,75	2,970	10,400	7,277	94,63
B-13	13.37	1	3,2	18,83	2,955	10,309	7,213	96,05
	13.45	13	3,2	18,85	2,970	10,449	7,312	97,36
B-14	15.15	1	5,2	19,03	2,930	10,279	7,192	100,45
	15.20	20	5,3	19,03	2,955	10,094	7,063	98,65
	15.30	32	5,3	19,03	2,960	10,020	7,011	97,92
B-15	16.40	1	6,1	19,32	2,920	9,554	6,686	96,06
	16.50	20	6,1	19,39	2,940	9,600	6,717	96,52
	17.00	40	6,1	19,39	2,920	10,286	7,197	103,41
	17.12	53	6,1	19,39	2,940	9,420	6,592	94,71
B-16	18.30	1	5,8	19,39	2,955	9,316	6,519	93,66
	18.40	22	5,8	19,39	2,975	9,276	6,491	93,26

Il y a quelques années, R. LEGENDRE (1908, 1909, 1910, 1912) a étudié à diverses reprises, heure par heure, les variations diurnes de la densité, de la température et de la teneur en oxygène de l'eau de mer prise sur le rivage même, soit à Concarneau, soit à Arcachon.

Il a publié en 1922 une série de résultats comprenant cette fois le pH sur les recherches faites à Concarneau, le 15 septembre 1922, pendant une marée de morte eau (haute mer à 10 h 36, H = 36,5, basse mer à 17 h 02, H = 17,5 par mer calme).

La concentration en ions H de l'eau de mer littorale varie donc, dit R. LEGENDRE, pendant la journée. Le pH passe par un maximum vers 15 heures, c'est-à-dire qu'à ce moment, la teneur en ions OH, l'alcalinité réelle est la plus grande. Le pH diminue ensuite rapidement vers la fin du jour; il s'élève progressivement dans la matinée du lendemain (tabl. 65).

TABLEAU 65.

Heure d'été	°C	Densité	Cl °/₀₀	mg °/₀₀	Oxygène ml/ °/₀₀	°/₀	pH
7	13,6	1026,3	18,50	7,9	5,52	91,22	8,00
8	13,7	1026,2	18,445	8,1	5,66	93,53	7,99
9	13,75	1026,2	18,45	8,0	5,59	92,37	8,03
10	14,3	1026,2	18,52	8,2	5,73	96,49	8,06
11	14,4	1026,1	18,46	8,7	6,08	102,37	8,09
12	14,45	1026,1	18,465	9,2	6,43	108,19	8,16
13.45	14,5	1026,2	18,545	9,6	6,71	112,90	8,16
15	14,55	1026,2	18,55	9,4	6,57	110,54	8,19
16	14,6	1026,1	19,49	9,9	6,92	116,48	8,19
17	14,35	1026,1	18,45	9,2	6,43	108,19	8,16
18	14,5	1026,2	18,545	9,1	6,36	107,02	8,14
19	14,2	1026,0	18,365	7,2	5,03	83,97	8,01

Cette variation diurne est considérable, puisqu'une différence de pH = 8,0 à pH = 8,2 signifie que la concentration en ions OH est passée sensiblement de 1 à 1,6, soit une augmentation d'alcalinité réelle de plus de moitié.

La relation avec la teneur en oxygène de l'eau est très frappante. Tous deux montrent des variations amples et synchrones; leurs variations se superposent presque rigoureusement. On peut d'ailleurs l'expliquer aisément par les phénomènes de photosynthèse que présentent à la lumière les grandes algues du fond et les petites du plancton. Le jour, tous ces végétaux consomment l'acide carbonique de l'eau, soit CO_2 dissous, soit CO_2 des bicarbonates, diminuant ainsi la concentration en ions H de celle-ci, et ils dégagent de l'oxygène, augmentant la teneur de l'eau en ce gaz.

Au large, le plancton végétal est en quantité trop petite, dit encore R. LEGENDRE, pour rompre l'équilibre de l'eau de mer, si on en juge par les nombreuses mesures de pH qui ont déjà été faites sur plusieurs océans et qui le montrent constant aux diverses heures du jour sur de larges étendues.

Quelques mesures de la concentration en oxygène dans les eaux de la Manche sont à notre disposition; malheureusement on n'en possède pas de cycle annuel complet. Comme on peut le remarquer dans le Pas-de-Calais au bateau-feu « VARNE », il y a encore une bonne saturation au fond de 34 m : de 91 à 98,5 %, au mois de juin 1921 (tabl. 66).

TABLEAU 66.

Saturation de l'oxygène au bateau-feu « VARNE ».

Date	Heure	Profondeur m	°C	Σ ‰	O_2 %	pH
		50°56′ N-1°17′ E				
1.VI.1921	17.00	0	12,12	35,02	99,5	8,11
		17	11,95	34,98	97,5	8,07
		34	11,89	35,04	98	8,06
	23.30	0	12,07	35,05	102	—
		17	11,90	35,01	98,5	—
		34	11,90	35,02	98	—
2.VI	2.00	0	11,92	35,06	99	—
		17	11,85	35,01	98,5	—
		34	11,86	34,97	98,5	—
4.VI	8.00	0	12,66	34,98	97	8,13
		17	12,43	34,97	97,5	8,05
		34	12,44	34,96	97	8,05
	11.25	0	12,63	35,03	94	8,11
		17	12,15	34,96	101	8,05
		34	12,21	35,01	94	8,11
	14.00	0	12,46	35,04	95,5	8,07
		17	12,25	35,02	97	8,09
		34	12,15	33,04	96,5	8,09
	17.00	0	12,50	35,03	98	8,09
		17	12,49	34,98	104	8,05
		34	12,49	34,98	90,5	8,01
	20.00	0	12,70	35,04	96	—
		17	12,64	35,01	97,5	—
		34	12,59	34,99	97,5	—
	23.00	0	12,57	35,06	96,5	—
		17	12,44	34,99	97	—
		34	12,49	34,97	94,5	—
5.VI	2.00	0	12,02	35,04	96,5	—
		17	12,10	35,01	91,0	—
		34	12,10	34,99	94,5	—
	5.00	0	12,36	35,03	90,5	8,13
		17	12,36	34,97	98,5	8,13
		34	12,36	34,96	94	8,17
7.VI	8.30	0	12,91	35,00	—	8,03
	9 30	0	13,26	34,96	—	8,09
	10.35	0	13,09	34,95	—	8,05
	11.45	0	13,05	34,99	—	8,07
	12 30	0	13,18	34,96	—	8,05
	13 30	0	13,13	34,98	—	8,05
	14.30	0	12,88	34,97	—	8,05
	15.30	0	13,03	34,98	—	8,09

TABLEAU 66 *(suite).*

Date	Heure	Profondeur m	°C	Σ °/₀₀	O_2 %	pH
			52°43,5′ N-2°18′ E			
21.IX		0	16,17	34,52	97	—
		24	16,10	34,53	97	—
		48	16,05	34,54	97	—
			53°33′ N-1°01′ E			
27.IX		0	14,30	34,45	98	—
		11	14,40	34,51	98	—
		22	14,45	34,48	99	—

Avant de terminer cet aperçu sur les gaz dissous, il n'est pas sans intérêt, de reprendre ici quelques considérations et une table de B. SCHULZ (1932).

Calculées en %, les quantités d'oxygène et d'acide carbonique dissoutes dans l'eau de mer sont donc plus grandes que dans l'air atmosphérique (tabl. 67).

La quantité de gaz dissous diminue avec l'augmentation de la température. L'eau plus froide offre par conséquent de meilleures conditions pour la respiration des animaux et l'assimilation chlorophyllienne des plantes. L'activité de ces organismes peut fortement influencer la composition de l'air dissous; elle est, toutefois, minime en surface où les mouvements des vagues provoquent un échange plus rapide avec l'air atmosphérique.

TABLEAU 67.

Azote, oxygène et acide carbonique de l'air et de l'eau.
(B. SCHULZ, 1932).

Contenu		Azote + Argon		Oxygène	Acide carbonique	Total des gaz
A. de l'atmosphère		en 1.000 ml	790	210	0,5	—
		en %	79	21	0,03	—
B. de l'eau douce						
	à 0 °C	en 1.000 ml	18,64	10,29	0,51	29,4
		en %	63	35	1,7	100
	à 20 °C	en 1000 ml	12,59	6,57	0,26	19,4
		en %	65	34	1,3	100
C. de l'eau de mer d'une salinité de 35 °/₀₀						
	à 0 °C	en 1.000 ml	14,42	8,04	0,44	22,9
		en %	63	35	1,9	100
	à 20 °C	en 1.000 ml	10,42	5,36	0,23	16,0
		en %	65	34	1,4	100

Dans les eaux à 20 m de profondeur, et parfois aussi à 40 m dans nos mers, on mesure, en été, une concentration plus forte en oxygène dans les couches traversées par les rayons lumineux, tandis que la quantité d'acide carbonique libre dissous diminue progressivement. Dans les couches plus profondes encore, l'acide carbonique prend le pas sur l'oxygène par le fait de la respiration des animaux.

Les mesures en ce qui concerne l'oxygène dissous exécutées en 1968 par les chercheurs néerlandais, ont donné, en février, une concentration semblable à celle observée en 1967 (fig. 40).

En février, de <95 %, près des côtes et dans l'estuaire de l'Escaut, à 100 et 105 % au large des côtes néerlandaises.

En mai, la plus grande partie de la région examinée se trouvait à l'état de sursaturation en oxygène, près de la côte belge et en dehors de l'estuaire à <95 %, puis, au large, de 100 à 105 %, pour aboutir à 100-105 % et même à >110 % dans un large couloir au large et le long des côtes néerlandaises.

En août-septembre, une large bande le long des côtes belge et néerlandaise est en moyenne à >110 %, sauf dans une petite zone approximativement en face de Oostende et environs immédiats, où il règne à ce moment de 95 à 100 %.

Enfin, en novembre, dans la zone en face des estuaires, se trouve une eau à <90 %; le centre de la mer du Nord est à 95-100 % avec une eau qui semble se prolonger vers le Pas-de-Calais par un étroit couloir.

On possède quelques valeurs en ce qui concerne les eaux profondes. Dans la partie la plus septentrionale de la région, on a mesuré 75 à 80 % de la saturation en août et septembre. En novembre, les valeurs sont extrêmement basses et la région benthique se trouve à l'état de déficit de saturation. On peut se demander si cette situation ne pourrait pas être le résultat d'une production élevée de matière organique durant la période estivale.

6. **Cations divers.**

Les paramètres écologiques que nous allons étudier maintenant, appartiennent en réalité à un chapitre qu'on aurait pu intituler « la circulation de la matière dans l'eau de mer ».

Plusieurs auteurs se sont penchés sur les multiples problèmes suscités par cette circulation : T. Braarud et B. Foyn (1930); B. Brandt (1899, 1902); R. C. Dugdale et J. J. Goering (1967), la régénération; K. O. Emery (1954), le budget des substances nutritives; H. W. Harvey (1940); K. Kalle (1945); O. Kandler (1954), le P et la photosynthèse; A. B. Keys, E. H. Christensen et A. Krogh (1935), le métabolisme de la matière organique; H. Kleerekoper (1953), la minéralisation; J. Korinck (1928), le métabolisme de la matière organique.

α. Les Nitrates.

Les principaux dérivés minéraux de l'azote : ammonium, nitrites et nitrates ont fait l'objet d'une quantité particulièrement considérable de travaux et de publications tant du point de vue méthodologique qu'en ce qui concerne des considération théoriques et biologiques.

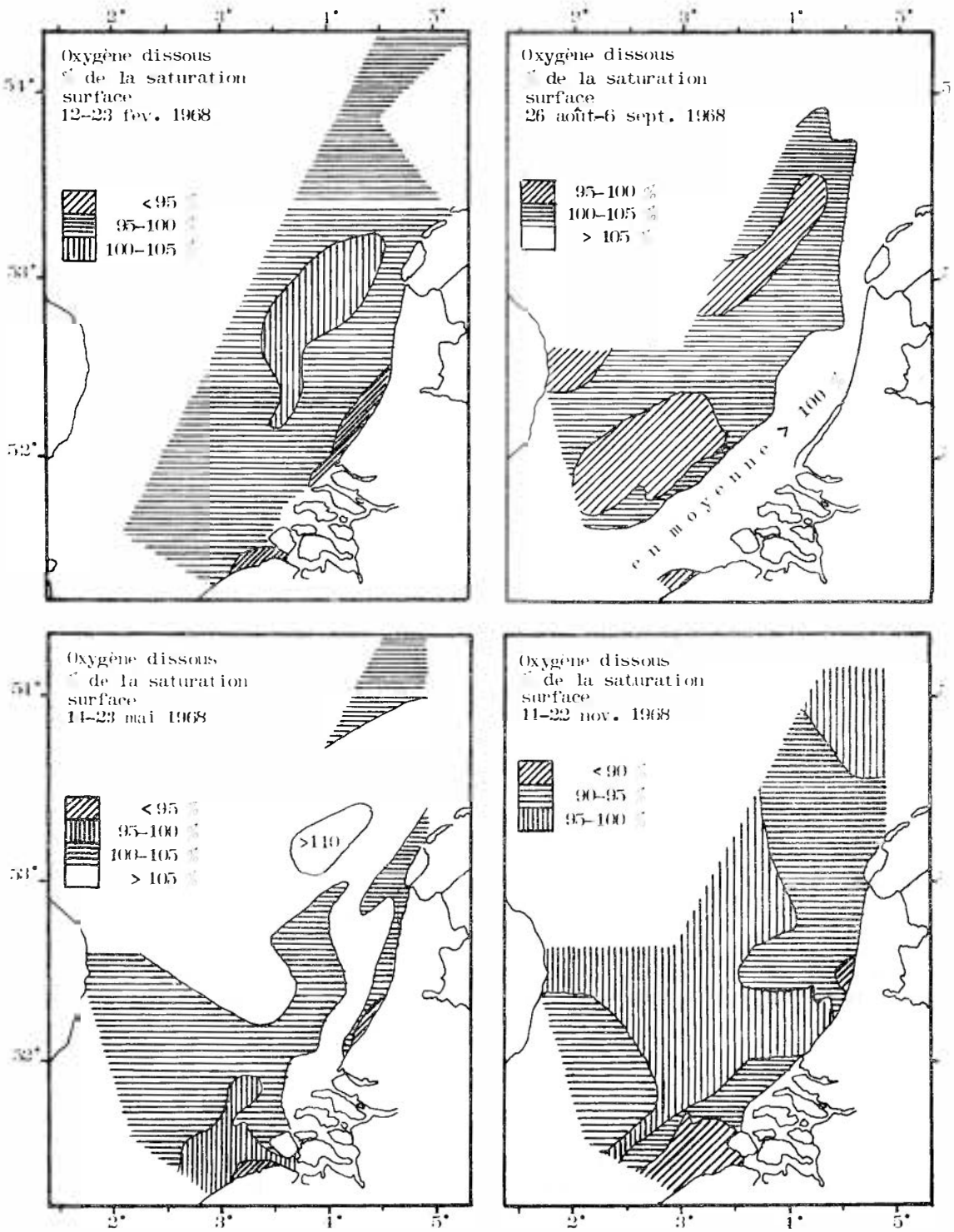


FIG. 40. — Oxygène dissous en % de la saturation dans les eaux de surface de la mer du Nord, en 1968. (S. B. TIJSSEN, 1968.)

En ce qui concerne les méthodes, à des titres divers, il faut mentionner ici: W. R. H. ATKINS (NO_3, 1932); H. BARNES et A. R. FOLKARD (NO_2, 1951); T. VON BRAND et H. W. RAKESTRAW (1940, 1941); P. G. BRENDER et P. RILEY (1967); K. BUCH (NH_3, 1920, 1923, 1929, 1932); M. BULJAN (1951); L. H. N. COOPER (1932); K. L. GAD-ANDRESEN (NH_3-NO_2-NO_3, 1923); M. GILBRICHT (NH_3, 1961); K. GRESHOFF (1964); H. W. HARVEY (1929); A. B. ISAEVA (1956); A. KROGH et A. KEYS (1934); M. LEROY (NO_3, 1967); K. T. MARWIN (NO_2-NO_3-, 1955); Y. MATIDA (NO_3, 1951); C. MATSUDARI et T. TSUDA (NH_3-N organique, 1957); A. W. MORRIS et J. P. RILEY (1963); J. P. RILEY et SINHASENI (NH_3, 1957); O. SUND (NO_3, 1929); R. F. VACCARO (N minéral, 1965); H. WATTENBERG (NH_3, 1929); H. WATTENBERG (NH_3-NO_2-NO_3, 1931) et en 1937 une étude critique sur les méthodes; E. P. WOOD, F. A. J. ARMSTRONG, F. A. RICHARDS (NO_3, 1967); B. M. G. ZWICKER et R. J. ROBINSON (1944).

En ce qui concerne les études sur la répartition : J. GELBING (1910, 1911); H. W. HARVEY (NO_3, 1926, 1928); R. MULLER et O. WIDEMANN (1955); B. S. NEWELL (NH_3, 1967); A. P. ORR (NO_2, 1926); N. W. RAKESTRAW (NO_2, 1936); H. THOMSEN (NO_3, 1933).

Les cycles de l'azote ont retenu l'attention de chercheurs tels L. H. N. COOPER (1937); H. C. GILSON (1937); R. P. HAMILTON (1964) qui s'est particulièrement intéressé aux processus photochimiques dans le cycle; Y. MIYAKE et MITARO WADA (1968), et H. POSTMA (1966) qui a étudié le cycle de l'azote dans le Waddenzee.

Le mécanisme de la nitrification fit l'objet de travaux de B. ISSATCHENKO (1926); C. B. LIMAN (1922); G. RHEINHEIMER (1967) dans le Waddenzee et C. E. ZOBELL (1933) qui a traité de questions photochimiques.

Depuis un certain temps on s'est intéressé à l'azote contenu dans les matières en suspension : O. HOLM-HANSEN (1968); K. BRANDT (1937-1938); T. VON BRAND (1935, 1937, 1938); L. H. N. COOPER (NH_3, 1939).

La décomposition et la régénération ont été étudiées par T. VON BRAND et N. W. RAKESTRAW (1937, 1941); J. J. MCISAAK et R. C. DUGDALE (cinétique, 1969); N. W. RAKESTRAW et T. VON BRAND (1947).

Le rapport N/P a été étudié par L. H. N. COOPER (1937, 1938) et l'azote en tant que oligoélément par K. BRANDT (1929).

Dans la mer, la grande réserve d'azote combiné se trouve sous forme de nitrates Elle varie de la même manière que les phosphates.

De l'eau de mer, provenant de diverses localités et de différentes profondeurs, contient de 4 à 13 fois plus de nitrates (N) que de phosphates (P), quand la concentration en ces sels nutritifs n'a pas été trop affaiblie par le phytoplancton.

Le cycle des composés azotés, dans la mer, est plus compliqué que celui des composés phosphorés (H. W. HARVEY, 1949).

Le phytoplancton peut utiliser les composés azotés variés; les animaux marins en excrètent plusieurs sortes dans la mer; il existe des bactéries capables de reconstituer des nitrites et des nitrates à partir des stades de dégradation comme celui de l'ammonium; il existe des bactéries capables de fixer et de libérer l'azote atmosphérique, et une oxydation directe de l'ammonium peut être due à des activateurs, autres que les bactéries.

Les diatomées planctoniques peuvent utiliser les nitrates, les nitrites et l'ammonium, ainsi que l'urée et l'acide urique. Il n'est pas étonnant que les diatomées puissent utiliser directement l'urée, car elle se dissocie partiellement dans l'eau de mer en ammonium et cyanate; la constante d'équilibre donnée par L. H. N. COOPER (1937) montre bien qu'elle est en majeure partie dissociée dans l'eau de mer. Les diatomées planctoniques et les bactéries qui leur sont associées, peuvent utiliser facilement quelques amines et acides aminés, mais il en existe qu'elles semblent incapables d'utiliser (H. W. HARVEY, 1940), comme la trimethylamine.

Les animaux marins excrètent de grandes quantités d'azote sous forme d'ammonium, d'urée, d'acide urique, de trimethylamine et d'acides aminés.

D'après les analyses d'excreta de plusieurs animaux marins, citées d'après E. BALDWIN (1937), il semble que la matière organique azotée des éléments végétaux absorbée par les animaux est digérée, puis subit une régénération directe sous forme de composés qui peuvent être utilisés, sans désintégration plus poussée. L'excrétion, qui a lieu dans la zone photosynthétique, donne, la plupart du temps, des produits directement assimilables.

L'eau de mer ne contient qu'une faible quantité de l'azote présent dans les organismes et les détritus; selon T. VON BRAND (1938), elle ne contiendrait que quelques milligrammes d'azote organique par mètre cube, tandis que la matière organique en suspension en contiendrait 100 mg et, souvent, davantage.

L'oxydation de l'ammonium et la formation réversible des différents produits qui suit celle de l'ammonium n'ont probablement aucun effet sur la vie végétale de la mer. Toutefois, des expériences ont montré que les diatomées du phytoplancton utiliseraient l'ammonium de préférence aux nitrates (H. W. HARVEY, 1940).

Les matières azotées (J. GIRAL, 1929) qui peuvent exister dans l'eau de mer constituent un ensemble assez complexe de corps de composition et de constitution chimiques variées et, aussi, dans des états divers d'agrégation moléculaire. Lorsqu'on observe que la matière vivante existant dans les océans dépasse sûrement 10^{14} tonnes, que cette matière est continuellement en transformation chimique et physique, que ces transformations intéressent la matière vivante aussi bien que la matière morte et qu'elles sont aussi de nature très différente (hydrolyse, saponification, oxydation, réduction, coagulation, dissociation, etc.), on pourra se rendre compte de la diversité d'espèces chimiques qui existent dans l'eau de mer. Le métabolisme cellulaire, incessamment renouvelé, les fermentations nitrifiantes et dénitrifiantes, et les phénomènes de putréfaction sont à l'origine de tout cet ensemble de produits azotés.

TABLEAU 68.
Teneur en azote nitrique des eaux de la mer du Nord.
(D'après K. BRANDT.)

Mois	mg/litre	Nombre d'observations	Mois	mg/litre	Nombre d'observations
II	0,157	41	VIII	0,085	41
III	—	—	IX	0,200	3
IV	—	—	X	0,105	6
V	0,144	65	XI	0,089	50
VI	0,132	2	XII	—	—
VII	0,060	4			

TABLEAU 69.

Phosphore, azote et silice dans l'eau de la mer du Nord.
Moyennes mensuelles.
(D'après K. BRANDT.)

Mois	P_2O_5 mg/m³	Azote			$Si\,O_2$ mg/m³
		Nitrates mg/m³	Ammoniaques mg/m³	Ammoniaque albumi-noïdique mg/m³	
II	134	157	64	—	738
III	139	—	—	—	—
IV	—	—	—	—	—
V	75	144	65	110	658
VI	67	132	45	192	1.030
VII	104	60	50	112	—
VIII	123	85	60	—	848
IX	155	200	40	153	905
X	118	105	43	118	1.000
XI	161	89	59	85	864
XII	—	—	—	—	—

Dans un premier travail E. RABEN (1905) a publié diverses mesures de composés azotés (tabl. 70 à 75).

TABLEAU 70.

Mesures des différents composés azotés en mer du Nord.
(D'après E. RABEN, 1905.)
Résultats en mg/litre.

Station	Profondeur m	NH_4 en N	NH_2+NO_3 en N	$NH_3+N_2O_3$ en N
		Février 1903		
1	0	0,139	0,180	0,238
2	0	—	—	0,152
	20	—	—	0,072
3	0	—	—	0,131
	50	—	—	0,067
4	0	—	—	—
4*a*	0	—	—	—
5	0	—	—	—
6	0	—	—	—
7	0	—	—	—
8	0	—	—	—
9	0	—	—	—
10	0	—	—	—
11	0	—	—	—
12	0	—	—	—
	0	—	—	—
13	0	—	—	—
14	0	—	—	—
15	0	—	—	—

TABLEAU 70 *(suite)*.

Station	Profondeur m	NH_4 en N	$NH_2 + NO_3$ en N	$NO_3 + N_2O_3$ en N
		Mai 1903		
1	0	0,115	0,180	0,203
2	0	—	—	0,136
	20	—	—	—
3	0	—	—	0,150
	50	—	—	—
4	0	0,090	0,173	0,190
4a	0	—	—	—
5	0	—	—	0,145
6	0	—	—	0,126
7	0	0,086	0,151	0,200
8	0	—	—	0,167
9	0	—	—	0,101
10	0	—	—	0,099
11	0	—	—	0,100
12	0	—	—	0,104
	0	—	—	—
13	0	—	—	0,142
14	0	—	—	0,091
15	0	—	—	0,084

Station	Profondeur m	NH_4 en N	$NH_2 + NO_3$ en N	$NH_3 + N_2O_3$ en N
		Août 1903		
1	0	0,154	0,156	0,165
2	0	—	—	0,133
	20	—	—	—
3	0	—	—	0,143
	50	—	—	—
4	0	0,105	0,164	0,149
4a	0	—	—	0,168
5	0	—	—	0,159
6	0	—	—	0,159
7	0	0,107	0,196	0,186
8	0	—	—	0,208
9	0	—	—	0,260
10	0	—	—	0,287
11	0	—	—	0,206
12	0	—	—	0,288
	0	—	—	—
13	0	—	—	0,181
14	0	—	—	0,201
15	0	—	—	0,219

TABLEAU 70 *(suite)*.

Station	Profondeur m	NH_4 en N	NH_2+NO_3 en N	$NO_3+N_2O_3$ en N
		Novembre 1903		
1	0	0,090	0,195	0,273
2	0	—	—	0,209
	20	—	—	—
3	0	—	—	0,239
	50	—	—	—
4	0	0,092	0,159	0,254
4*a*	0	—	—	—
5	0	—	—	0,300
6	0	—	—	0,243
7	0	0,078	0,209	0,249
8	0	—	—	0,257
9	0	—	—	0,219
10	0	—	—	0,235
11	0	—	—	0,172
12	0	—	—	—
×	0	—	—	0,273
13	0	—	—	—
14	0	—	—	0,259
15	0	—	—	0,266

TABLEAU 71.

Mesures des différents composés azotés en mer du Nord (février 1904).
(D'après E. RABEN, 1905.)
Résultats en mg/litre.

Station	Profondeur m	NH_4 comme N	NO_2+NO_3 comme N	N total
1	0	0,071	0,168	0,200
	39	0,052	0,184	0,220
2	0	0,038	0,184	0,212
3	0	0,036	0,196	0,240
14	0	0,059	0,192	0,230
	29	0,046	0,256	0,240
15	0	0,041	0,316	0,250
	26,5	0,073	0,294	0,271

TABLEAU 72.

Mesures des différents composés azotés en mer du Nord (1904).
Eaux de surface — Moyennes mensuelles calculées.
(D'après les données de E. RABEN, 1905.)

Mois	Ammoniaque comme N	Nitrates + nitrites comme N	N total	NO_2+NO_3 en NO_3	Nombre d'échantillons
V	0,065	0,217	0,284	0,960	15
VIII	0,061	0,079	0,145	0,350	14
IX	0,043	0,101	0,136	0,447	15

TABLEAU 73.

Concentration des différents composés azotés en mer du Nord.
(D'après E. RABEN, 1905.)
Résultats en mg/litre.

Date	Profondeur m	NH_1 en N	NO_2+NO_3 en N	N total	NO_2+NO_3 en NO_3
			Station 1.		
1904					
V	0	0,089	0,294	0,352	1,301
	39	0,079	0,239	0,262	1,058
VIII	0	0,075	0,097	0,175	0,429
	39	0,065	0,090	0,161	0,398
XI	0	0,035	0,097	0,102	0,429
	38	0,038	0,064	0,099	0,283
			Station 2.		
1904					
V	0	0,060	0,217	0,259	0,960
VIII	0	0,048	0,084	0,132	0,372
XI	0	0,043	0,058	0,101	0,257
			Station 3.		
1904					
V	0	0,052	0,288	0,289	1,275
VIII	0	0,061	0,081	0,121	0,358
XI	0	0,029	0,095	0,106	0,420
			Station 4.		
1904					
V	0	0,062	0,195	0,236	0,863
	80	0,060	0,263	0,296	1,164
VIII	0	0,034	0,081	0,127	0,358
	83	0,083	0,098	0,181	0,434
XI	0	0,028	0,077	0,099	0,341
	84,5	0,028	0,112	0,135	0,496
			Station 5.		
1904					
V	0	0,057	0,254	0,271	1,124
VIII	0	0,053	0,081	0,158	0,359
XI	0	0,022	0,082	0,099	0,363
			Station 6.		
1904					
V	0	0,057	0,260	0,258	1,151
VIII	0	0,097	0,074	0,180	0,327
XI	0	0,036	0,115	0,158	0,509
			Station 7.		
1904					
V	0	0,075	0,175	0,242	0,775
VIII	0	0,065	0,083	0,145	0,367
XI	0	0,028	0,111	0,150	0,491
	285	0,035	0,182	0,201	0,806

TABLEAU 73 (*suite*).

Date	Profondeur m	NH_4 en N	$NO_2 + NO_3$ en N	N total	$NO_2 + NO_3$ en NO_2
			Station 8.		
1904					
V	0	0,088	0,190	0,321	0,841
VIII	0	0,044	0,065	0,123	0,288
	0	0,059	0,084	0,162	0,372
	310	0,055	0,171	0,209	0,757
XI	0	0,029	0,123	0,154	0,544
			Station 9.		
1904					
V	0	0,110	0,207	0,308	0,916
VIII	0	0,084	0,071	0,143	0,314
XI	0	0,140	0,118	0,260	0,522
			Station 10.		
1904					
V	0	0,110	0,152	0,228	0,673
	280	0,044	0,335	0,365	1,483
VIII	0	0,061	0,067	0,145	0,296
XI	0	0,042	0,115	9,145	0,509
			Station 11.		
1904					
V	0	0,040	0,224	0,350	0,991
VIII	0	0,057	0,077	0,144	0,341
XI	0	0,036	0,116	0,140	0,513
			Station 12.		
1904					
V	0	0,041	0,233	0,378	1,031
VIII	0	0,058	0,084	0,155	0,372
XI	0	0,042	0,107	0,138	0,473
			Station 13.		
1904					
V	0	0,042	0,185	0,237	0,819
XI	0	0,045	0,096	0,139	0,425
			Station 14.		
1904					
V	0	0,048	0,168	0,251	0,744
VIII	0	0,061	0,084	0,153	0,372
XI	0	0,042	0,101	0,137	0,447
			Station 15.		
1904					
V	0	0,045	0,218	0,290	0,963
XI	0	0,045	0,100	0,120	0,443

Un autre travail de E. RABEN (1910) contient les tables des mesures de l'azote en mer du Nord aux stations N.

TABLEAU 74.

Mesures des différents composés azotés en mer du Nord.
(D'après E. RABEN, 1910.)
Résultats en mg/litre.

Dates	Profondeur m	NH_4 en N	$NO_2 + NO_3$ en N	N total
		Station 1.		
1905				
II	0	0,099	0,176	0,241
	38	0,083	0,164	0,207
V	0	0,082	0,095	0,164
	39	0,081	0,142	0,241
VIII	0	0,081	0,079	0,187
	39	0,074	0,090	0,147
XI	0	0,073	0,085	0,126
1906				
II	0	0,074	0,078	0,117
V	0	0,080	0,077	0,148
VIII	0	0,061	0,079	0,149
XI	0	0,076	0,091	0,141
		Station 2.		
1905				
V	0	0,082	0,116	0,168
VIII	0	0,061	0,082	0,158
XI	0	0,071	0,082	0,113
1906				
II	0	0,066	0,096	0,135
V	0	0,074	0,084	0,174
VIII	0	0,054	0,084	0,153
XI	0	0,048	0,098	0,124
		Station 3.		
1905				
II	0	0,049	0,171	0,188
V	0	0,091	0,120	0,179
VIII	0	0,058	0,087	0,151
XI	0	0,080	0,089	0,149
1906				
II	0	0,061	0,077	0,154
V	0	0,078	0,091	0,141
VIII	0	0,054	0,088	0,140
XI	0	0,062	0,087	0,138
		Station 4.		
1905				
II	0	0,064	0,203	0,242
	81	0,065	0,162	0,203
V	0	0,082	0,114	0,216
	82	0,086	0,161	0,227
VIII	0	0,049	0,088	0,117
	80	0,070	0,091	0,147
XI	0	0,076	0,097	0,126
1906				
II	0	0,056	0,083	0,136
V	0	0,069	0,086	0,172
VIII	0	0,056	0,098	0,168
XI	0	0,055	0,079	0,119

TABLEAU 74 (*suite*).

Dates	Profondeur m	NH_4 en N	$NO_2 + NO_3$ en N	N total
		Station 5.		
1905				
II	0	0,065	0,185	0,227
V	0	0,085	0,098	0,177
VIII	0	0,064	0,077	0,168
XI	0	0,067	0,091	0,110
1906				
II	0	0,061	0,083	0,141
V	0	0,072	0,076	0,135
VIII	0	0,049	0,094	0,131
		Station 6.		
1905				
II	0	0,038	0,200	0,235
V	0	0,085	0,098	0,077
VIII	0	0,064	0,077	0,168
XI	0	0,067	0,087	0,116
1906				
II	0	0,065	0,095	0,150
V	0	0,081	0,078	0,167
VIII	0	0,047	0,091	0,142
XI	0	0,056	0,085	0,124
		Station 7.		
1905				
II	0	0,038	0,199	0,211
	265	0,038	0,224	0,228
V	0	0,080	0,100	0,159
	295	0,098	0,169	0,247
VIII	0	0,058	0,079	0,125
XI	0	0,078	0,087	0,146
1906				
II	0	0,066	0,090	0,150
V	0	0,082	0,078	0,145
VIII	0	0,058	0,087	0,165
XI	0	0,059	0,076	0,121
		Station 8.		
1905				
II	0	0,065	0,179	0,219
V	0	0,087	0,096	0,180
VIII	0	0,052	0,080	0,151
XI	0	0,068	0,086	0,144
1906				
II	0	0,062	0,085	0,155
V	0	0,078	0,082	0,151
VIII	0	0,055	0,092	0,129
XI	0	0,081	0,068	0,132
		Station 9.		
1905				
II	0	0,065	0,179	0,219
V	0	0,094	0,112	0,191
VIII	0	0,064	0,098	0,136
XI	0	0,062	0,092	0,164
1906				
II	0	0,067	0,076	0,142
V	0	0,067	0,091	0,169
VIII	0	0,047	0,091	0,142
XI	0	0,074	0,069	0,138

TABLEAU 74 (*suite*).

Dates	Profondeur m	NH_4 en N	NO_2+NO_3 en N	N total
		Station 10.		
1905				
II	0	0,042	0,241	0,230
V	0	0,101	0,121	0,209
VIII	0	0,064	0,099	0,178
XI	0	0,067	0,088	0,135
1906				
II	0	0,060	0,084	0,152
V	0	0,076	0,090	0,186
VIII	0	0,064	0,092	0,137
XI	0	0,058	0,092	0,141
		Station 11.		
1905				
II	0	0,053	0,184	0,223
V	0	0,111	0,137	0,221
VIII	0	0,059	0,089	0,170
XI	0	0,064	0,093	0,153
1906				
II	0	0,067	0,096	0,151
V	0	0,076	0,094	0,158
VIII	0	0,066	0,108	0,151
XI	0	0,061	0,094	0,137
		Station 12.		
1905				
II	0	0,056	0,258	0,233
V	0	0,124	0,105	0,237
VIII	0	0,047	0,101	0,143
XI	0	0,063	0,091	0,139
1906				
II	0	0,060	0,101	0,148
V	0	0,084	0,100	0,168
VIII	0	0,070	0,112	0,160
XI	0	0,0644	0,110	0,159
		Station 13.		
1905				
II	0	0,061	0,230	0,266
V	0	0,099	0,149	0,259
VIII	0	0,059	0,098	0,131
XI	0	0,063	0,074	0,127
1906				
II	0	0,061	0,084	0,150
V	0	0,086	0,100	0,170
XI	0	0,057	0,088	0,127
		Station 14.		
1905				
II	0	0,077	0,183	0,201
V	0	0,087	0,127	0,198
VIII	0	0,077	0,086	0,184
1906				
V	0	0,077	0,098	0,151
XI	0	0,070	0,091	0,140
		Station 15.		
1905				
II	0	0,110	0,194	0,349
V	0	0,094	0,141	0,221
VIII	0	0,070	0,087	0,169
XI	0	0,059	0,087	0,158
1906				
II	0	0,098	0,093	0,160
V	0	0,076	0,089	0,157
VIII	0	0,057	0,100	0,138
XI	0	0,084	0,095	0,152

TABLEAU 75.
Mesures des différents composés azotés en mer du Nord.
Eaux de surface. — Moyennes mensuelles calculées.
(D'après les données de E. RABEN, 1910.)

Mois	Ammoniaque comme N	Nitrites + Nitrates comme N	N total	$NO_2 + NO_3$ comme NO_3	Nombre d'échantillons
1905					
II	0,076	0,200	0,235	0,885	14
V	0,092	0,116	0,198	0,513	15
VIII	0,068	0,087	0,154	0,681	15
XI	0,068	0,086	0,136	0,380	14
1906					
II	0,065	0,088	0,146	0,389	15
V	0,077	0,087	0,159	0,385	15
VIII	0,057	0,093	0,146	0,411	13
XI	0,064	0,087	0,135	0,385	14

Résultats en mg/litre — $N \times 4{,}427 = NO_3$

Dans son premier travail sur les dérivés azotés dans l'eau de mer, K. BRANDT (1927) a publié des chiffres intéressant plus ou moins la mer du Nord méridionale, mais dont certains mériteraient cependant une revision (tabl. 76).

TABLEAU 76.
Mer du Nord. — Eaux de surface.
mg N_2O_5 — N/m^3.
(D'après K. BRANDT, 1927.)

		mg N/m^3	Nombre d'analyses	Moyenne	Moyenne mensuelle	Mois
1. Début février	1904	201	12	201	153	II
2. Mi-février	1905	187	14	134		
	1906	84	15			
3. Début mai	1904	219	15	184	143	V
	1911	158	5			
	1914	159	15			
4. Fin mai	1905	111	15	96		
	1906	80	15			
5. Début juin	1911	150	1	150	150	VI
6. Mi-juillet	1914	60	4	60	60	VII
7. Début août	1904	82	13	82	85	VIII
8. Mi-août	1905	90	15	87		
	1906	83	13			
9. Début septembre	1912	200	3	200	200	IX
10. Début octobre	1912	105	6	105	105	X
11. Mi-novembre	1912	130	7	89	89	XI
	1904	97	15			
	1905	70	14			
	1906	79	14			

TABLEAU 77.

Mer du Nord. — Eaux de surface.
Azote albuminoïdique.
mg/m³ en N.
(D'après K. BRANDT, 1927.)

Mois :	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
0 m	119	100	103	—	130	127	85
Profondeur	136	190	110	—	150	140	135

Station nº	Profondeur m	Octobre 1912	Station nº	Profondeur m	Octobre 1912
19	0	120	28	0	90
	54	130			
			29	0	100
20	0	110		34	130
23	0	160			
	40	160			

E. RABEN (1914) a publié les résultats des déterminations faites en 1911 et 1912 au point de vue des composés azotés en mer du Nord au cours des croisières du « POSEIDON ». La zone étudiée s'étend entre le 59°4′ et 51°14′ lat. N (tabl. 78).

TABLEAU 78.

Concentration des composés de l'azote en mer du Nord en 1911.
(D'après E. RABEN, 1914.)

Dates	Station	Lat. N	Long. E	Profondeur m	°C	N en mg/l				
						NH_3	NO_2	NO_3	Total	NH_4 albumin.
1911										
V	1	54°49′	5°50′	0	6,10	0,05	0	0,22	0,26	0,14
		54°49′	5°50′	39	4,79	0,07	tr.	0,16	0,20	0,15
	4	56°41′	2°15′	0	6,72	0,04	0	0,22	0,23	0,13
				83	5,81	0,04	0	0,21	0,25	0,14
	7	58° 8′	5°10′	0	6,65	0,04	0	0,14	0,24	0,12
				285	5,83	0,04	tr.	0,25	0,34	0,13
	15	56°45′	6° 6′	0	7,27	0,04	0	0,11	0,14	0,06
	11	57°17′	7°47′	0	8,09	0,08	0	0,11	0,16	0,08
VI	6	58° 0′	4°37′	0	12,72	0,03	0	0,14	0,19	0,10
				100	6,18	0,05	0	0,19	0,26	0,19
		57°55′	4°46′	0	10,90	0,06	0	0,12	0,17	0,28
1912				99	7,70	0,24	0	0,14	0,36	0,40
12.IX	10	59° 4′	5°03′	0	14,40	0,04	0	0,20	0,22	0,13
				247	6,23	0,05	tr.	0,24	0,25	0,17
	4	56°41′	2°15′	0	11,30	0,04	0	0,20	0,23	0,13
				80,5	6,75	0,04	tr.	0,22	0,24	0,13
12.X	19	54°10′	2°45′	0	12,45	0,04	tr.	0,10	0,14	0,12
				54	12,40	0,04	tr.	0,10	0,14	0,13

TABLEAU 78 (*suite*).

Dates	Station	Lat. N	Long. E	Profondeur m	°C	N en mg/l				
						NH_3	NO_2	NO_3	Total	NH_4 albumin.
1912										
12.X	20	52°40′	4° 9′	0	13,05	0,05	tr.	0,09	0,14	0,11
	23	52°38′	3°17′	0	13,18	0,04	tr.	0,10	0,14	0,16
				40	13,15	0,04	tr.	0,10	0,14	0,16
	29	51°14′	2°5,5′	0	13,10	0,04	tr.	0,09	0,13	0,10
				34	13,17	0,05	tr.	0,13	0,18	0,13
	28	51°15′	2° 0′	0	13,20	0,05	tr.	0,14	0,19	0,09
XI	1	54°49′	5°50′	0	10,71	0,04	—	0,17	0,21	—
	2	55°22′	4°18′	0	9,32	0,05	—	0,11	0,16	—
	3	56° 2′	3°16′	0	8,60	0,04	—	0,14	0,18	—
	4	56°41′	2°15′	0	8,53	0,05	—	0,13	0,18	—
				75	7,61	0,04	—	0,20	0,24	—
	7	58° 8′	5°10′	0	7,50	0,04	tr.	0,13	0,17	0,09

TABLEAU 79.

Teneur en nitrates aux stations E-1, E-2, E-3 en 1925.
Résultats N_2 en mg par m³.

Profondeur m	13 mai 1925			8 juillet 1925			11 et 15.XII.1925	
	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2
0	2	—	67	4	3 (1)	40 (1)	38	—
10	3	55	87	—	—	—	40	106
20	5	—	85	4	24 (2)	40 (2)	43 (2)	120 (2)
30	2	53	67	—	—	—	—	—
50	9	15	67	—	29	40	48	120
70	8	—	—	4	—	—	43	—
90		29	—		29	—		132
105			67			40		

(1) Valeur de la couche de 5 m.
(2) Valeur de la couche de 25 m.

Nous trouvons chez W. R. G. ATKINS (1926) un tableau consacré aux nitrates dosés aux stations E-1, E-2, E-3 en 1925, stations situées à l'entrée de la Manche occidentale (tabl. 79).

W. R. G. ATKINS fait remarquer à ce sujet que, au large, les phosphates et les nitrates sont tous les deux complètement utilisés par le phytoplancton, mais une comparaison plus poussée des résultats montre que parfois l'une substance, parfois l'autre apparaît comme étant le facteur limitant.

Les tableaux 82 et 83, au paragraphe consacré aux concentrations des phosphates, renferment les concentrations de ces deux composés classées de manière à rendre une comparaison possible.

D'après W. R. G. ATKINS, l'étude de ce tableau montre clairement qu'au cours des mois d'avril, mai et juillet, l'eau de surface est moins riche en phosphates qu'en nitrates; lorsqu'on considère la couche des vingt premiers mètres, on ne trouve qu'une légère différence et, en juin, des valeurs de surface identiques.

Lorsqu'on étudie la colonne d'eau totale, on constate un fait très important : notamment qu'il y a une diminution progressive en nitrates jusqu'au 5 août, où la colonne entière est presque complètement démunie d'azote minéral.

La valeur est cependant un peu moins basse que celle du 8 juillet. Mais les phosphates ont montré, au cours de la période d'avril à août, des variations marquées, une montée le 3 juin et une, plus grande, le 5 août; il apparaît donc que les phosphates sont régénérés plus rapidement que les nitrates, au cours de cette partie de l'année. Plus tard, toutefois, les nitrates sont régénérés plus rapidement que les phosphates. Voici l'explication probable de ce fait : la régénération des phosphates est pour la plus grande part simplement due à la dégradation des produits organiques dans lesquels le radical phosphate est engagé tel quel, mais une partie est retenue dans des composés plus complexes et, sous forme insoluble et agrégée de phosphate de calcium, dans des exosquelettes et des squelettes.

La production des nitrates, au contraire, se fait en plusieurs étapes, de sorte qu'il y a nécessairement une période latente lorsque le protoplasme est d'abord dégradé en sels ammoniacaux, qui à leur tour doivent être convertis en nitrates. Il en résulte que, pendant cette période latente pour les nitrates, une accumulation de phosphates peut avoir lieu, lesquels, toutefois, sont ensuite rapidement dépassés par la formation de nitrates.

C'est l'interprétation qu'il semble falloir donner aux chiffres du mois d'août durant lequel beaucoup de nitrates régénérés ont été utilisés pour la production du phytoplancton. La quantité de phosphates est descendue à la valeur la plus basse trouvée durant trois ans.

A la surface, la formation de ces deux substances est suspendue. Le 1er octobre, les nitrates ont une prépondérance définie dans les eaux profondes; celle-ci devient encore plus grande en novembre durant lequel les concentrations ont été : phosphate 25, nitrate 68 mg par m^3 dans l'eau de surface.

Nous possédons encore une brève étude sur la distribution des phosphates et des nitrates dans la mer du Nord en mai 1932 par H. THOMSEN (1933).

Enfin, K. BRANDT (1929) estime que la teneur moyenne en nitrates en surface de la mer du Nord comporte d'après les déterminations de E. RABEN, 120 à 140 mg de N par mètre cube. On constate deux maxima (environ 200 mg $N\text{-}NO_3$), l'un en février et mars, l'autre au début de septembre. En dehors de ces deux maxima on peut encore observer un léger accroissement en juin et en décembre. La teneur est la plus basse en juillet (en moyenne 60 mg N); mais la plus basse mesurée est de 30 mg. En août, et aussi en novembre, on a trouvé fort peu de $N\text{-}NO_3$ en surface, en moyenne 80 mg. En mer du Nord on a mesuré des quantités de nitrates d'autant plus élevées que la station est plus profonde. Il estime que des algues planctoniques consommant des quantités de nitrates, n'existant pas à ces profondeurs, l'enrichissement est ainsi possible. D'autre part, la dégradation de la matière organique ayant surtout lieu près du fond, on a pu montrer qu'il se forme beaucoup d'ammoniaque et de nitrates au cours de l'été dans la vase du fond de la

mer du Nord, mais qu'ils y sont retenus provisoirement, de sorte que les nitrates des couches profondes atteignent un minimum en juillet et restent aussi très minimes en août. A partir de ce moment, les teneurs de la vase diminuent, dès septembre, mais augmentent dans les couches aquatiques provoquant alors la forte floraison automnale.

L'acide nitreux est bien certainement le composé le plus labile de toutes les substances minérales étudiées ici. Pour cette raison la configuration de la carte de E. GOEDECKE (fig. 41) est-elle un peu particulière. On ne peut plus suivre la direction de l'eau océanique riche en sels et des phénomènes caractéristiques ne se produisent pas. De toutes les zones observées précédemment, seules la langue du Thames, l'eau côtière secondaire de la Manche et la plus méridionale des deux régions à minimum restent visibles et on se trouve devant un certain nombre de faits nouveaux dans cette répartition des nitrites.

D'après l'auteur, l'explication suivante semble le mieux rendre compte des faits. Cette région de forte concentration en nitrites en fait, en réalité, une zone de mélange important au point de vue biologique. Une des conséquences du mélange, la diminution de la salinité, et donc le changement des conditions optimales pour les associations végétales et animales, est la mort, dans cette zone, de la grande majorité des organismes les plus délicats du plancton. (CHR. BROCKMANN, 1908) qui cèdent à l'eau leurs constituants organiques. Une nouvelle association se développe alors, composée, avant tout, de bactéries, entre autres de bactéries nitreuses qui, par une augmentation de leur métabolisme, provoquent ainsi une plus forte production de nitrites. Il s'agit donc apparemment ici d'une région limitée « région de mort » ou, en d'autres termes, d'une région d'anabolisme et de catabolisme accentués. Des recherches futures devront prouver si cette manière de voir est tout à fait correcte. Il en est de même pour la station 42 d'eau secondaire littorale de la Manche, où on se trouve devant un problème analogue, mais de plus petite envergure, et où la teneur en nitrites est de 10 mg par mètre cube.

La répartition de l'ammonium et des nitrites n'a pas été beaucoup étudiée. L. H. N. COOPER (1933) a suivi les variations saisonnières de la teneur en azote ammoniacal dans les eaux de la Manche (fig. 42). Plus près du littoral, on trouve des concentrations plus élevées, allant jusque 200 mg par m^3.

W. R. G. ATKINS (1930) a constaté, au cours du mois d'août 1928, en une station de la Manche, une concentration considérable, atteignant près de 38 mg de nitrites (N) par m^3, située sous le thermocline, mais à la partie inférieure de la zone photosynthétique. En cette même station, L. H. N. COOPER (1933) a suivi les variations des nitrites au cours de l'année 1932 : du mois de mai au mois de juillet, il y a épuisement total des nitrites dans les couches de surface.

En ce qui concerne l'azote dans l'eau de mer, L. H. N. COOPER a publié, en 1937-1938, un important travail sur cette question, lequel, malgré le nombre d'années écoulées depuis, constitue néanmoins un apport précieux pour la compréhension du cycle (fig. 43).

Au moyen d'un plan de travail élaboré suivant une représentation schématique, les diverses réactions et groupes de réactions ont pu être numérotées, suivant leur séquence logique, et axées autour de l'ion ammonium NH_3 considéré comme noyau central.

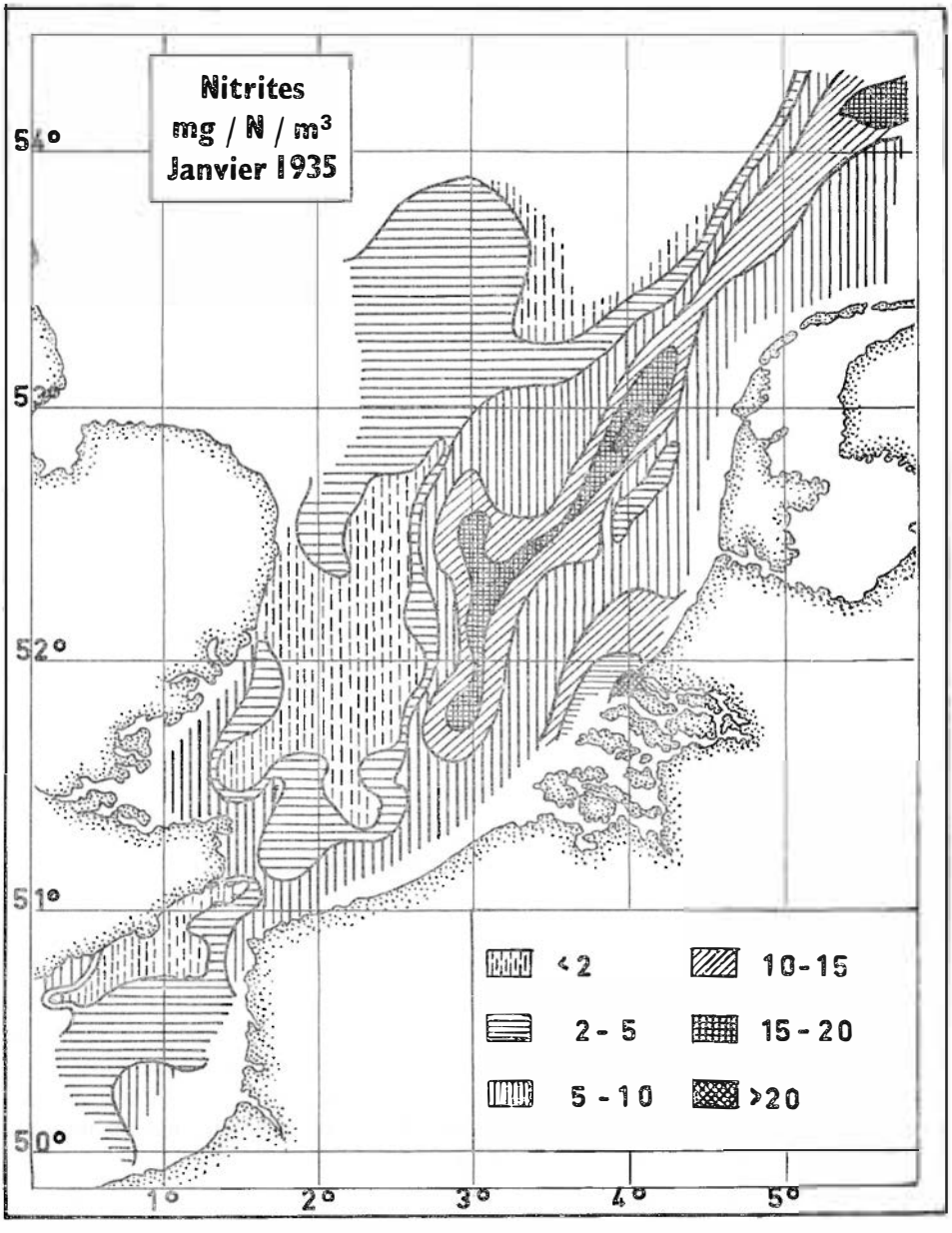


FIG. 41. — Répartition des nitrites ($N\text{-}NO_2$ mg/m³) en janvier 1935.
Croisière du R.F.D. « POSEIDON ».
(K. KALLE, 1937.)

Deux points préliminaires sont à envisager d'abord.

a) L'azote des matières en suspension, y compris le plancton. En 1934, à la station L-4 à 8 milles S 37° W de Plymouth, en Manche, au moyen d'un filet à plancton quantitatif (200 mailles par pouce), un grand nombre de prélèvements ont été exécutés par H. W. HARVEY. Les analyses par la micro-méthode de KJELDAHL (L. H. N. COOPER, 1934), ont donné 0,3 à 0,7 atomes-mg N par m^3 d'eau de mer (L. H. N. COOPER, 1937). Comme le nannoplancton et du détritus ont passé au travers des mailles du filet, les résultats se rapprochent bien de ceux obtenus par T. VON BRAND (1937) sur des eaux similaires.

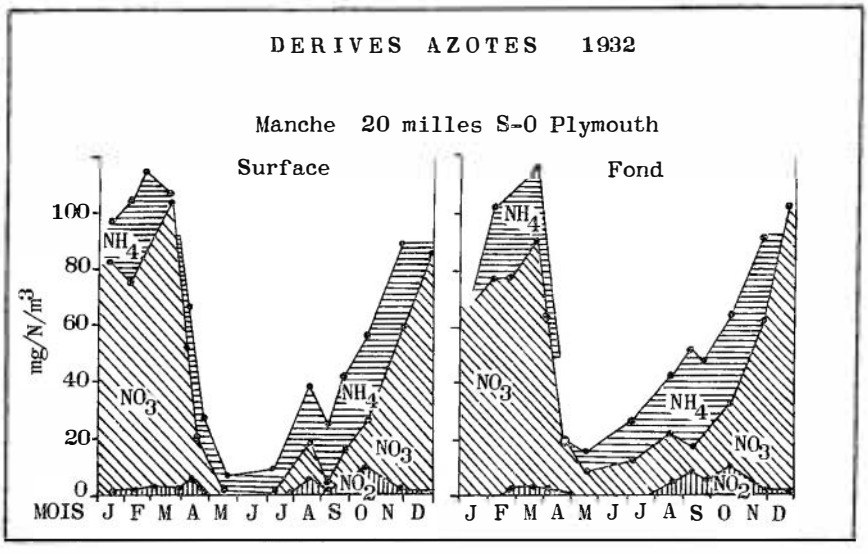


FIG. 42. — Répartition des dérivés azotés en profondeur en Manche, 1932 (H. W. HARVEY, 1945).

b) L'azote organique dissous. R. J. ROBINSON et H. E. WIRTH (1934) ont déterminé le N albuminoïdique et organique dans les eaux du Pacifique et ont trouvé en moyenne 3 atome-mg de N albuminoïdique et 6 atome-mg N organique par m^3 (H. BRANDT, 1927).

Examinons maintenant les diverses réactions et groupes de réactions tels que L. H. N. COOPER nous les propose.

Groupe 1. — *Formation de méthylamines.*

Des quantités considérables de bétaïnes, comme la choline

$$(CH_3)_3N(OH)CH_2CH_2OH$$

existent dans les tissus animaux et leur hydrolyse conduit à l'oxyde de trimethylamine $(CH_3)_3NO$.

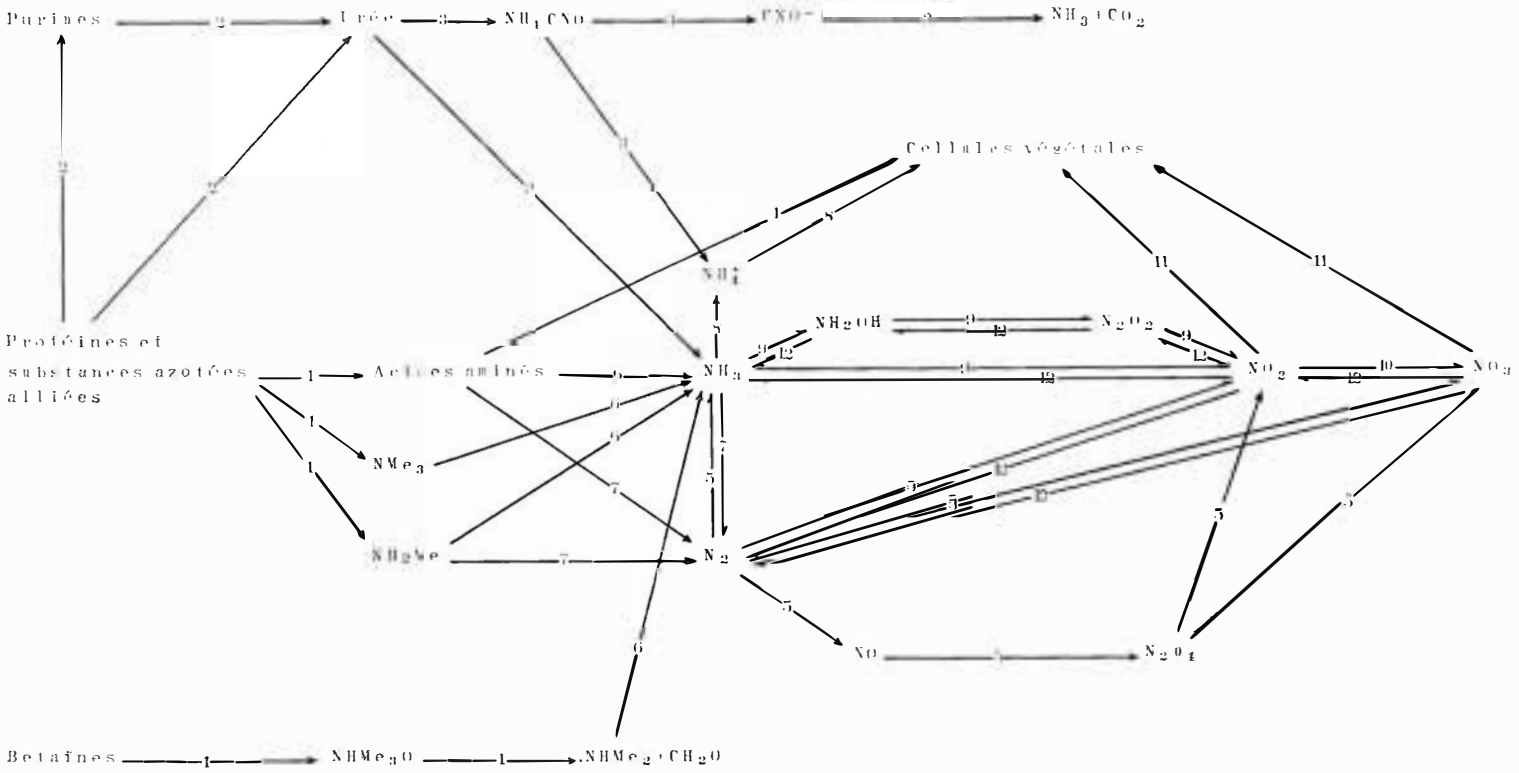


FIG. 43. — Schéma du cycle de l'azote en eau de mer (L. H. N. COOPER).
Les chiffres se rapportent aux réactions et groupes de réactions et renvoyent au texte.
Me=méthylamine.

Cet oxyde a été retrouvé tel quel dans les muscles de tous les poissons examinés à l'époque et dans beaucoup d'invertébrés, apparemment comme un produit final de la désassimilation; la triméthylamine existe aussi dans les poissons et dans certaines algues marines telles *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus* (R. KAPELLEN-ADLER et J. KRAEL, 1930). Après la mort de l'organisme, l'amine et son oxyde se dissolvent dans l'eau de mer, l'oxyde se décompose en diméthylamine et formaldéhyde :

$$(CH_3)_2NH + HCHO.$$

On a toujours trouvé les méthylamines mono : $(CH_3)NH_2$, di : $(CH_3)_2NH$ et la trimethylamine $(CH_3)_3N$, parmi les produits d'excrétion des animaux et elles sont connues comme produits de dégradation des protéines. On estime qu'elles sont éliminées en grandes quantités dans la mer. La détermination d'ailleurs, par distillation, de l'ammonium, dissous dans l'eau de mer, englobe également ces méthylamines. Dans la méthode par Nesslérisation (L. H. N. COOPER, 1933), telle qu'elle a été proposée par H. WATTENBERG (1937), elles ne semblent pas interférer.

Groupe 2. — *Formation d'urée.*

Il y a, en règle générale, formation de purines, au cours de la dégradation des protéines et l'urée $CO(NH_2)_2$ constituant le stade suivant de cette dégradation, de grandes quantités sont probablement libérées au sein de l'eau de mer et y jouent un rôle important quoique probablement d'un caractère transitoire.

Groupe 3. — *Décomposition de l'urée.*

On sait qu'une solution aqueuse d'urée s'hydrolyse en formant de l'ammonium et du cyanate d'ammonium. En eau de mer la réaction a lieu suivant l'équation :

$$CO(NH_2)_2 \rightleftharpoons NH_4^+ + CNO^- + 6160 \text{ cal},$$

l'ion CNO^- est finalement hydrolysable en ammonium et acide carbonique. Il est probable qu'une hydrolyse microbienne, aidée par l'uréase, se produit également, mais qu'elle s'ajoute à l'hydrolyse chimique au lieu de se substituer à elle.

C. E. ZOBELL et C. B. FELTHAM (1935) ont déclaré avoir isolé de l'eau de mer trois types différents de bactéries provoquant la scission de l'urée et dont deux libèrent de l'ammonium.

Groupe 4. — *Formation et utilisation d'acides aminés.*

Autrefois, les acides aminés n'avaient jamais été positivement reconnus en eau de mer, mais leur formation par la dégradation des protéines semblait vraisemblable (A. COLLIER, 1956; T. KOYAMA et F. G. THOMPSON, 1959).

La détermination, l'origine, l'utilisation et la répartition des acides aminés en eau de mer ont fait l'objet, depuis, d'un grand nombre de travaux parmi lesquels il faut citer entre autres : W. L. BELSER (1959), Y. K. CHAU et J. P. RILEY (1966), C. B. COWEY (1956), R. W. EPPLEY et P. R. SLOAN (1965), L. FOWDEN (1962), R. R. L. GUILLARD (1963), R. D. HAMILTON et L. J. GREENFIELD (1967), J. A. HELLEBUST (1965), L. M. JEFFREY et D. W. HOOD (1958), R. E. JOHANNES et K. L. WEBB (1965), K. H. PALMORK (1965), K. PARK, W. T. WILLIAMS, J. M.

PRESCOTT et D. W. HOOD (1962), T. R. PARSONS et J. D. H. STRICKLAND (1962), G. W. SAUNDERS (1957), J. F. SLOWEY, L. M. JEFFREY et D. W. HOOD (1959), W. TATSUMO, W. T. WILLIAMS, J. M. PRESCOTT et D. W. HOOD (1961), S. A. WAKSMAN et C. L. CAREY (1935), L. WOOD (1965).

Les acides aminés doivent être considérés comme source importante d'azote dans la mer, mais ils diffèrent en deux points des dérivés minéraux disponibles de l'azote.

L'ammonium existe dans l'eau de mer comme cation NH_4^+ et sous forme de nitrate et de nitrite, comme anion; ce caractère ionique est sans doute important pour leur assimilation. Les acides aminés au contraire, sont des ions dipolaires. La formule de la glycine est :

$$H_3^+ N.CH_2COO^-.$$

D'après les calculs des constantes de dissociation de la glycine, cette dernière, en dissolution dans l'eau de mer, consisterait en 98,5 % d'ions dipolaires et 1,5 % d'ions négatifs, avec des quantités négligeables d'ions positifs et de la molécule $NH_2.CH_2COOH$ non dissociée. Il en serait de même pour la leucine, l'α-alanine et la β-asparagine.

Groupe 5. — *Fixation d'azote libre.*

S. A. WAKSMAN, M. HOTCHKISS et C. L. CAREY (1933) ont étudié la fixation microbienne de l'azote. La présence d'espèces du genre *Azotobacter* en eau de mer — peut-être en symbiose avec des algues marines — a été démontrée. On a signalé le genre aérobie *Clostridium* dans les dépôts benthiques.

D'après les données rassemblées à ce sujet par F. W. CLARKE (1924), la formation annuelle de $N\text{-}NO_3$ paraît être d'environ 2 atome-mg et de 4 à 15 atome-mg de $N\text{-}NH_4$ par m^3. La plus grande quantité d'azote combiné trouvée actuellement en mer provient sans doute d'une fixation atmosphérique. Au cours d'une période limitée d'années, la quantité fixée ainsi ne peut cependant affecter la mer dans son ensemble d'une façon appréciable.

Groupe 6. — *Réactions de dégradation produisant de l'ammonium.*

La désamination de l'urée étant sans doute une réaction simplement chimique, celle des acides aminés et des méthylamines au contraire a probablement lieu par la seule action des bactéries ou par leurs enzymes. La production d'ammonium à partir des matières organiques en mer a été démontrée par S. A. WAKSMAN et C. L. CAREY (1935), T. VON BRAND, N. W. RAKESTRAW et C. E. RENN (1937) et d'autres encore.

R. M. BEESLEY (1914) avait déjà étudié le taux de nitrification d'un certain nombre d'acides aminés et avait trouvé que le processus de production d'ammonium, des nitrates et des nitrites serait identique en ce qui concerne l'urée, l'acide urique, l'asparagine, la glycine, l'acétamide, le sulfate de méthylamine, l'oxalate d'ammonium et le sulfate d'ammonium.

Groupe 7. — *Interaction de la méthylamine, des acides aminés et de l'ammonium avec* NO_2.

Des pertes possibles par la méthylamine, les acides aminés et l'ammonium d'azote sous l'action bien connue des nitrites, méritent d'être examinées ici. Les réactions ont été étudiées par T. W. J. TAYLOR (1928) qui démontra la nécessité de la présence d'acide nitreux libre pour que la réaction puisse se dérouler. Dans chacun des cas envisagés, les mécanismes semblent être identiques, sauf toutefois pour les acides aminés pour lesquels il faut appliquer une autre vitesse de réaction étant donné leur structure dipolaire.

En 1900 SCHUMANN (cité par G. N. LEWIS et M. RANDALL, 1923) détermina la constante d'ionisation de l'acide nitreux

$$\frac{{}^{m}H^{+}\ {}^{m}NO_2^{-}}{{}^{m}HNO_2} = 0{,}00045.$$

Dans une eau de mer contenant 0,5 atome-mg (7 mg) $N\text{-}NO_2$ par mètre cube, la concentration en acide nitreux libre serait de $1{,}1 \times 10^{-5}$ millimoles par m^3.

D'après L. H. N. COOPER (1938), la perte d'azote par l'interaction des amines et des nitrites peut être rejetée comme étant sans aucune importance.

Groupe 8. — *Utilisation directe de l'ammonium par les plantes.*

Comme l'activité de l'ion ammonium ne comporte que trente fois celle de la base non dissociée, l'assimilation de cette dernière depuis l'eau de mer peut s'effectuer. Cependant, dans le sol, l'assimilation de l'ammonium s'observe le plus souvent dans des conditions acides où l'activité du cation peut être plusieurs fois celle de la base non dissociée, de sorte qu'en eau de mer aussi, l'assimilation de l'ammonium se passe probablement la plupart du temps à l'état ionique.

E. SCHREIBER (1927) a montré que les diatomées *Biddulphia mobiliensis* et *Melosira* se cultivent aussi bien en présence d'ammonium que de nitrates et H. W. HARVEY (1928) a trouvé les mêmes faits pour *Nitzschia Closterium*. Dans son travail de 1938, L. H. N. COOPER signale cependant que ces cultures n'étaient pas exemptes de bactéries.

C. E. ZOBELL (1935) montra que *Nitzschia Closterium, Nitzschia bilobata, Navicula* spec., *Chlorella* spec. et d'autres cultures mixtes se développent bien en présence de N-ammoniacal et, en effet, au début de l'expérience, l'ammonium était aussi effectif que les nitrates.

Le même auteur a étudié l'assimilation de l'ammonium et il n'y a aucun doute que cet ion constitue une source excellente d'azote pour plusieurs plantes marines.

Certains ont admis l'impossibilité de démontrer l'utilisation de l'ammonium par les diatomées en eau de mer. Il faut toutefois se persuader que le nombre de données à ce sujet est restreint et que les transformations continuellement subies par cet ion sont excessivement complexes. D'un côté la concentration de l'ammonium dans l'eau de mer est augmentée par les processus de dégradation et d'un autre, l'ion est oxydé par des processus divers et par les diatomées. Il n'est donc pas surprenant que dans ce cas, l'ensemble des réactions soit moins apparent qu'en ce qui concerne les nitrates.

Groupe 9. — *Oxydation de l'ammonium en nitrite.*

La réaction d'oxydation

$$NH_4^+ + OH^- + \frac{3}{2} O_2 \text{ (gazeux)} = H^+ + NO_2^- + 2\,H_2O$$

est accompagnée d'une diminution du potentiel thermodynamique de 59,400 cal à 25 °C; elle ne demande ainsi qu'à être uniquement activée. Cette activation peut être réalisée soit par une action photochimique ou chimique, ou microbienne, action à laquelle peuvent participer des intermédiaires transitoires, tels l'hydroxylamine ou l'acide hyponitreux.

a) Oxydation photochimique.

C. E. ZOBELL (1933) a montré la possibilité d'une oxydation photochimique de l'ammonium en nitrite et nitrate à la lumière solaire et par irradiation au moyen d'une lampe à vapeur de mercure.

A. S. CORBET (1934) a trouvé les mêmes résultats et a pu montrer en outre la formation intermédiaire d'hyponitrite. D'après C. E. ZOBELL, la réaction se déroule mieux en eau de mer naturelle qu'en eau de mer artificielle ou qu'en eau distillée. L'existence en eau de mer de silice sous forme colloïdale ou cristalloïde est sujette à discussion (R. WATTENBERG, 1937) mais, comme la silice a été utilisée à côté d'autres sensibilisateurs, par N. R. DHAR (*in* G. G. RAO et H. R. DHAR, 1931), la présence de particules de silice colloïdale serait une explication acceptable des résultats obtenus par C. E. ZOBELL.

N. W. RAKESTRAW et A. HOLLAENDER (1936) ont ensuite confirmé les résultats de C. E. ZOBELL et ont trouvé une différence également importante entre le comportement de l'eau de mer naturelle et l'eau distillée. L'oxydation photochimique de l'ammonium peut avoir lieu dans les couches superficielles de la mer, mais, par suite de l'absorption rapide de l'ultra-violet (W. R. G. ATKINS et H. H. POOLE, 1933), cette action ne se fait plus sentir à des profondeurs au-delà de 1 m.

b) Oxydation chimique.

A de nombreuses occasions et dans des conditions isothermiques, L. H. N. COOPER a mesuré de plus grandes quantités de phosphates et d'ammonium à la surface que dans des eaux plus profondes. Ce phénomène peut être attribué à la décomposition de la matière organique, flottant à la surface, dans toute la région étudiée (W. R. G. ATKINS, 1930). Cette décomposition peut être favorisée par les conditions du milieu existant uniquement aux surfaces et aux interfaces. L'affirmation de W. M. POWELL et G. L. CLARKE (1936) que l'augmentation de l'absorption de la lumière, immédiatement en dessous de la surface de la mer, est due à la présence de bulles d'air minuscules, implique que la surface fortement accrue de l'interface air-eau favoriserait le degré d'oxydation chimique et l'hydrolyse.

c) Oxydation microbienne.

N. M. BARRETT (1933) a effectué une revision étendue de l'oxydation microbienne. Il en résulte que celle-ci peut s'effectuer aussi bien par des bactéries

autotrophes, tirant leur carbone du CO_2 dissous, ou par des bactéries hétérotrophes vivant en symbiose avec les diatomées. Cette oxydation microbienne semble être en accord avec ce que nous connaissons de la mer.

Il faut néanmoins se rappeler les recherches de T. Y. KINGSMA-BOLTJES (1935) qui ont fourni des résultats contradictoires.

A. S. CORBET (1934) estime qu'en général, le genre autotrophe *Nitrosomonas* constitue le facteur principal dans la biologie de la nitrosation depuis l'ammonium, opinion qui demande quelques modifications lorsqu'on veut en faire l'application et à l'eau de mer, et aux sédiments benthiques. T. Y. KINGSMA-BOLTJES a montré que les ions calcium, très abondants en eau de mer, sont indispensables à *Nitrosomonas*.

S. A. WAKSMAN, M. HOTCHKISS et C. L. CAREY (1933), S. A. WAKSMAN, H. W. REUSZER, C. L. CAREY, M. HOTCHKISS et C. E. RENN (1933), C. L. CAREY et S. A. WAKSMAN (1934) considèrent que les recherches antérieures et les résultats de H. THOMSEN (1933), B. ISSATCHENKO (1926), C. B. LIPMAN (1922), H. W. HARVEY (1926, 1928) et d'autres, sont parfaitement suffisantes pour montrer définitivement que l'eau de mer, principalement à la surface dans la couche trophogène ne contient pas de nitrosobactéries ou seulement en de très rares exemplaires.

D'un autre côté, les sédiments benthiques, vases ou sable, recèlent une population active de bactéries nitrifiantes auxquelles on doit la formation et l'accumulation de nitrates en mer.

C. E. ZOBELL (1935) a isolé des cultures pures d'organismes nitrifiants capables d'oxyder l'ammonium en nitrates.

Les nitrobactéries sont à même d'oxyder l'ammonium dans l'eau de mer, mais non, pour des raisons de potentiel d'oxydo-réduction, dans les dépôts d'où elles furent isolées. Il n'y a d'ailleurs pas de doute que la nitrification immédiatement au-dessus des sédiments benthiques est d'une importance considérable (W. R. G. ATKINS, 1930, L. H. N. COOPER, 1933).

T. VON BRAND, N. W. RAKESTRAW et C. E. RENN (1937) ont suivi la dégradation du plancton *in vitro* et ont établi clairement la conversion de l'ammonium en nitrite. Il n'a pas été possible de suivre le développement d'une flore microbienne typique mais on considère comme agents de la nitrosation des organismes du groupe *Nitrosomonas*.

Au cours de leurs expériences, les conditions étaient idéales pour les bactéries hétérotrophes, vivant peut-être en symbiose avec d'autres organismes. D'où la difficulté de les isoler à côté de leurs hôtes.

Dans les couches superficielles de la mer, l'oxydation de l'ammonium en nitrite pourrait ainsi avoir lieu par des actions chimiques et photochimiques, dans et près du fond, par des micro-organismes qui en ont été isolés et mis en culture.

Personne jusqu'à présent n'a montré une réaction de nitrosation de l'ammonium dans les couches intermédiaires, mais, il semble bien malgré cela, que les réactions ammonium-nitrite-nitrate s'accomplissent de même dans ces couches et la présence à cet endroit de nitrites ne peut pas toujours être imputée à la réduction des nitrates. W. R. G. ATKINS (1930) et L. H. N. COOPER (1933) l'ont suggéré respectivement en 1928 et 1932.

D'après les résultats obtenus en Manche par W. R. G. ATKINS, il serait donc permis de supposer l'existence d'une nitrification intense aussi bien sur le fond que dans les couches intermédiaires. Ces deux régions à nitrification semblent néanmoins avoir été indépendantes l'une de l'autre car beaucoup moins d'activité s'est manifestée dans l'espace qui les sépare.

Il paraît hasardeux de vouloir expliquer les résultats obtenus en Manche par l'oxydation de l'ammonium en NO_2 dans l'eau benthique, et par la réduction simultanée des nitrates en NO_2 dans la couche intermédiaire, surtout puisque cette même couche a presque certainement subi une déplétion sévère des nitrates pendant la période estivale.

Dans ces eaux, la matière vivante est formée en grandes quantités; en temps et lieu elle meurt ou est rendue à l'eau sous forme d'excrétions animales ou de matières fécales. Une grande partie de ces dernières descend, pense-t-on, vers les couches profondes, mais une autre partie doit se décomposer *in situ* conduisant éventuellement à la production d'ammonium. Une petite partie de celui-ci peut être oxydée par voie photochimique à la surface, mais inévitablement, à défaut d'oxydation, l'ammonium doit s'accumuler en quantités considérables entre des profondeurs de 20 à 150 m environ.

d) Formation intermédiaire d'hyponitrite.

H. M. BEESLEY (1914) a trouvé quelque preuve de la formation d'un stade intermédiaire dans l'oxydation microbienne de l'ammonium en nitrite, stade qui a été identifié par A. S. CORBET. Il décrit l'oxydation microbiologique de l'ammonium comme une succession :

$$NH_3 \rightarrow NH_2OH \rightarrow H_2N_2O_2 \rightarrow HNO_2 \rightarrow HNO_3,$$

dont le mécanisme est en accord avec les points de vue électrochimiques.

A pH = 6,0 et au-delà, l'hydroxylamine n'a qu'une existence éphémère, étant détruite par une oxydation purement chimique et il est dès lors improbable qu'elle s'accumule dans l'eau de mer.

L'hyponitrite de calcium, au contraire, est stable en solution aqueuse froide, et en présence de nitrites. A. S. CORBET (1934 et 1935) a trouvé une accumulation de nitrite sans dégagement gazeux, lorsque la solution aqueuse est inoculée au moyen de micro-organismes provenant du sol.

Groupe 10. — *Oxydation de nitrites en nitrates.*

La réaction $NO_2^- + \frac{1}{2} O_2$ (gazeux) $= NO_3^-$ est accompagnée d'une diminution d'énergie libre de 18.000 cal, de sorte que la réaction ne demande qu'une activation et, comme dans le cas de l'oxydation de l'ammonium, elle peut être utilisée par des bactéries adéquates, comme une source directe d'énergie.

Les calculs ont montré que dans une eau aérée contenant 10 atomes-mg (= 140 mg) d'azote nitrique par mètre cube, il y a une activité d'équilibre de 3×10^{-12} atomes-mg N-nitreux par mètre cube, de sorte qu'à l'équilibre, les nitrites seront toujours indécelables.

Au cours de l'établissement de réserves de nitrates en mer, les nitrites sont considérés comme un intermédiaire essentiel (W. R. G. ATKINS, 1930). Les recherches en Manche, en 1931, ont clairement démontré qu'un accroissement des nitrates suit immédiatement l'apparition des nitrites, après un intervalle de quelques semaines. Depuis, ces résultats ont été confirmés par T. VON BRAND, N. M. RAKESTRAW et C. E. RENN (1937) qui attribuent au plancton la possibilité de se décomposer dans l'eau de mer au cours de la conversion subséquente de N organique en ammonium, nitrite et nitrate. Alors que le milieu benthique, où l'exigence de bactéries capables d'oxyder les nitrites a été démontrée par S. A. WAKSMAN, M. HOTCHKISS et C. L. CAREY, constitue sans aucun doute un milieu important de nitrification, les arguments en faveur d'une oxydation d'ammonium en nitrite dans les couches intermédiaires s'appliquent aussi à l'oxydation subséquente de nitrites en cet endroit.

Groupe 11. — *Assimilation de nitrites et de nitrates.*

La propriété des éléments du phytoplancton d'assimiler des nitrates est indiscutable. L'assimilation des nitrites semble reposer sur une base solide (E. SCHREIBER, 1927, T. BRAARUD et B. FOYN, 1930; C. E. ZOBELL, 1935). On ne sait pas avec certitude quelle substance, dans une solution contenant les ions NH_3, NO_2 et NO_3 sera utilisée de préférence par une diatomée. L'observation en Manche entre le 7 et le 22 avril 1931, que les trois sels dominaient en même temps, laisse à supposer l'utilisation simultanée des trois composés.

Il est difficile de découvrir une relation étroite entre chacune de ces substances et la croissance des diatomées. Comme sous des latitudes tempérées et arctiques, les nitrates sont les seuls dérivés azotés qui s'accumulent en eau de mer durant les mois d'hiver, ils sont ainsi disponibles au moment où la floraison des diatomées débute au printemps.

Depuis les recherches marquantes de H. W. HARVEY (1926) en Manche, des décroissances rapides des nitrates coïncidant avec la floraison printanière ont été signalées dans beaucoup de milieux aquatiques. En d'autres saisons cette floraison peut conduire à une déplétion des nitrates, mais les autres dérivés azotés étant probablement disponibles aussi en quantités comparables, tout le problème est remis en question et des mesures simultanées seront indispensables pour l'obtention d'une image nette du cycle de l'azote.

Groupe 12. — *Réduction des nitrates en nitrites.*

Depuis que H. H. GRAN (1901) et E. BAUR (1902) ont, les premiers, montré l'existence de bactéries dénitrifiantes en eau de mer, le problème de la réduction des nitrates et de la dénitrification constitue assez généralement une source de controverses.

L'idée longtemps maintenue par K. BRANDT (1927) qu'une vraie dénitrification conduisant à des pertes d'azote libre est très importante en mer, ne trouve plus aujourd'hui que peu d'adeptes.

Les travaux du « Woods Hole Oceanographic Laboratory » ont montré que les activités de la plupart des bactéries réductrices de nitrates sont strictement limitées à la réduction de NO_3 en NO_2, réaction ne comportant pas de pertes d'azote libre.

E. KREPS (1934) a trouvé ainsi que la déplétion en nitrates peut se produire dans une eau filtrée sur filtre Seitz et en a conclu que des enzymes libérées par des bactéries de l'eau étaient responsables des phénomènes de réduction des nitrates et de l'oxydation de l'ammonium. D'après lui, ces enzymes peuvent traverser les filtres Seitz et supporter même l'action de bactéricides tels le chlorure mercurique.

S. A. WAKSMAN, M. HOTCHKISS et C. L. CAREY (1933), S. A. WAKSMAN, H. W. REUSZER, C. L. CAREY, M. HOTCHKISS et C. E. RENN (1933) n'appuyent guère sur l'influence de l'oxygène; les conditions d'aération sont néanmoins implicites dans la description de leurs expériences démontrant l'existence en mer de bactéries capables d'opérer la réduction des nitrates en nitrites.

Cette réduction, accompagnée d'une oxydation de matières organiques, a conduit à l'opinion qu'une tentative des bactéries d'obtenir de l'énergie par l'intermédiaire des nitrates, alors que l'oxygène libre se trouve à leur disposition, serait une perte inutile.

M. P. KORSAKOV (1929) a étudié le système $NO_3 - NO_2$ du point de vue potentiel d'oxydo-réduction. La réduction ne peut s'effectuer que si les substances, dans le milieu ambiant, peuvent être activées par les bactéries de telle manière que les unes deviennent les accepteurs, les autres les donneurs d'hydrogène. Les aérobies sont capables d'activer non seulement le système donneur d'hydrogène (substances organiques) + accepteur (oxygène), mais aussi des systèmes comprenant d'autres accepteurs, p. ex. l'ion nitrique.

Eu égard à l'irréversibilité thermodynamique du système $NO_3 - NO_2$, des arguments comme ceux qui viennent d'être rapportés ci-dessus, sont un peu hasardeux, mais si la réduction des nitrates est estimée comme dépendant du potentiel redox, l'eau de mer fournit un milieu très uniforme.

Comme il semble prouvé que les diatomées possèdent une enveloppe dans laquelle le potentiel est inférieur à celui de l'eau, la réduction extracellulaire des nitrates pourrait avoir lieu dans le sens des observations de C. E. ZOBELL (1935). Dans certaines circonstances, une partie de ces nitrites formés peut échapper à l'assimilation et rester en solution dans l'eau.

Il découle de tout ce qui précède qu'il existe de fortes présomptions pour que la réduction des nitrates en eau de mer aérée ait été réellement obtenue en laboratoire, mais on ne peut, jusqu'à présent, attribuer toute formation de nitrites, en mer, dans les couches intermédiaires, à la réduction des nitrates et rejeter l'oxydation de l'ammonium comme sans importance.

L. H. N. COOPER a obtenu une image claire du cycle annuel des nitrates en mer, parce que, pendant l'hiver à des latitudes tempérées et arctiques, ils sont accumulés en quantités plus élevées que les autres formes disponibles de l'azote. Cet azote se trouve ainsi prêt à être consommé en quantité au cours de la floraison vernale des diatomées; car ses variations peuvent d'ailleurs être suivies alors par l'analyse. Il est clair aussi pourquoi la formation des nitrates, exigeant diverses étapes successives, ne survient qu'après la remise en solution des phosphates.

Comme les plantes, pendant leur croissance, sont parfaitement capables d'utiliser d'autres formes de l'azote, lorsque celles-ci sont présentes, la détermination seule des nitrates n'est pas à même de fournir une image intelligible de la situation créée par les circonstances en été et en automne.

Les méthodes analytiques appliquées pour les nitrates déterminent en même temps des nitrites, mais, en présence de quantités considérables de nitrites, les résultats s'avèrent généralement un peu trop faibles; même ainsi, ils constituent néanmoins une mesure suffisante de l'ensemble des nitrates et des nitrites.

Nos connaissances actuelles au sujet des hyponitrites se limitent au sol et au « sewage ». Leur existence probable en eau de mer demande une étude pour la compréhension de leur formation à partir des substances azotées minérales. L'ammonium est certainement d'une grande valeur, mais sa détermination est toutefois hérissée de difficultés (H. WATTENBERG, 1937). En outre, les résultats peuvent être douteux à cause de la présence de méthylamines dont la valeur comme source immédiate d'azote pour le phytoplancton est encore inconnue.

Depuis l'époque où L. H. N. COOPER publia son étude sur le cycle de l'azote en eau de mer (1937) et dans laquelle il supposa simplement l'existence d'acides aminés, beaucoup de recherches ont été accomplies qui ont abouti aux travaux de D. K. DUURSMA (*in* J. P. RILEY et G. SKIRROW, 1965, et *in* O. KINNE, 1970). Nous nous trouvons en ce moment devant un assez grand nombre de substances plus ou moins bien déterminées et dont les concentrations sont connues. L. H. N. COOPER ne leur attribua qu'une valeur de matières nutritives d'appoint, mais importantes au point de vue de la dégradation des substances azotées.

Il est clair qu'aucune explication ne peut couvrir toutes les réactions d'oxydation et de réduction auxquelles l'ammonium, nitrites et nitrates, peut-être aussi les hyponitrites, participent. L'oxydation d'ammonium en NO_2 et, ensuite, de NO_2 en NO_3 peut s'effectuer par voie photochimique ou simplement chimique dans une couche très mince à la surface, ou bien par voie bactérienne près ou dans la vase du benthos.

En ce qui concerne les nitrates, signalons encore les mesures faites au cours de la croisière de 1948 du Conseil permanent international pour l'Exploration de la Mer. Les stations sont situées entre le 55° et le 56° lat. N. Les résultats englobant aussi les concentrations en phosphore sont groupés dans le tableau 80.

TABLEAU 80.

Concentration en phosphates et nitrates en mer du Nord.
Croisières du Conseil permanent international en 1948.
Station R (entre 55° et 56° lat. N).

	Station :	R-1	R-3	R-5	R-7	R-9	R-11	R-13	R-15	R-17
	Date :	8.V	8.V	7.V	7.V	7.V	7.V	6.V	6.V	6.V
	Prof. m									
Température °C	0	7,64	8,40	8,60	8,67	8,28	8,29	8,30	9,01	8,92
	10	7,50	8,03	8,00	8,02	8,21	8,18	7,78	8,31	8,11
	20	7,50	7,83	7,95	7,86	7,90	7,88	7,62	8,00	7,48
	50	7,50	6,78	6,48	6,32	7,84	7,88	6,35	7,95	7,35
Salinité °/oo	0	34,10	34,77	34,92	34,88	34,85	34,60	34,62	33,59	32,10
	10	34,14	34,71	34,94	34,88	34,80	34,60	34,62	33,68	32,23
	20	34,11	34,73	34,90	34,90	34,85	34,60	34,61	34,03	32,99
	50	34,42	34,81	34,88	34,86	34,84	..	34,61	34,02	33,15

TABLEAU 80 *(suite)*.

	Station :	R-1	R-3	R-5	R-7	R-9	R-11	R-13	R-15	R-17
	Date :	8.V	8.V	7.V	7.V	7.V	7.V	6.V	6.V	6.V
	Prof. m									
P mg atom L	0	0,4	0,2	0,2	0,2	0,15	0,05	0,05	0,0	0,0
	10	0,4	0,2	0,2	0,2	0,15	0,05	0,05	0,0	0,0
	20	0,4	0,2	0,2	0,3	0,15	0,10	0,0	0,0	0,0
	50	0,4	0,5	0,4	0,4	0,05	0,10	0,1	0,0	0,0
$N\text{-}NO_3$ mg-atom L	0	3,5	0,8	0,5	0,5	1,0	1,5	1,0	5,0	10,0
	10	3,5	0,8	0,5	0,5	1,5	1,0	1,0	4,5	10,0
	20	3,5	0,8	0,5	0,5	1,5	1,0	1,5	10,0	10,0
	50	3,5	4,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	10,0	10,0

Les .. indiquent que le dosage n'a pas été effectué.

Les cartes de S. B. TIJSSEN (1968) en ce qui concerne la répartition de $N\text{-}NO_3$ en mer du Nord méridionale, supportent très bien la comparaison avec celles de R. JOHNSTON et P. G. W. JONES (1965) en admettant un écart de 1 à 1 1/2 mois. Ce fait suggère une absorption plus précoce et probablement plus forte au cours des mois de productivité.

En novembre on a trouvé des valeurs particulièrement basses dans la région près des côtes néerlandaises (fig. 44 et 45).

Etant donné que les nitrates (C. ZOBELL, 1933) sont fréquemment considérés comme un des facteurs limitants dans la productivité de la mer, les phénomènes tendant à augmenter la quantité d'azote nécessaire à la croissance des végétaux, ont dès lors une importance considérable. Il a été admis tacitement par beaucoup d'auteurs que les mêmes organismes qui opèrent le transfert d'azote d'une forme à l'autre dans le sol, se trouvent à la base des mêmes processus dans la mer. Toutefois, C. B. LIPMAN, W. R. G. ATKINS, T. VON BRANDT et d'autres chercheurs encore ont admis l'échec d'une démonstration de l'existence de bactéries nitrifiantes en pleine mer. T. VON BRANDT a mentionné la possibilité de formation de nitrites depuis l'ammonium, près de la surface, due à la présence de catalyseurs inorganiques dans l'eau de mer.

On pourrait donc conclure à l'existence de bactéries nitrifiantes en pleine mer, mais différentes des formes terrestres, ne se laissant probablement pas cultiver dans les milieux de culture habituels et demandant des traitements spéciaux. Au cours de l'enquête sur l'origine des nitrates, on a trouvé, contrairement à l'attente, que la lumière solaire favorise la nitrification dans certaines conditions. Il semble qu'une partie au moins de la nitrification en mer soit activée d'une manière photochimique.

On ne sait pas exactement quels sont les rayons actifs, mais seulement que l'irradiation de l'eau de mer produit l'oxydation de l'ammonium en nitrites et que c'est le soleil qui fournit les radiations nécessaires.

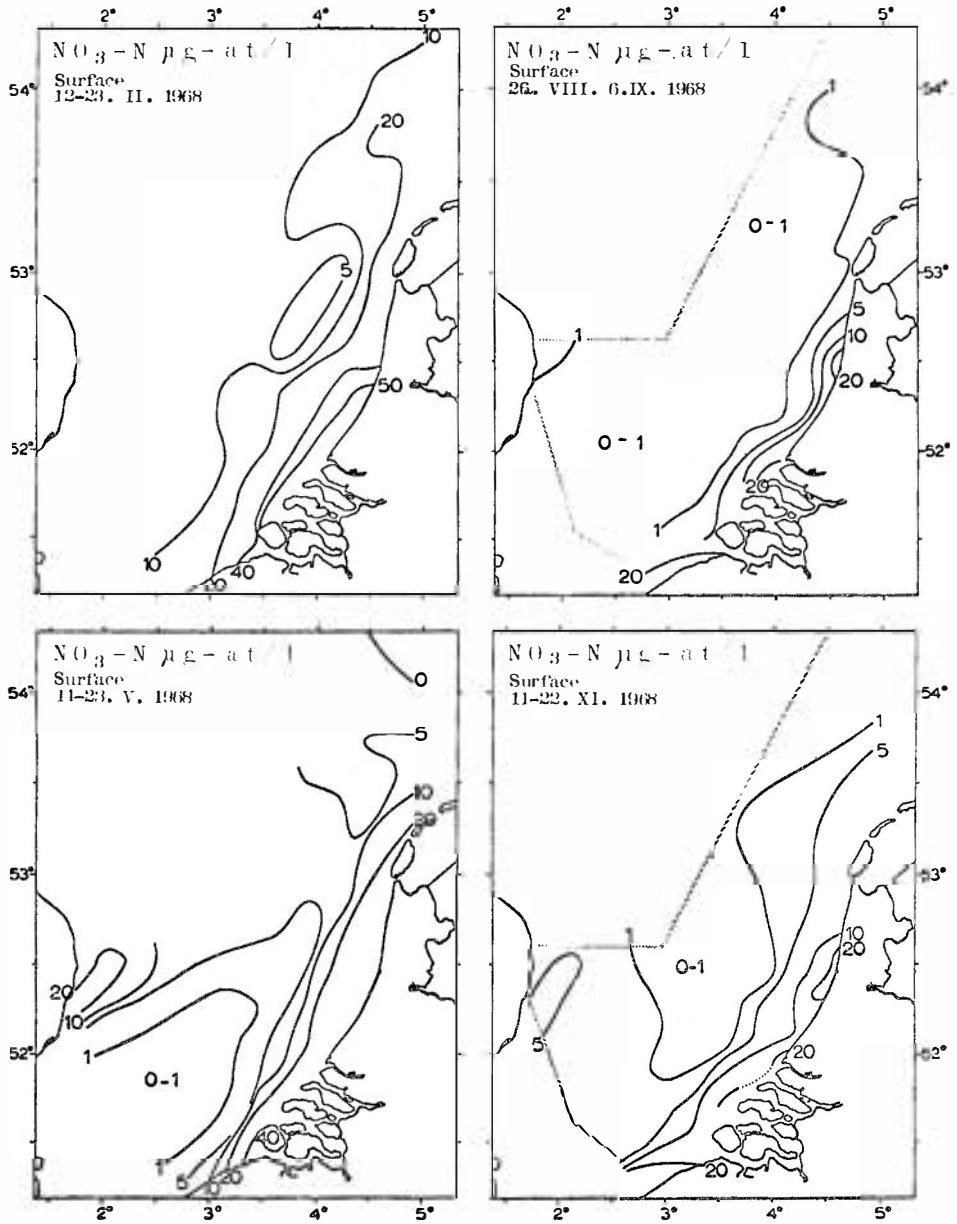


FIG. 44. — Répartition des nitrates (N-NO_3 µg-at/litre) en mer du Nord.
(S. B. TIJSSEN, 1968.)

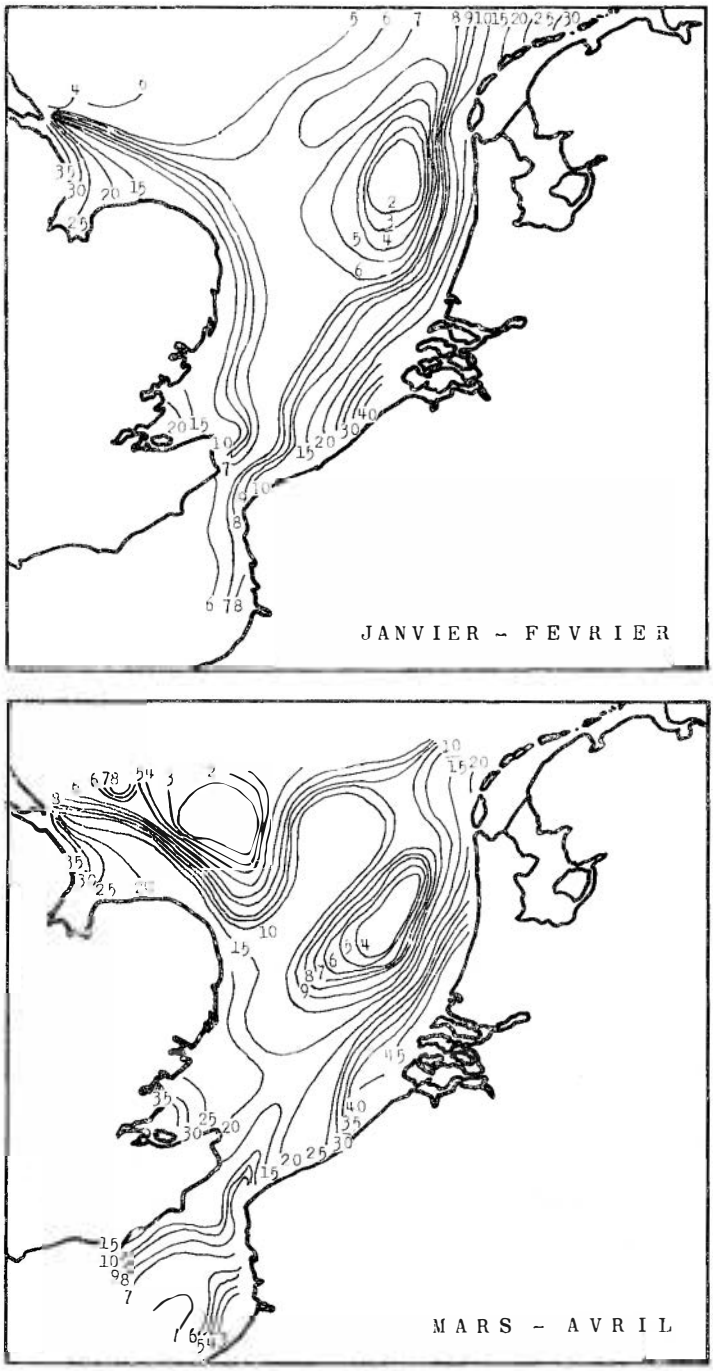


FIG. 45*a*. — Répartition des nitrates. Résultats en μg-at $N\text{-}NO_3$ par litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

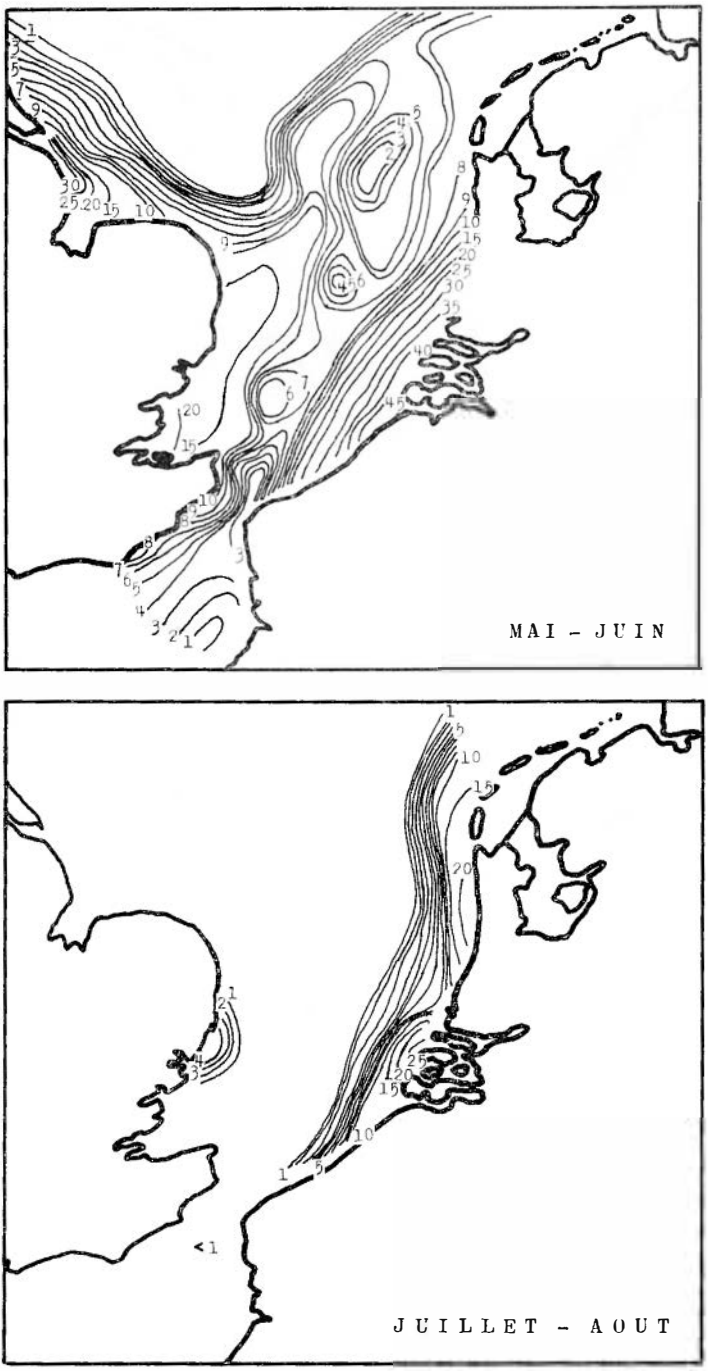


FIG. 45*b*. — Répartition des nitrates. Résultats en µg-at $N\text{-}NO_3$ par litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

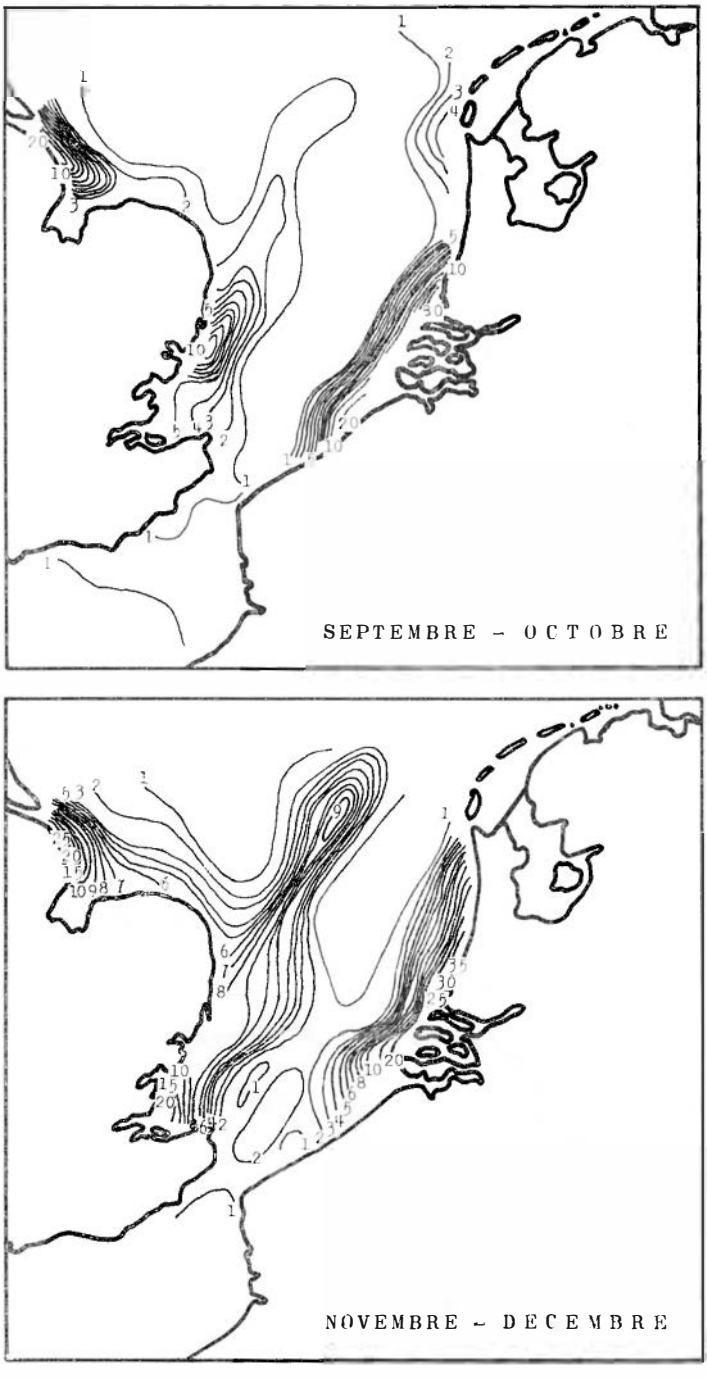


FIG. 45c. — Répartition des nitrates. Résultats en μg-at $N\text{-}NO_3$ par litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

Aussi n'insisterons-nous pas mais nous nous contenterons de citer une phrase de M. FONTAINE (1936) au sujet des rayons ultra-violets en océanographie : « ... sujet à peine ébauché dont les biologistes commencent depuis quelques années à pressentir tout l'intérêt. Il est probable que, dans le chimisme des couches superficielles de la mer, les rayons ultra-violets solaires jouent un rôle très important encore tout entier à étudier ».

*
* *

N. W. RAKESTRAW (1936) a schématisé la production et le rôle des nitrites dans l'eau de mer. Sa théorie est la suivante : au cours de l'hiver, lorsque l'activité biologique est réduite au minimum, la décomposition de la matière organique ne se fait que très lentement. Elle a lieu, en grande partie, près de la surface, soit comme résultat de l'oxydation des produits d'excrétion libérés sur place, soit à la mort des organismes, avec une désintégration débutant encore avant que ceux-ci ne descendent vers le fond. Ce processus devient plus rapide quantitativement à mesure que la saison s'avance. Les nitrites représentent un des premiers stades dans l'oxydation de cette matière organique, probablement après la formation d'ammonium comme stade préliminaire. H. WATTENBERG (1930) est arrivé à une conclusion analogue : l'ammonium se formerait également à la surface. Plus tard, en hiver et au début du printemps, lorsque la colonne d'eau, non stratifiée, devient plus profonde, ce processus s'étend aussi plus vers le bas.

Au moment où les diatomées commencent à se développer activement, elles utilisent les nitrites à la surface en même temps que les nitrates. Occasionnellement, en présence de beaucoup d'autres substances nutritives, les nitrites ne sont pas utilisés jusqu'au bout. On a signalé un cas pareil, au cours de la croisière du « DISCOVERY » dans l'Antarctique, où on a mesuré de fortes concentrations en nitrites au-dessus de 100 m au cours de l'été mais associées à des quantités élevées de nitrates et de phosphates.

La matière organique descend toujours plus bas par sédimentation lorsqu'elle se trouve à l'état de particules, ou par diffusion ou mélange, lorsqu'elle se trouve en dissolution. La formation des nitrites par oxydation peut donc se faire en dessous de la zone où ils sont généralement utilisés. A de plus grandes profondeurs, ils disparaissent à leur tour à cause de leur oxydation en nitrates.

Dans les grandes lignes, le même type de répartition du $N\text{-}NO_2$ que sur les cartes de R. JOHNSTON et P. G. W. JONES (1965) en 1962 et 1964, mais les chiffres de S. B. TIJSSEN (1968) semblent être inférieurs à ceux indiqués par les deux auteurs (fig. 46 et 47).

La concentration de ces derniers continue à croître jusqu'à des profondeurs atteignant généralement de 800 à 1.000 m. La nitrification s'étend donc plus loin que la présence des nitrites ne semblait l'indiquer.

La dégradation de la matière organique se déroule en diverses étapes successives et on peut supposer que les produits de la première étape sont plus facilement oxydables que ceux formés au cours des stades suivants, soit à cause de la nature chimique du matériel, soit à cause de sa concentration, peut-être plus élevée au début du processus avant la dissolution progressive. La formation de quantités appréciables de nitrites est liée aux stades initiaux de la décomposition de la matière organique, probablement à cause de sa plus grande rapidité; toutefois le

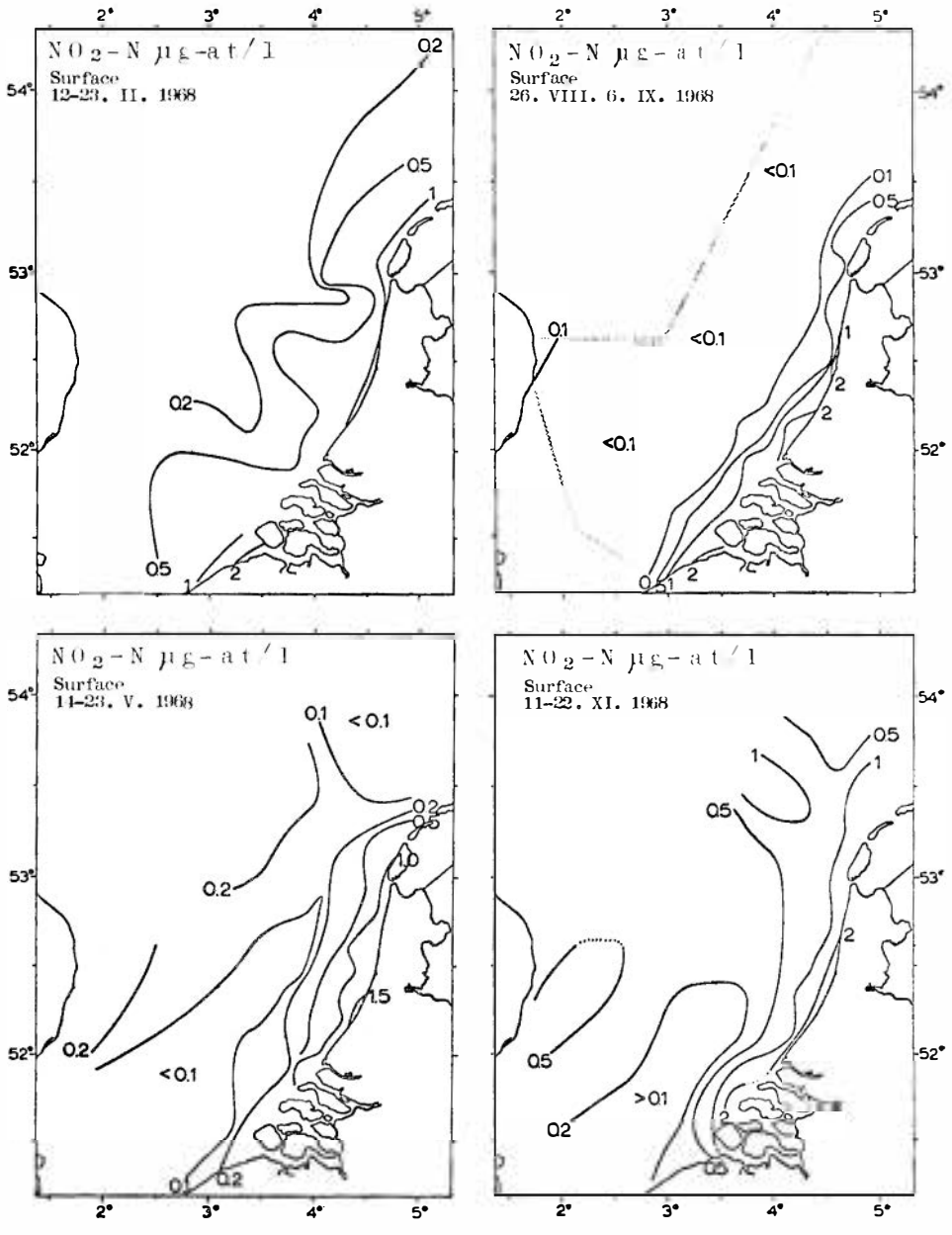


FIG. 46. — Répartition des nitrites (N-NO_2 µg-at/litre) en mer du Nord en 1968. (S. B. TIJSSEN, 1968.)

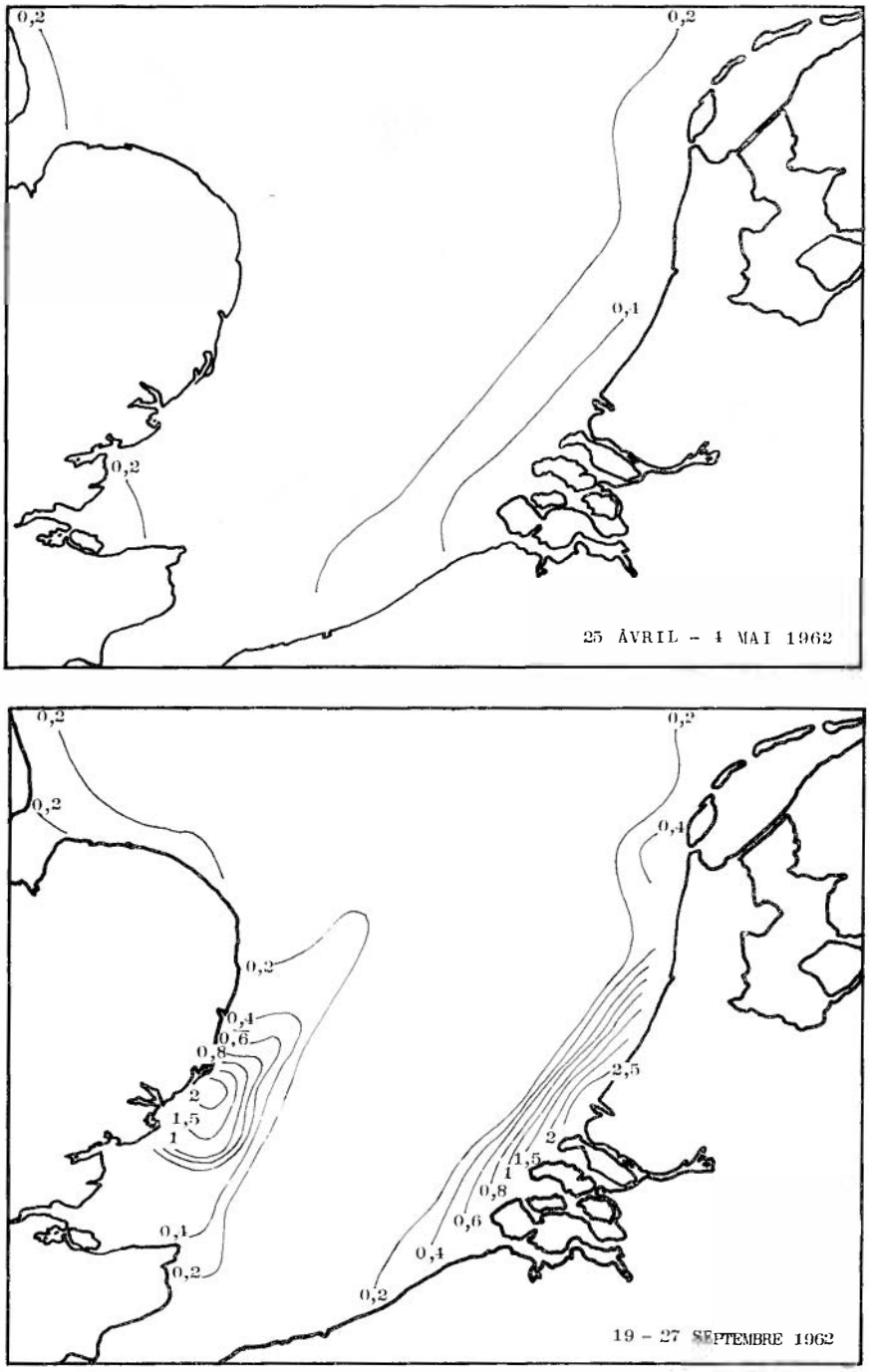


FIG. 47*a*. — Répartition des nitrates. Résultats en μg-at N-NO_2 par litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

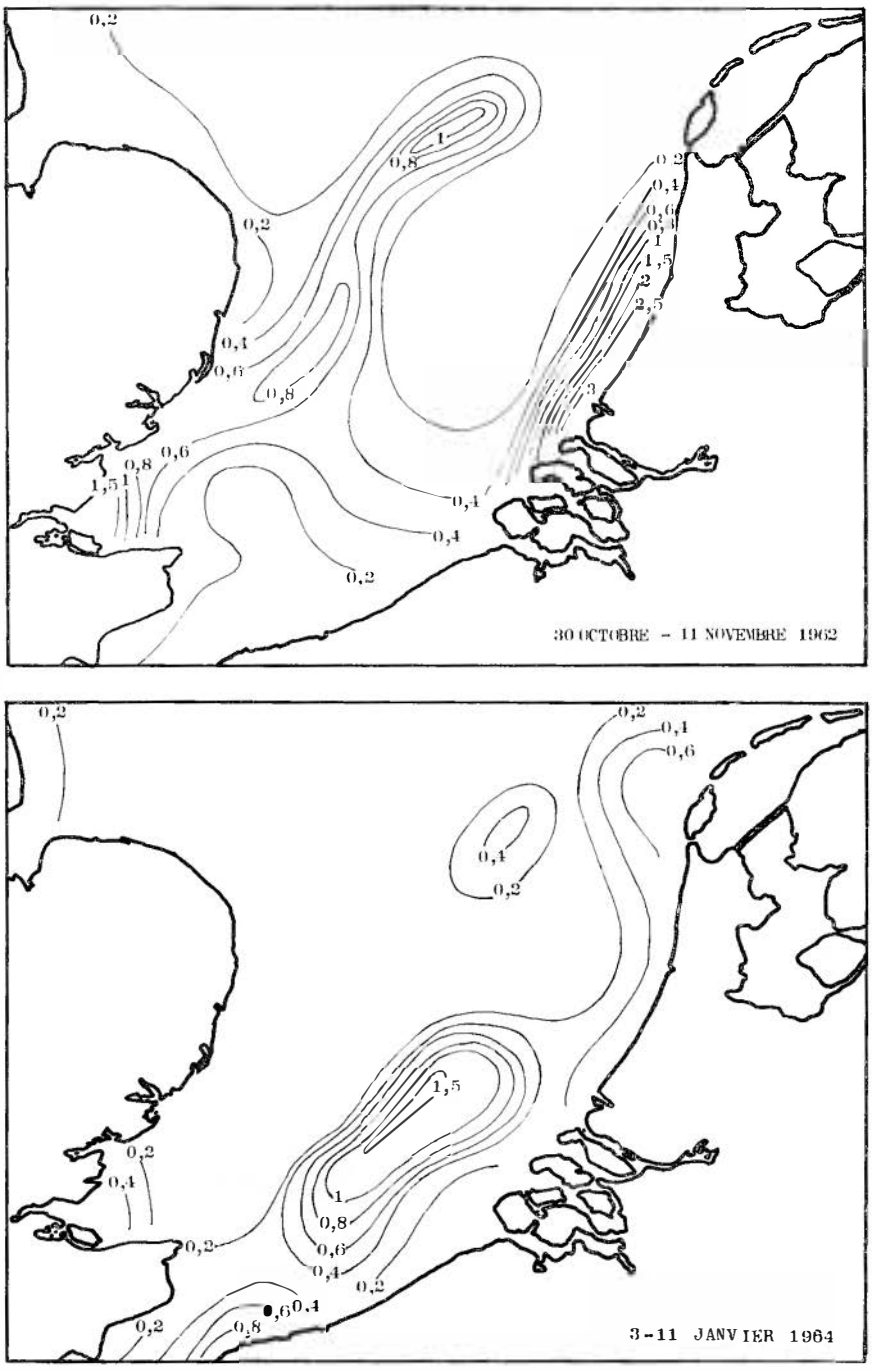
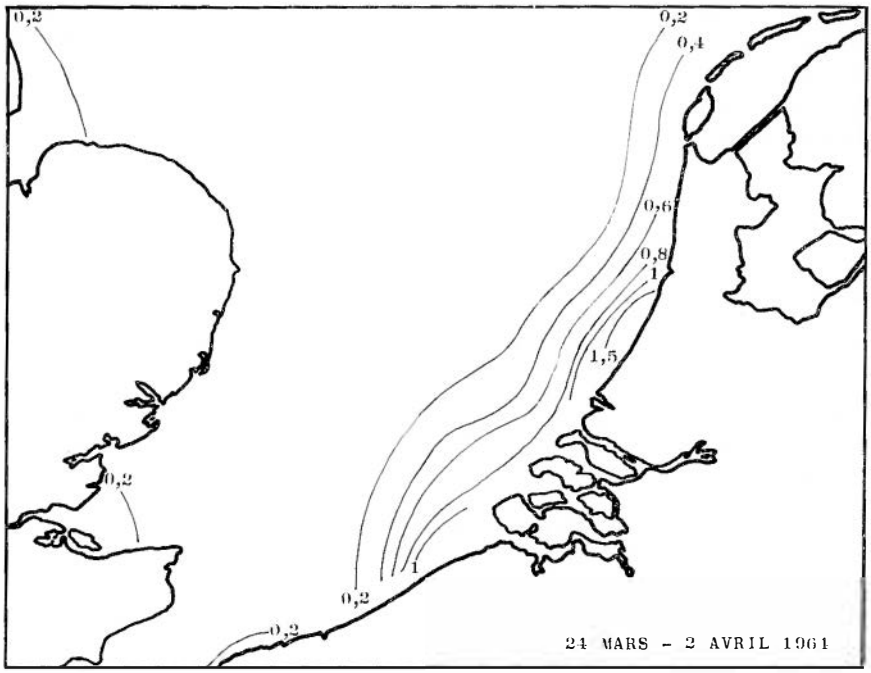


FIG. 47*b*. — Répartition des nitrates. Résultats en µg-at $N\text{-}NO_2$ par litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).



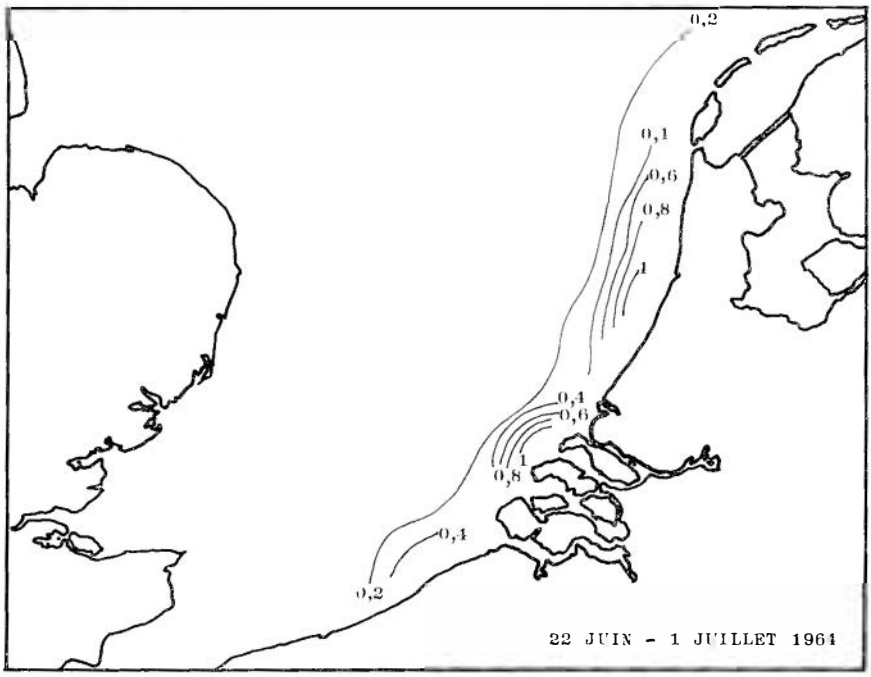


FIG. 47*c*. — Répartition des nitrates. Résultats en μg-at N-NO_3 par litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

processus de nitrification dans son ensemble n'est achevé qu'à de plus grandes profondeurs, de sorte que les nitrites constitués au début sont à ce moment complètement oxydés en nitrates.

Les variations de la température peuvent aussi jouer un rôle dans le degré de la décomposition.

β. — Les Phosphates.

Les phosphates, autre substance alimentaire importante, ont aussi été étudiés d'une manière intensive.

Parmi ceux qui firent la mise au point des méthodes : F. A. J. Armstrong (1965); W. R. G. Atkins et E. Wilson (1926, 1927); H. W. Harvey (1929); P. J. W. Jones et C. S. Spencer (1963); J. Murphy et J. P. Riley (1958, 1962); W. Numann (1949); B. Paton et B. Voiturez (1968); E. Rautenberg et H. Ossenberg-Neuhaus (1958); R. J. Robinson et H. E. Writh (1935); H. Wattenberg (1931 avec sa revue critique en 1937); W. S. Wooster et N. W. Rakestraw (1951); K. Yoshizawa (1956) étudia l'influence du Si sur la détermination.

Parmi ceux qui ont recherché la répartition des phosphates dans l'eau de mer : F. A. J. Armstrong (1965); W. R. G. Atkins (1923, 1925, 1926, 1927, 1928, 1930); K. Brand (minimum, 1929); K. Buch (1932); K. Buch et P. Ursin (1948); L. H. N. Cooper (N/P, 1937, 1938) (libération par le plancton, 1935); A. C. Gardiner (production par les animaux, 1937); K. Hoffman (reminéralisation); M. Ishibashi et M. Tahischi (minima, 1957); K. Kalle (1934, 1935); D. J. Matthews (1916); A. G. Redfield, H. Smith et G. H. Ketchum (1937); H. R. Seiwell (1928, 1931); H. Thomsen (1933).

Le cycle du P a été plus particulièrement étudié par F. A. J. Armstrong et H. W. Harvey (1950); en Manche : S. J. Bein (rapports, 1959); W. Chamberlain et J. Shapiro (signification biologique, 1969); C. E. Renn (cycle du P et bactéries, 1937); T. R. Rice (échange P/phytoplancton; 1953); E. Kreps et M. Osadschi (1933); l'orthophosphate par S. Olsen (1967); les polyphosphates par J. Solorzano et J. D. H. Strickland (1968).

G. A. Riley a traité de questions théoriques (1951) et la constante apparente de diffusion de l'acide phosphorique a été établie par D. R. Kester et R. M. Pytkowicz (1967).

Dans la mer (G. E. Hutschinson, 1952), on trouve, pour autant que la chose ait été examinée, la plus grande partie du phosphore présent sous forme ionique comme phosphate, et une petite quantité seulement comme phosphore sestonique, combiné, dans les particules de matière flottante. Les meilleurs études de A. G. Redfield, H. Smith et G. H. Ketchum (1937) renseignent que 70 à 90 % de cet élément étaient présents sous forme de phosphate ionique et 3 à 5 % comme phosphore sestonique. Néanmoins il y a un drainage continuel, dû à la sédimentation d'organismes planctoniques, de la quantité disponible dans les couches éclairées superficielles, vers le fond.

Envisagée au cours d'une période suffisamment longue, la concentration dans les couches superficielles peut être regardée comme étant, en un certain sens, contrôlée par le degré de sédimentation d'une part, et le degré de transport de bas en haut par la turbulence, d'autre part.

Le cycle général biologique des phosphates dans la mer conduit à une diminution proportionnelle à l'augmentation de la profondeur; il se présente cependant aussi des variations d'après la latitude. C'est pourquoi il est plutôt difficile d'estimer une moyenne pour l'océan pris dans son ensemble, mais il est évident, suivant toutes les valeurs publiées, qu'une concentration de 5 atomes-mg ou 95 mg par mètre-cube n'est pas trop éloignée de la concentration en phosphore total.

La vitesse (H. W. HARVEY, 1949) avec laquelle les phosphates sont utilisés constitue, avec celle des nitrates, une mesure directe de la capacité biogénique. C'est pourquoi, les cycles de ces éléments, et plus particulièrement celui par lequel passent les composés de l'azote, ont été étudiés de très près.

L'orthophosphate, en solution, est utilisé par les organismes du phytoplancton, malgré qu'il ne soit pas encore certain qu'ils tirent leur phosphore des composés organiques phosphorés dissous dans l'eau de mer, bien que cela paraisse vraisemblable. Les phosphates, qui ont été utilisés par les organismes du phytoplancton pour édifier une partie de leurs tissus, sont restitués à la mer à l'état de phosphates en solution : ce processus peut se faire soit directement soit indirectement.

Nombreuses sont les espèces herbivores du zooplancton qui deviennent voraces, notamment lorsque le phytoplancton est abondant. Elles excrètent alors beaucoup de matières fécales qui se composent d'éléments végétaux partiellement digérés. On présume qu'une partie des phosphates qui ont été utilisés par les plantes, se trouve présente dans ces matières fécales sous forme de phosphate inorganique, ou sous forme d'esters très instables. Ceux-ci pourront se dissoudre dans l'eau de mer, à partir de cellules désagrégées, et être immédiatement utilisés par les végétaux pour leur croissance. Il faut aussi ajouter que de grosses molécules stables de composés organiques phosphorés peuvent se dissoudre dans l'eau à partir de plantes partiellement digérées et d'animaux morts : elles ne sont assimilables que lorsque leur décomposition sera plus avancée. Le cycle de transformations peut recevoir l'appellation de « régénération indirecte ».

Malgré les difficultés, A. REDFIELD, H. SMITH et B. H. KETCHUM (1937) ont réussi à doser le phosphore organique dans l'eau de mer. Au cours de l'été, la teneur en phosphore organique dissous augmente notablement, celle des couches supérieures varie entre 5 et 16 mg de P par m^3, c'est-à-dire trois ou quatre fois plus que ne peuvent en contenir les organismes et les débris organiques qu'on parvient à recueillir par filtration de l'eau de mer.

La diminution de la teneur en phosphore organique dissous, à toutes les profondeurs, est une indication de sa régénération sous forme de phosphates, au cours des mois d'hiver. On a fait de nombreuses observations et expériences pour étudier la régénération indirecte due aux bactéries, ainsi que la mise en liberté de phosphates dans l'eau à laquelle on a ajouté du chlorure mercurique ou du chloroforme : il est possible qu'elle soit due à l'activité d'enzymes en solution dans l'eau. En dehors de ces phénomènes, on peut aussi envisager des réactions d'oxydation ou d'hydrolyse se produisant directement dans l'eau. L. H. N. COOPER (1937) a suggéré que les hautes concentrations en phosphates qu'on constate occasionnellement dans les eaux de surface, peuvent être dues à une oxydation directe causée par les forces existant à la limite de séparation entre la surface de l'eau et l'atmosphère.

Quand on compare la régénération indirecte avec l'excrétion du phosphate par les animaux, on note que ce processus est lent et qu'il se produit aussi en dessous de la zone photosynthétique. Une très longue période peut s'écouler avant qu'elle n'ait lieu dans cette zone et que le phosphate soit utilisable une nouvelle fois.

En dehors des phosphates produits par les organismes marins, il y a lieu de tenir compte de l'enrichissement des eaux littorales en composés phosphorés et azotés par suite de l'apport des fleuves et des rivières.

Le phosphore (J. GIRAL, 1929) se trouve à l'état de combinaisons diverses dans l'eau de mer; il faut signaler d'abord la plus importante : le phosphore inorganique ou acide phosphorique (les phosphates); ces phosphates sont pour la plupart des sels alcalins et, partant, solubles; peut-être y a-t-il aussi des phosphates insolubles ou en dissolution colloïdale; l'existence d'aucune autre forme de phosphore inorganique (phosphites, p. ex.) n'a pu être démontrée.

Le phosphore organique se trouve dans les molécules complexes albuminoïdiques et aussi dans les phospholipides ou phosphatides (lecithines, cephaline, etc.) à l'état d'acide phosphorique conjugué avec de la choline et qui est facilement dégagé par hydrolyse; tout le phosphore organique se trouve dans des composés insolubles. Le phosphore total n'est que la somme des deux formes citées, inorganique et organique.

On observe (H. W. HARVEY, 1949) des variations saisonnières de la teneur en phosphates dans les eaux superficielles de l'Atlantique nord, dans la zone tempérée. Durant l'été, la concentration en phosphates dépasse rarement 3 mg de phosphate (P) par m^3 (H. R. SEIWELL, 1935).

Les variations saisonnières de la teneur en phosphates, pour une station de la Manche, a été suivie, chaque mois, pendant plusieurs années. Les valeur maxima d'hiver varient entre 21,5 et 14,5 mg P par m^3; elles tombent, certaines années, à moins de 0,5 mg P dans les couches superficielles et, d'autres années encore, la teneur en phosphore demeure à 2 ou 3 mg (W. R. G. ATKINS, 1923; 1930; L. H. N. COOPER, 1933, 1938). W. R. G. ATKINS donne un tableau des variations saisonnières du phosphore à la station E-1 (tabl. 81).

TABLEAU 81.

Variations saisonnières du P_2O_5 en mg par mètre cube.
1923-1924 — station E-1.

Profondeur m	0	5	10	15	20	25	30	40	50	70
1923										
13.IX	0	1	6	—	13	—	—	17	—	20
15.X	22	21	18	—	16	13	19	15	14	14
7.XI	20	—	—	—	—	—	—	—	20	20
10.XII	34	—	—	34	—	—	—	—	—	34
1924										
2.I	38	—	—	—	—	—	—	—	36	—
15.II	32	32	—	—	—	—	—	—	—	32
10.III	12	—	—	—	—	27	—	—	—	22
8.IV	14,5	—	—	—	—	15	—	—	—	15
20.V	5	10	9	10	15	—	—	—	—	14,5
17.VI	2,5	3	3	4,5	11	—	—	—	—	11
9.VII	2,5	—	—	2	22,5	11	—	—	—	11
7.VIII	1,5	2	—	1	13	—	—	—	—	13
3.IX	12	10	19,5	14	19	19	—	—	19	19
1.X	6	14	—	14	—	—	—	—	16	16
12.XI	14	20	—	—	—	20	—	—	—	21
9.XII	32	—	—	—	32	—	—	—	—	32

On peut remarquer que, malgré une similitude prononcée entre les années 1923-1924, la diminution des phosphates était marquée en 1924 plus tard dans l'année que l'année précédente. Un maximum du plancton plus précoce en 1924 qu'en 1923, semble dû à une valeur élevée de l'insolation moyenne en mars 1924 comparée à celle de 1923.

W. R. G. ATKINS (1925) résume les recherches sur les phosphates faites en 1923-1924 comme suit : les variations saisonnières des phosphates dans l'eau de mer de la Manche et de la baie de Plymouth se ressemblent au cours des deux années. En 1923, la consommation moyenne à la station E-1, de la surface au fond, à 70 m, était de 29,6 mg P_2O_5 par m^3, laissant un résidu de 7,4 mg des 37 mg présents à l'origine. Pour 1924, la consommation a été de 28,3 mg avec un reste de 8,7 mg sur les 37 mg de la consommation hivernale.

La moyenne minimale se trouvait en juin et juillet 1924, en juillet seulement de l'année 1923. Au cours des mois de juin, juillet et août 1924, l'eau de surface était presque complètement dépourvue de phosphates et on n'y a pu mesurer que des valeurs de 1,5 à 2,5 mg par m^3 (fig. 48 et 49).

Comme nous l'avons signalé à l'occasion de l'examen des nitrates, W. R. G. ATKINS (1926) a publié des mesures de phosphates faites en même temps à la station E-1 au cours du printemps et de l'été 1925. Les résultats ont été compilés dans le tableau 82.

TABLEAU 82.

Phosphates et nitrates.
En mg par m^3, à la station E-1, en 1925.

Profondeur m	22.IV		13.V		3.VI		8.VII		5.VIII		31.VIII		I.IX	
	P_2O_5	N_2	P_2O_5	N_2	P_2O_5	N_2	P_2O_5	N_2	P_2O_5	N_2	P_2O_5	N_2	P_2O_5	N_2
0	1	4	1	2	3	3	0	4	5	0	0	0	8	6
10	3	2	5	3	104	3	5	—	7	—	2	—	11	6
20	5	3	7	5	12	—	5	4	16	3	6	9(1)	17	21
30	—	—	11	2	17	—	7	—	24	—	6	—	19	32
50	13	24	—	9	21	8	9	4	—	3	—	14	20	32
70	16	24	12	8	21	9	10	4	24	0	5	14	21	19(2)

(1) Profondeur de 25 m.
(2) Valeur basse, erreur analytique due à l'action réductrice de quantités considérables de matière organique.

L'auteur conclut : la teneur en phosphates de l'eau de mer diminue au printemps et augmente en automne. En Manche, à la station E-1 et à une profondeur de 70 m, la consommation annuelle est de l'ordre de 30 mg de P_2O_5 par m^3, correspondant à la production de 1,4 kg de phytoplancton, poids humide, pour une colonne de 1 m^2, c'est-à-dire 1.400 tonnes métriques par m^2.

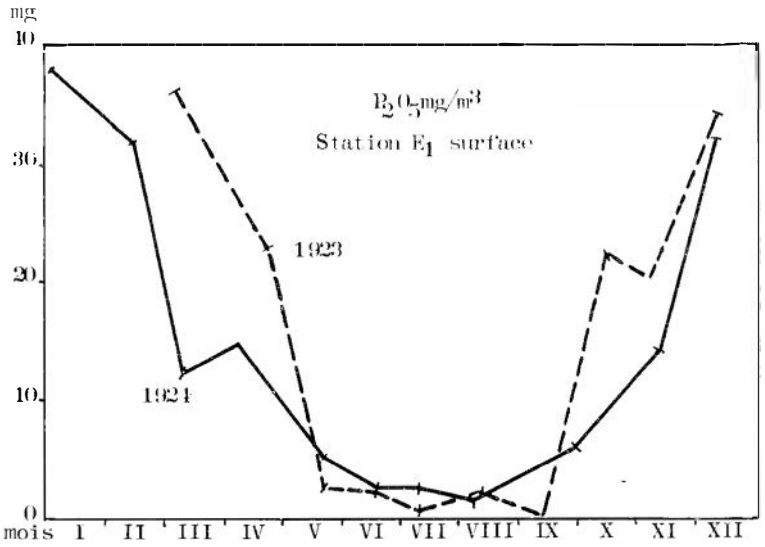


FIG. 48. — Répartition des phosphates en profondeur en Manche, en 1923-1924. (W. R. G. ATKINS, 1930.)

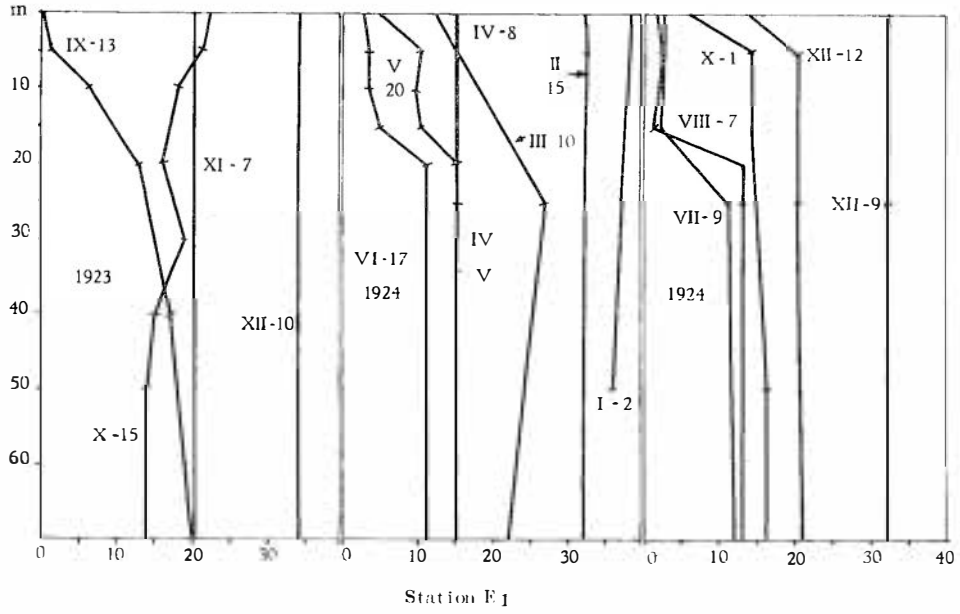


FIG. 49. — Répartition des phosphates en profondeur en Manche à la station E-1, en 1923-1924. (W. R. G. ATKINS, 1930.)

Au printemps, les phosphates de l'eau de surface sont utilisés et, à mesure que l'année avance, très peu seulement demeure au fond de la Manche. L'absence de phosphates semble limiter la production du phytoplancton au printemps et plus tard, en été, l'absence de nitrates peut de même être limitante. Tous les deux sont produits sans cesse et accumulés lorsque la lumière est insuffisante pour une croissance rapide.

En 1930, W. R. G. ATKINS a publié un travail sur les variations saisonnières des phosphates et silicates par rapport à la production du phytoplancton. Dans un tableau il a rassemblé les valeurs moyennes des phosphates pour la colonne d'eau en E-1 pour les années 1923-1929. Il y a un maximum régulier en janvier. Au cours de sept années la moyenne maximale a été de 35,1 mg, variant de 37,0 à 31 mg. Il y a eu des productions massives de phytoplancton à la mi-décembre 1925 et à la fin de décembre 1926 (tabl. 83, fig. 50).

Les valeurs minimales ont été mesurées en juin, juillet et août avec un minimum secondaire en avril ou mai. Pour les cinq étés, la moyenne minimale a été de 7,6 mg variant de 8,7 à 5,1 mg.

TABLEAU 83.
Phosphates et silicates à la station E-1. — 1927-1928-1929.
(W. R. G. ATKINS, 1930.)

Date	0 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	50 m	70 m
					Phosphates mg m^3						
1927											
4.XI.	19	20	—	—	—	—	—	—	—	—	25
9.XII.	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31
1928											
31.I.	43	35	36	—	—	—	—	—	—	—	36
21.II.	27	27	—	—	—	—	—	—	—	—	28
1.III.	33	26	28	—	—	—	—	—	—	—	29
27.III.	28	25	—	25	—	26	—	—	—	—	41
5.IV.	24	25	—	—	—	—	—	—	—	26	27
19.IV.	24	23	—	—	—	—	—	—	—	—	23
2.V.	10	10	—	10	17	18	—	—	—	—	20
7.V.	9	9	10	22	18	18	19	—	—	—	19
8.V.	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
4.VI.	9	9	—	—	9	—	10	9	—	—	13
13.VI.	4	3,5	5	—	5	—	—	7	10	14	14
4.VII.	12	4,5	4,5	3,5	—	4	15	—	18	19	25
11.VII.	8,5	1,5	2	2	4	8,5	20	—	19	—	24
23.VII.	0	0	1,5	1,5	10,5	15	13	—	13	14	14
9.VIII.	0,5	0	0	0,5	1	10	13	—	—	12	19
16.VIII.	34	1	0	6	5,5	17	17,5	—	—	12,5	13
29.VIII.	24	3,5	9	10	15	—	15	—	—	19	19
18.IX.	5	5	—	5,5	10	25	25	—	—	—	25
2.X.	11	12,5	—	—	—	13	—	—	—	—	13
30.XI.	26,5	27	—	—	—	—	—	—	—	—	29
1929											
2.I.	48	33,5	—	—	—	—	—	—	—	—	33,5
7.I.	40	37	—	—	—	—	—	—	—	—	35,5
4.III.	31,5	31,5	—	—	—	—	—	—	—	—	31,5
26.III.	4	29	30	—	—	31	—	—	—	34,5	36
11.IV.	13,5	11,5	11,5	12,5	12,5	14	14	—	14	—	17,5

TABLEAU 83 *(suite).*

Date	0 m	70 m	0 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	70 m
	Silice mg/m³		Température °C								
1927											
4.XI	313	326	13,4	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
9.XII	260	300	12,1	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
1928											
31.I	260	260	9,1	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
21.II	220	210	9,7	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
1.III	220	210	9,7	9,5	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,2
27.III	170	176	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
5.IV	130	130	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,7			
19.IV	78	78	10,1	10,1	10,1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
2.V	92	78	11,4	11,3	11,1	10,5	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2
7.V	—	—	12,5	12,2	10,9	10,3	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2
8.V	—	—	12,4	—	—	—	—	—	—	—	10,2
4.VI	—	78	12,1	11,9	—	11,9	11,9	11,9	11,9	11,5	11,1
13.VI	59	78	13,1	13,1	12,7	—	12,4	—	12,3	11,8	11,2
4.VII	33	78	14,1	13,9	13,6	13,4	13,4	13,2	11,8	11,7	11,7
11.VII	33	78	16,1	14,8	14,1	13,7	13,2	12,3	11,8	11,8	11,8
23.VII	59	137	18,2	18,1	17,4	15,1	12,7	12,6	12,6	12,5	12,9
9.VIII	98	130	16,6	16,5	16,4	16,3	15,9	13,4	13,0	12,9	12,9
16.VIII	—	—	16,0	15,8	15,8	15,7	14,9	12,7	12,7	12,7	12,9
29.VIII	120	130	15,9	15,7	15,7	15,1	13,6	13,6	13,4	12,9	12,7
18.IX	98	210	16,8	16,6	16,5	16,3	15,5	13,8	13,7	13,5	13,5
2.X	163	163	14,9	14,7	14,7	14,7	—	14,7	—	14,7	14,7
30.XI	196	196	12,1	12,1	—	—	—	12,1	—	—	12,1
1929											
2.I	183	183	10,5	10,7	—	10,7	—	—	—	10,7	10,7
7.I	—	—	10,0	10,2	—	—	—	—	—	—	10,2
4.III	220	228	8,5	8,5	—	—	—	—	—	—	8,5
26.III	—	—	9,2	8,7	8,7	8,7	—	—	—	—	8,6
11.IV	—	—	8,8	8,8	8,8	—	—	—	—	—	8,8

Le fait le plus marquant dans les graphiques construits au moyen de ces données, en dehors de la grande similitude entre les diverses années, est la diminution rapide des phosphates au cours du printemps de chaque année. Elle diffère cependant d'année en année, aussi bien en ce qui concerne la date que le degré, comme le montre l'inclinaison de la courbe.

La diminution des phosphates est une mesure de la production du phytoplancton, qui n'est affectée que secondairement par la température.

Résumant ses observations, W. R. G. ATKINS écrit : « additional evidence has been obtained that the surface may be a region of phosphate regeneration, not only in winter, but in bright summer weather when apparently the illumination is too intense for diatoms to thrive. Normally the bottom and deeper waters are the chief sites in which regeneration becomes apparent. The differences in the seasonal productivity of the various years is wel brought out by erecting perpendiculars, at the proper positions on the time abscissae, which are proportional to the differences between successive observations of the phosphate concentration of the water column. It is seem that the production of phytoplancton, as measured by phosphate consumption, proceeds by a series of outbursts ».

Des mesures ont été faites vers la même époque en mer du Nord entre 0°2′ W et 6°28′ E et 54°34′ N et 57°51′ N aussi bien à la surface qu'au fond (tabl. 85).

Les variations saisonnières y sont très semblables à celles observées en Manche. Les valeurs minimales se trouvent en juillet, au début d'août et en septembre 1923,

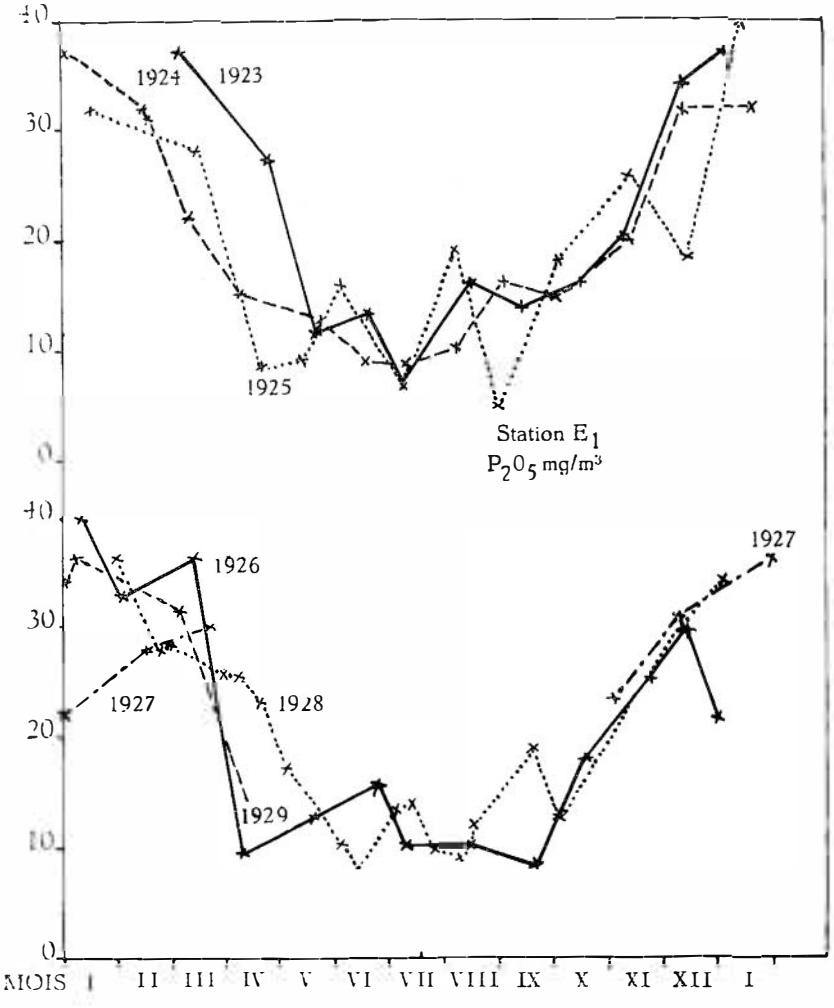


FIG. 50. — Variations des phosphates en Manche à la station E-1 de 1923 à 1929. (W. R. G. ATKINS, 1930.)

les échantillons de surface étaient généralement exempts de phosphates. On marque une régénération considérable au mois d'août 1924, mais celle-ci doit se produire en moyenne vers le fond, comme le montrent les analyses d'octobre.

Si on compare, avec W. R. G. ATKINS (1930), les variations du P_2O_5 en mg par m^3 avec l'acide carbonique dissous calculé par transformation du pH, mesuré *in situ*, au moyen de l'abaque de McCLENDON (1917), on constate une diminution similaire de la teneur en phosphates. Tous les deux sont réduits en été, mais la croissance hivernale atteinte par les phosphates ne l'est pas par le CO_2.

TABLEAU 84.

Concentration des phosphates en E-1, de la surface au fond en mg P_2O_5 par m^3.
Les mois sont subdivisés en trois parties d'égale longueur.

Mois		1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
I	1	—	37,0	—	—	21,6	—	36,5
	2	—	—	31,9	40,0	—	—	—
	3	—	—	—	—	36,2	—	—
II	1	37,0	—	—	33,0	—	—	—
	2	—	32,0	31,1	—	27,9	27,8	—
	3	—	—	—	—	—	—	—
III	1	—	—	—	36,4	—	28,5	31,5
	2	—	22,1	28,3	—	29,0	—	
	3	—	—	—	—	—	25,8	31,4
IV	1	—	15,0	—	—	—	25,6	—
	2	—	—	—	9,5	—	23,1	14,4
	3	27,7	—	8,5	—	—	—	—
V	1	—	—	—	—	—	17,2	—
	2	—	12,1	9,2	12,9	—	—	—
	3	11,6	—	—	—	—	—	—
VI	1	—	—	15,8	—	—	10,6	—
	2	13,2	9,1	—	—	—	8,3	—
	3	—	—	—	16,0	—	—	—
VII	1	—	8,7	6,9	10,5	—	13,7	—
	2	7,4	—	—	—	—	14,2	—
	3	—	—	—	—	—	10,2	—
VIII	1	—	10,1	19,2	—	—	9,4	—
	2	16,1	—	—	10,4	—	12,0	—
	3	—	—	—	—	—	15,3	—
IX	1	—	16,1	5,1	—	—	—	—
	2	13,9	—	—	—	—	19,0	—
	3	—	—	—	8,6	—	—	—
X	1	—	14,9	18,2	—	—	12,8	—
	2	16,0	—	—	18,2	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—
XI	1	20,0	—	—	—	23,5	—	—
	2	—	20,1	25,9	—	—	—	—
	3	—	—	—	25,6	—	27,9	—
XII	1	—	32,0	—	—	31,0	—	—
	2	34,0	—	18,6	29,8	—	—	—
	3	—	—	—	21,6	—	34,0	—

TABLEAU 85.

Mer du Nord, échantillons de surface et de fond entre 0°2′ W et 6°28′ E et 54°34′ N et 57°51′ N. Résultats en P_2O_5 par m^3.

Dates	Profondeur m	Surface	Fond	Dates	Profondeur m	Surface	Fond
1923				5.V	43	15	14
3-6.V	65	17	18	31.V	97	8	41
27-29.IX	67	2	16	8.VII	50	3	5
				6.VIII	54	2	10
1924				19.X	35	16	16
8.II	65	20	21	16.XI	40	27	27
20-22.III	68	25	27				
6.IV	42	17	17				

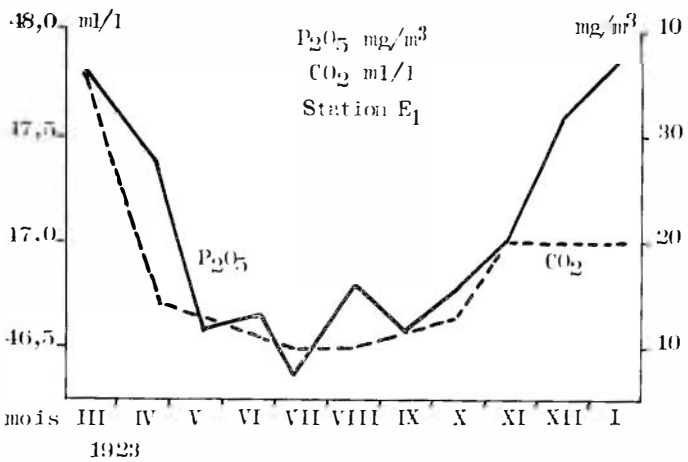


FIG. 51. — Phosphates en acide carbonique à la station E-1 en Manche en 1923. (W. G. ATKINS, 1930.)

On voit donc que les phosphates sont très réduits en été dans toute la colonne aquatique, alors que la diminution du CO_2 est relativement petite : 47,8 à 46,5 cc par litre (fig. 51).

Au mois de juillet 1928, H. R. SEIWELL effectua des recherches sur le yacht « CARNEGIE » sur la route de Hambourg à Reykjavik, au sujet des teneurs en P_2O_5 et du pH. Nous lui empruntons les données concernant la partie de la mer du Nord située entre 54° et 60° lat. N (tabl. 87).

Les stations 1 à 11 ont été considérées comme se trouvant dans la partie moyenne de la mer du Nord. Les eaux de surface de cette région sont presque généralement exemptes de phosphates et, à l'exception de la station 1, qui a une teneur plus grande à cause de la proximité de l'embouchure de l'Elbe, les quantités

TABLEAU 86.

Concentration en P_2O_5 de l'eau de surface de la mer du Nord en mg par m^3.
(D'après K. BRANDT.)

Années	Févr.	Début mars	Mai	Juin	Juillet	Août	Début sept.	Oct.	Nov.
1904	—	—	—	—	—	126	—	—	150
1905	151	—	81	—	—	115	—	—	149
1906	156	—	—	—	—	136	—	—	191
1907	—	—	76	—	—	—	—	—	121
1908	—	—	80	—	—	122	—	—	—
1909	—	139	—	—	—	—	165	—	—
1911	—	—	63	67	—	—	—	—	—
1912	—	—	—	—	—	—	115	118	153
1914	—	—	78	—	104	—	—	—	—
Moyenne	154	139	75	67	104	123	155	118	161
Nombre d'observations	(3)	(4)	(15)	(2)	(4)	(9)	(5)	(3)	(12)
Minimum	151	126	51	67	101	113	115	106	121
Maximum	157	153	86	67	111	136	173	126	221
Différence	6	27	35	0	9	23	58	20	

TABLEAU 87.

Concentration en P_2O_5 et pH de l'eau de la mer du Nord en 1928 depuis l'embouchure de l'Elbe jusqu'aux îles Shetland.
(D'après H. R. SEIWELL, 1931.)

Station	Situation	Date	Heure G.M.T.	°C	P_2O_5 mg/m^3	pH *	pH **	Salinité °/oo
1	54°21'9-7°19'4 E	VII.8	16.06	13,6	9,3	7,94	8,00	33,12
2	54°32'6-6°54'6 E	VII.8	20.44	14,0	1,1	8,07	8,13	
3	54°51'1-6°02'2 E	VII.9	2.21	—	2,5	8,05	8,02	
4	55°17'7-5°17'8 E	VII.9	8.31	12,2	2,5	8,05	8,12	34,38
5	55°56'7-4°28'8 E	VII.9	18.25	12,0	2,5	8,05	8,12	
6	56°19'5-4°06'2 E	VII.9	21.40	12,0	2,5	8,10	8,17	
7	56°48'5-3°37'7 E	VII.10	1.45	—	0,6	8,11	8,18	
8	57°18'3-3°07'1 E	VII.10	5.45	—	0,6	8,11	8,18	34,87
9	57°49'3-2°36'5 E	VII.10	10.30	11,8	0,6	8,13	8,20	
10	58°21'3-2°08'1 E	VII.10	14.55	11,6	1,7	8,14	8,21	
11	58°50'4-1°48'2 E	VII.10	19.15	11,0	3,1	8,15	8,23	35,03
12	59°21'3-1°28'1 E	VII.11	1.40	11,0	5,7	8,12	8,20	
13	59°48'1-1°06'9 E	VII.11	6.03	—	4,8	8,10	8,18	
14	60°17'8-0°39'4 E	VII.11	10.00	10,8	6,5	8,10	8,18	
15	60°43'1-0°05'4W	VII.11	14.40	10,9	5,8	8,06	8,14	35,35

* pH corrigé pour « erreur de sel ».
** pH corrigé pour effet de la température d'après K. BUCH et « erreur de sel ».

de P_2O_5 sont de l'ordre de 0,6 à 3,1 mg par m^3. Vers le centre nord de la mer du Nord (stations 7, 8 et 9), l'eau de surface a atteint pratiquement un degré de déplétion complète.

Les mêmes teneurs basses se sont manifestées, deux à trois semaines plus tôt dans la saison, dans la partie méridionale de la mer du Nord. La teneur moyenne en P_2O_5 de l'eau de surface, pour une latitude moyenne de 52°34′ N, était de 3,44 mg par m^3.

Si, à la surface (stations 26 à 31), la teneur était de 25 à 10 mg par m^3, à 100 m de profondeur on a mesuré 40 mg par m^3 à chaque station.

L'auteur, H. R. SEIWELL, conclut : la plus grande partie de la mer du Nord couverte par notre croisière était dans tous les cas suffisamment peu profonde (100 m ou moins) pour que l'activité photosynthétique puisse s'étendre à la colonne d'eau entière. Il est fort probable, par conséquent, que dans la plus grande partie peu profonde de la mer du Nord, les phosphates sont plus ou moins utilisés depuis la surface jusqu'au fond, au cours de l'été, malgré l'existence d'un thermocline appréciable au cours de cette saison. Cette condition est corrobée par les résultats de W. R. G. ATKINS en mer du Nord; on a noté des exceptions comme dans le cas, par exemple, de l'eau plus profonde au large des côtes de la Norvège.

TABLEAU 88.

Concentration en P_2O_5 et pH de l'eau de la mer du Nord en 1928.
Croisière du « CARNEGIE » — stations 7 et 8.

Profondeur m	°C	P_2O_5 mg/m^3	pH *	pH **
		Station 7.		
Lat. 63°20′ N-Long. 9°25′ W. 13 juillet 1928. 13.57 h à 15.02 h				
0	8,92	25	8,07	8,16
16	8,92	25	8,07	8,16
43	8,90	25	8,07	8,16
66	8,16	35,7	8,03	8,12
89	8,12	39,6	8,04	8,13
111	8,12	42,3	8,04	8,14
⋮				
483	0,31	,,	7,84	8,02
		Station 8.		
Lat. 63°30′ N-Long. 14°41′ W. 15 juillet 1928. 9.04 h à 10.11 h				
0	10,32	10,1	7,93	8,01
5	10,22	11,7	8,01	8,09
27	9,72	15,6	8,02	8,10
54	9,08	20,3	7,95	8,04
80	8,60	37,8	7,95	8,05
107	8,44	40,7	7,95	8,04
⋮				
538	7,95	61,7	7,93	8,03
⋮				
1.066	4,24	40,0	7,93	8,07

Les phosphates ont encore fait l'objet de mesures en 1934-1936 par M. GRAHAM (1938) depuis un point à mi-chemin environ entre Cromer et Haaks vers le NW, par le Silver Pit, le Gateway jusqu'au large de North Shields (tabl. 89).

TABLEAU 89.

Résultats de la croisière de 1935 du « GEORGE BLIGH » en mer du Nord du 23 au 27 août.
(M. GRAHAM, 1938.)

Station	Date	Heure	Position	Profondeur m	P_2O_5 mg/m³
4	23.VIII	11.20	54°26′ N-1°00′ E	1	40
				10	32
				20	32
				30	30
				40	32
5	23.VIII	13.25	54°30′ N-0°20′ E	1	38
				10	26
				20	43
				30	37
				40	48
				50	42
				60	43
6	23.VIII	15.40	54°36′ N-1°34′ E	1	37
				10	26
				20	29
7	23.VIII	17.50	54°37′ N-1°00′ E	1	43
				20	34
				40	0
				60	50
8	23.VIII	20.25	54°50′ N-0°40′ E	1	26
				20	5
				40	38
				70	43
9	23.VIII	23.30	55°05′ N-0°18′ E	1	38
				20	30
				40	70
				60	72
				80	56
10	24.VIII	02.10	55°13′ N-0°15′ E	1	21
				20	8
				40	59
				60	69
11	24.VIII	10.20	54°51′ N-2°27′ E	1	37
				20	38
12	24.VIII	14.45	54°52′ N-3°40′ E	1	26
				20	30
13	24.VIII	19.37	54°53′ N-4°36′ E	1	35
				20	34
14	24.VIII	23.50	54°53′ N-5°32′ E	1	26
				20	29
				40	38

TABLEAU 89 (suite).

Station	Date	Heure	Position	Profondeur m	P_2O_5 mg/m³
15	25.VIII	04.15	54°19′ N-5°31′ E	1 20 40	16 16 43
16	25.VIII	08.00	54°30′ N-3°25′ E	1 20 40	24 22 35
17	25.VIII	11.45	54°29′ N-2°31′ E	1 18	22 19
18	25.VIII	15.48	54°09′ N-1°44′ E	1 20 40	16 19 18
19	25.VIII	19.23	54°05′ N-2°38′ E	1 20	16 16
20	25.VIII	23.10	54°10′ N-3°28′ E	1 20	13 8
21	26.VIII	03.40	54°11′ N-4°24′ E	1 20 40	8 10 21
22	26.VIII	07.30	53°43′ N-4°35′ E	1 20 40	13 11 24
23	26.VIII	11.00	53°43′ N-3°41′ E	1 20 40	19 10 19
24	26.VIII	14.45	53°44′ N-2°48′ E	1 20 40	27 19 16
25	26.VIII	18.30	53°39′ N-1°54′ E	1 20	18 11
26	27.VIII	00.25	52°57′ N-2°41′ E	1 20	21 19
27	27.VIII	04,55	52°11′ N-3°40′ E	1 20 40	11 19 18

Ces mesures, le long d'une ligne située presque dans l'axe de la Manche et du Pas-de-Calais (stations **I-VI**) et longeant la rive anglaise (stations **VII** à **XV**) ont donné lieu à l'établissement de trois diagrammes comprenant les phosphates, la température et la salinité (fig. 52, 53, 54 et 55 à 62).

M. GRAHAM et J. P. HARDING (1939) font remarquer à ce sujet que les régions à concentrations élevées en phosphates ont une tendance à posséder en même temps des extrêmes de salinité et de température, de sorte qu'on peut reconnaître trois sources de phosphates :

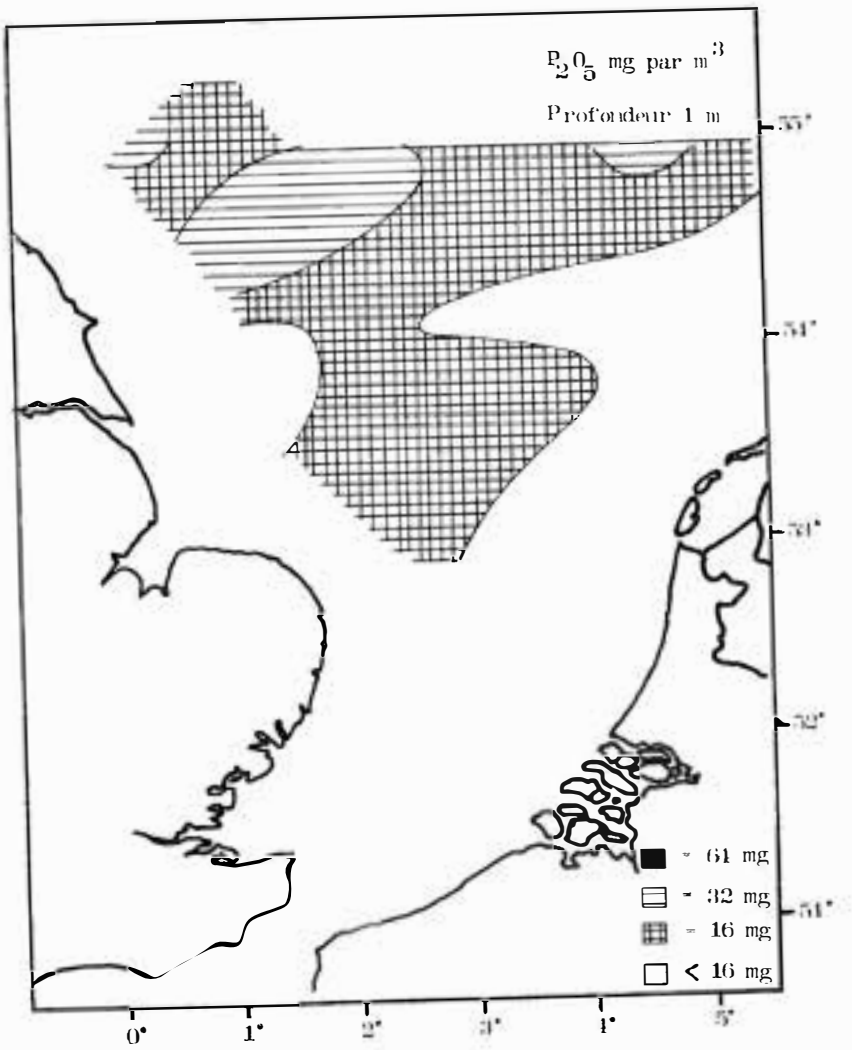


FIG. 52. — Phosphates à 1 m de profondeur (M. GRAHAM, 1938).

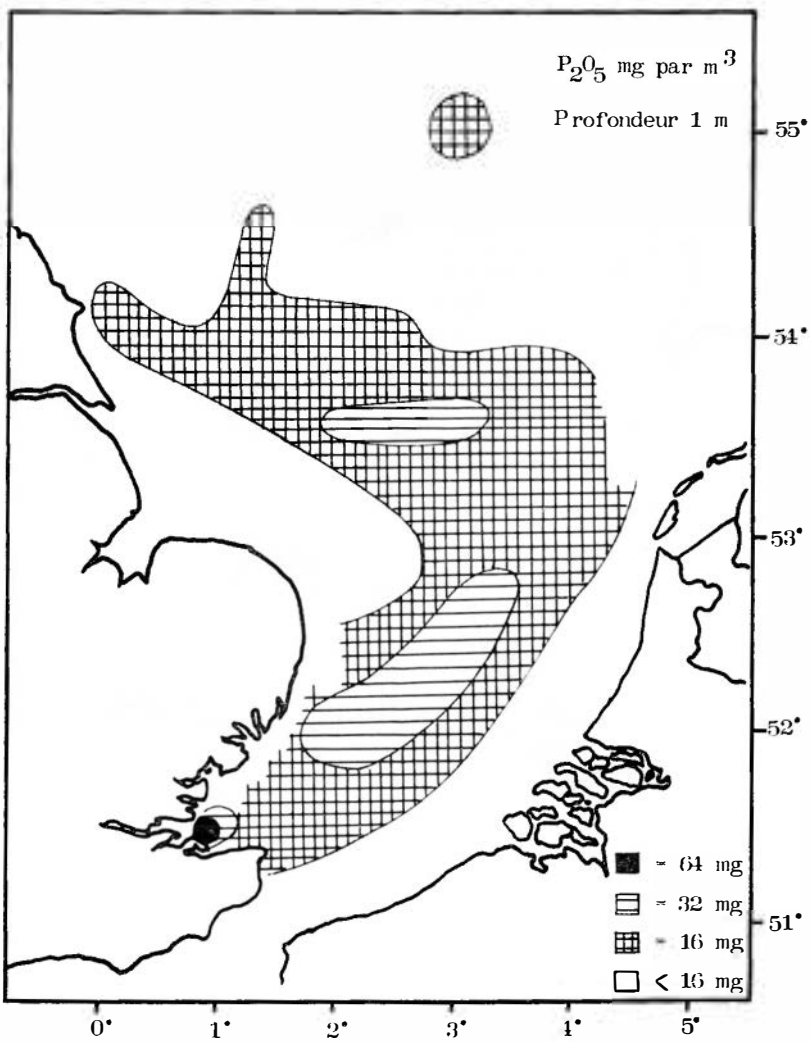


FIG. 53. — Phosphates à 1 m de profondeur (M. GRAHAM, 1938).

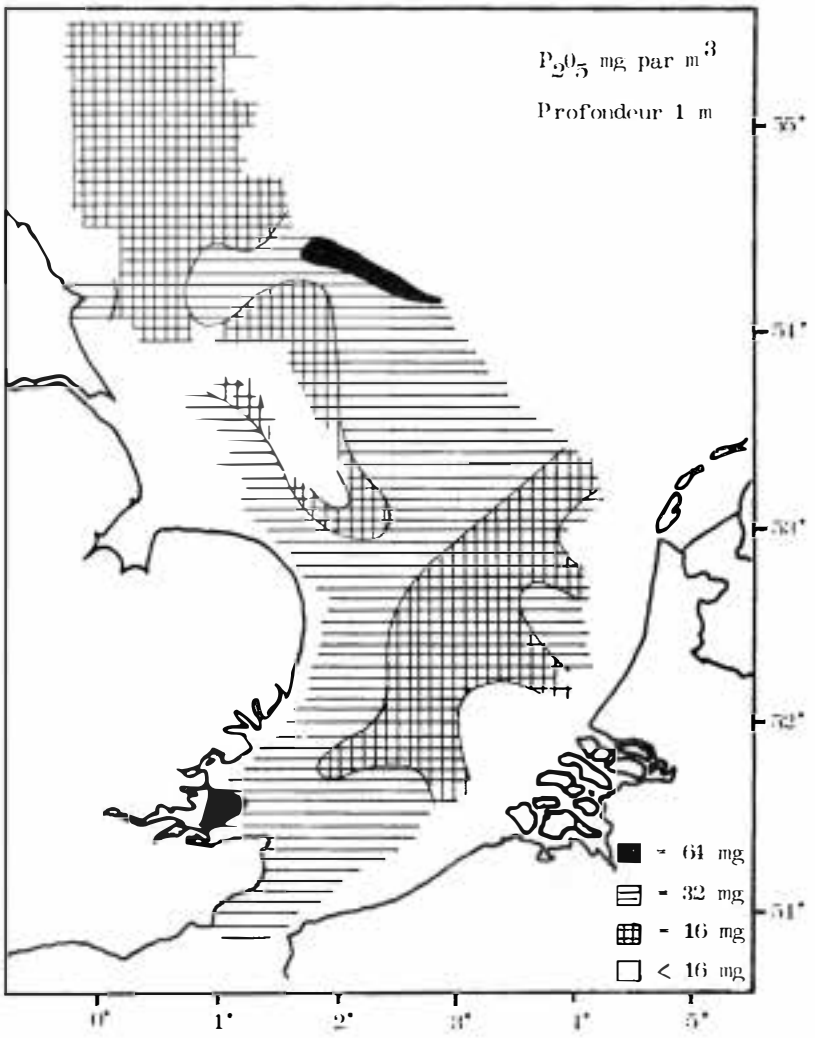


FIG. 54. — Répartition des phosphates à 1 m de profondeur. Septembre 1936. (M. GRAHAM, 1938.)

Les points noirs indiquent le gisement des stations. Les parties laissées en blanc correspondent à des concentrations inférieures à 16 mg par m^3; l'intensité des hachures est proportionnelle à 16 et plus, 32 et plus, 64 et plus de mg P_2O_5 par m^3.

a) un creux d'eau froide reliant la mer du Nord méridionale à l'eau plus océanique de la mer du Nord au sens strict, possédant une forte concentration en phosphates;

b) des zones à haute teneur en phosphates irrégulièrement réparties dans l'eau plus chaude de la Manche, dont l'origine semble océanique;

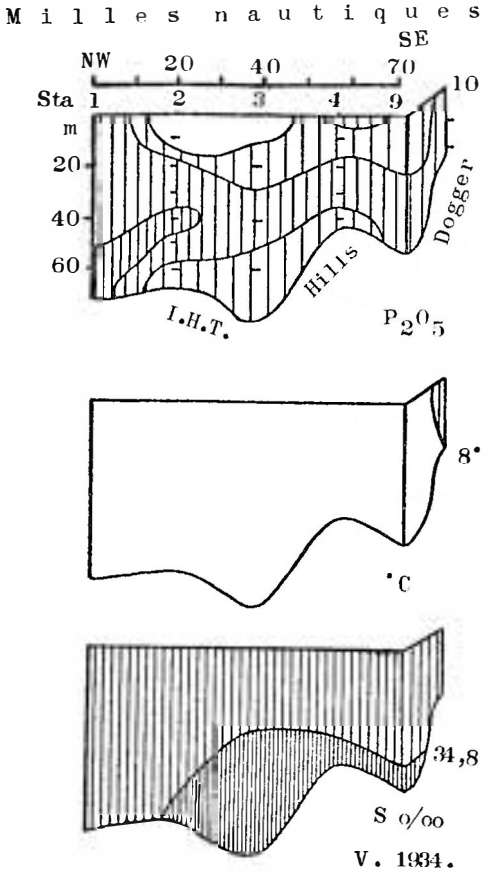


FIG. 55. — Mai 1934. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.

c) une région à basse salinité, environ position IX, à forte teneur en phosphates. Cette région était très prononcée en avril 1935 et avril 1937, et elle était simplement indiquée en mai 1936.

L'eau a une tendance à être un peu plus froide ici que les eaux environnantes. La forte teneur en phosphates de la partie septentrionale est à imputer à l'accumulation de phosphates en dessous du thermocline, dont on trouve des indications même à une époque si précoce de l'année. La haute concentration en phosphates du Sud de la mer du Nord a déjà été remarquée au cours d'autres croisières et est attribuée au « sewage » entraîné par le Thames.

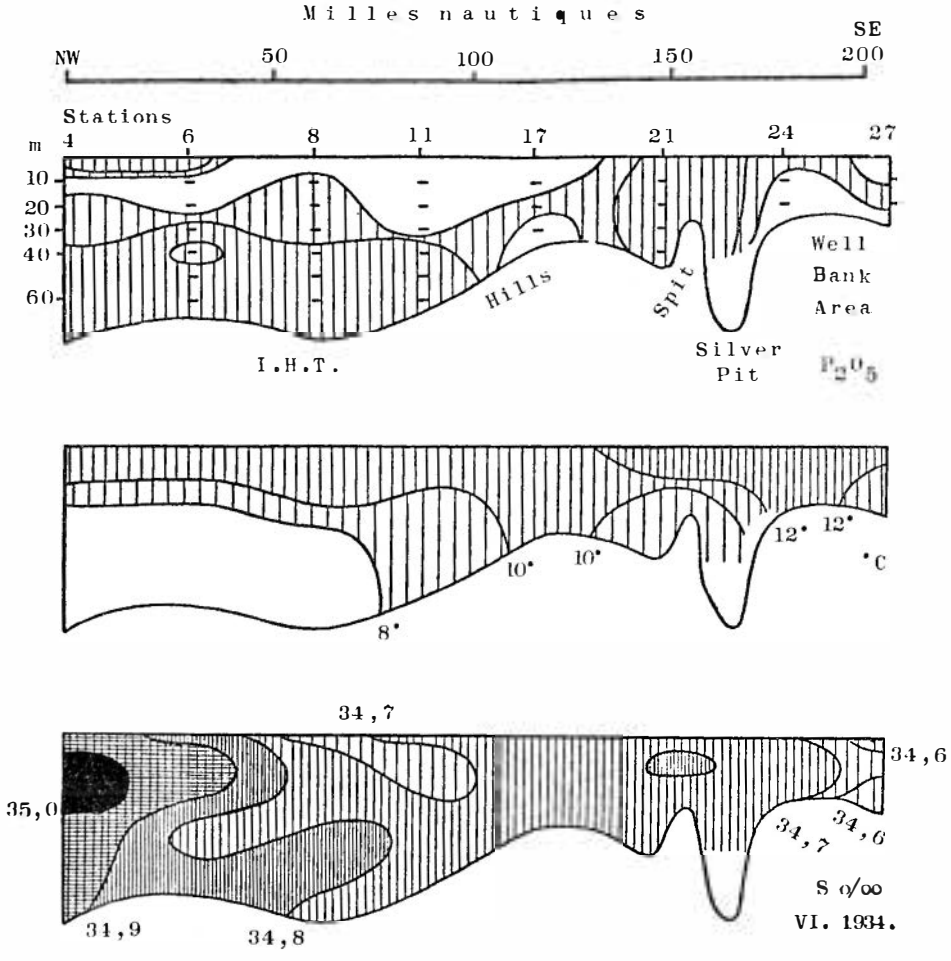


FIG. 56. — Juin 1934. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING, 1939.)
Distances en milles nautiques.

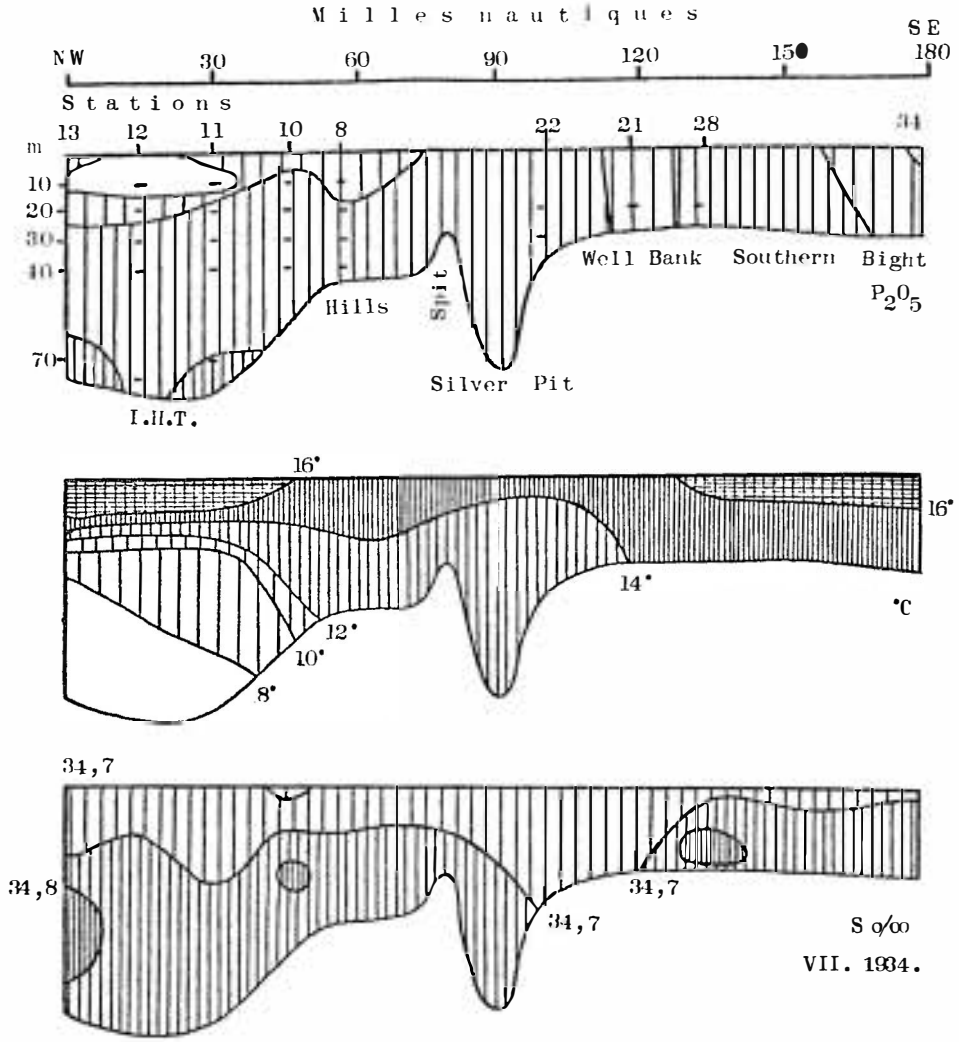


FIG. 57. — Juillet 1934. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING, 1939.)
Distances en milles nautiques.

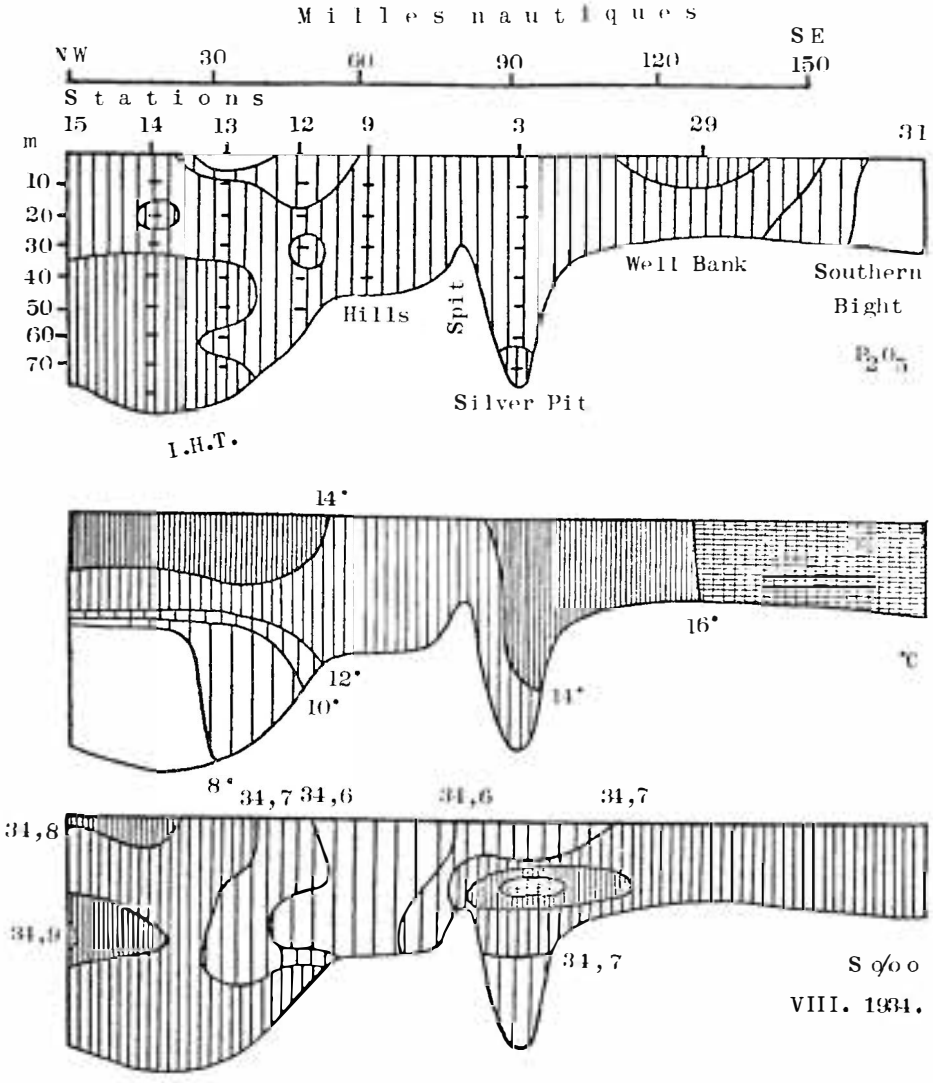


FIG. 58. — Août 1934. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING, 1939.)
Distances en milles nautiques.

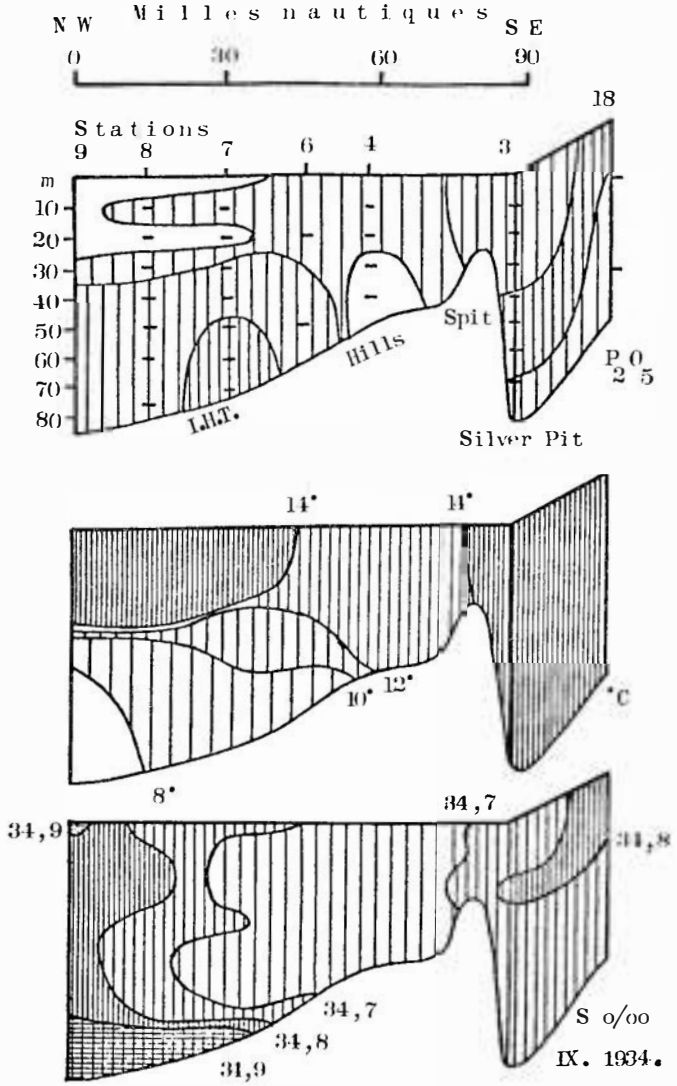


FIG. 59. — Septembre 1934. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING, 1939.)
Distances en milles nautiques.

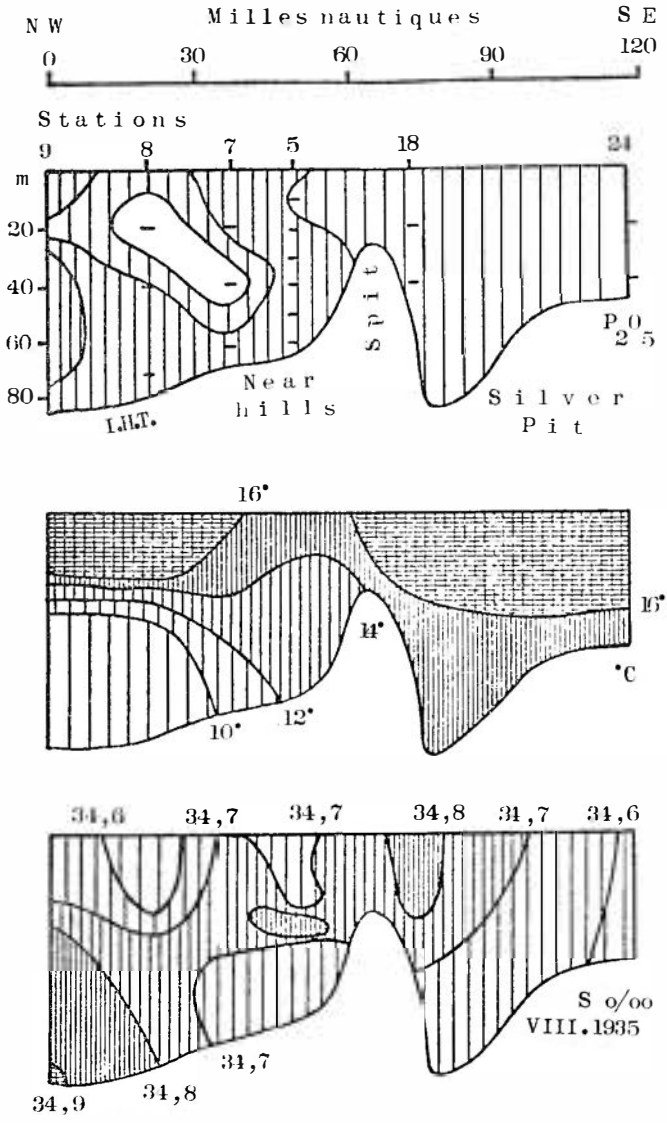


FIG. 60. — Août 1935. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING.)
Distances en milles nautiques.

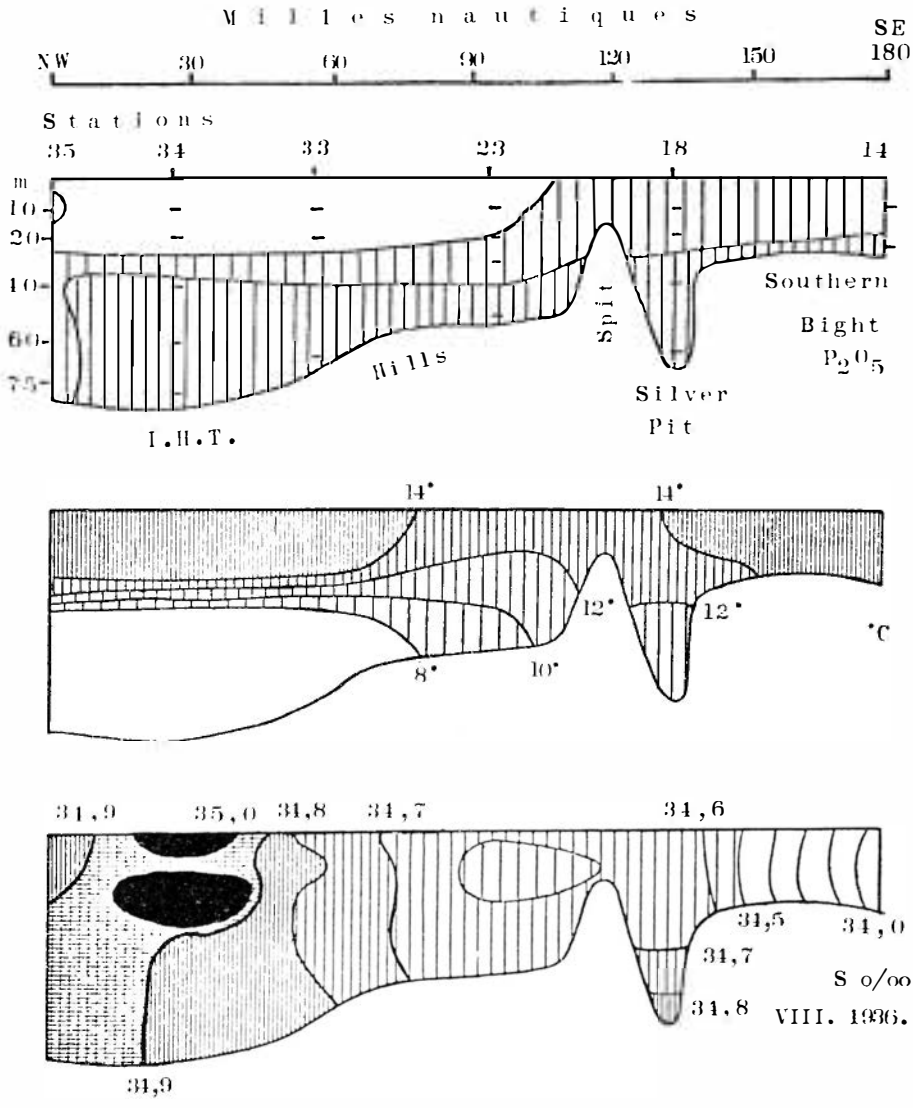


FIG. 61. — Août 1936. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING, 1939.)
Distances en milles nautiques.

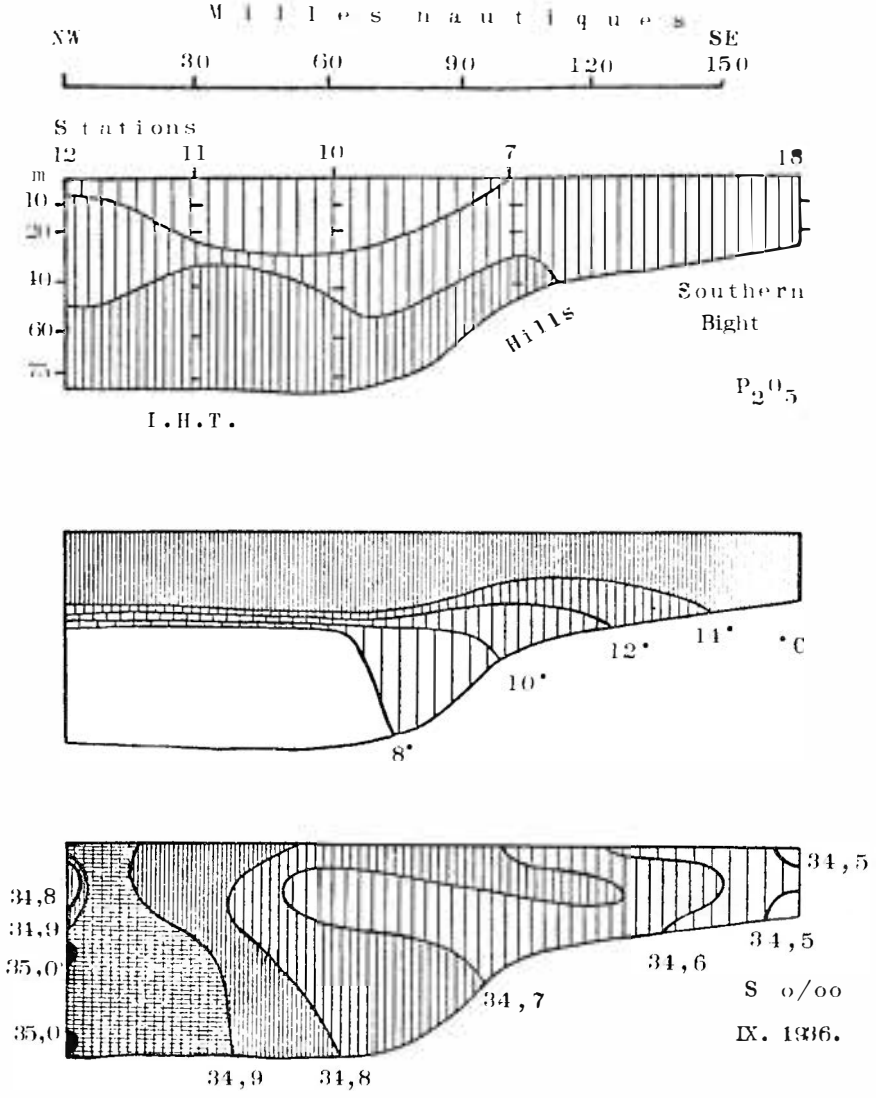


FIG. 62. — Septembre 1936. Coupe suivant Nord-Ouest à Sud-Est.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING, 1939.)
Distances en milles nautiques.

En Manche, à Plymouth, les chiffres les plus récents montrent que les phosphates dans les eaux profondes sont rarement inférieurs à 10 mg P_2O_5 par m^3.

Cette situation s'étend plus loin en Manche, mais disparaît près du Pas-de-Calais, où les eaux ont tendance à présenter des concentrations basses. On ne sait pas exactement pourquoi les phosphates de la Manche n'atteignent pas la mer du Nord. Il semble qu'ils sont apportés en Manche et en mer du Nord par l'eau océanique et par le ruissellement des terres voisines.

M. GRAHAM (1938), à la suite de ces mesures, fait les observations suivantes : cette année (1935) était intéressante en ce sens que l'entrée d'eau atlantique en mer du Nord a été apparemment retardée. On n'a pas rencontré de concentrations fortes de *Rhizosolenia* durant la croisière d'août, mais plus tard, les diatomées ont constitué des essaims très denses. En comparant les chiffres, il est évident que la répartition des phosphates n'était pas si régulière en 1935 qu'au cours du mois correspondant de l'année 1934; mais il s'est produit, cependant, un maximum dans la région sud-ouest du Doggerbank. Dans les sections verticales, il y a nouvelle évidence d'irrégularités dans les mouvements aquatiques, mais, même cette année, le « HILLS » est reconnaissable comme une région de mélange, si on la compare à une région plus stable du Nord-Ouest. Les observations de 1935 ne laissent pas prévoir une importance définie d'apports de substances nutritives pour les Diatomées.

L'année 1936 était caractérisée par la rareté du *Rhizosolenia*. Des recherches au sujet des phosphates furent exécutées durant deux croisières, en août et septembre.

En août, continue M. GRAHAM, la zone plus riche en phosphates s'est déplacée, de sa position en 1934 plus vers le Sud, et ses limites ne suggèrent pas une limitation sous forme d'une région circulaire, telle le « SWIRL ». La section montre que le thermocline et l'eau stable se trouvaient plus loin vers le Sud qu'en 1934. En septembre 1936, il y avait de nouveau une répartition moins régulière qu'au cours du mois correspondant de l'année 1934 et le thermocline était situé plus loin vers le Sud. Un autre fait à noter est que, ce mois, l'eau douce était riche en phosphates.

Ces données pour l'année 1936 sont fort importantes. On n'a pas trouvé *Rhizosolenia* en masses aussi considérables qu'en 1934. Nulle part, continue M. GRAHAM, il n'y a eu appauvrissement en phosphates, mais l'essaim de 1934 a été rétréci. En 1934, le fait de trouver que l'augmentation de l'essaim dépendait d'un apport de sels nutritifs, depuis l'eau du Nord, donnait à penser que l'apprauvrissement de ces sels limiterait la croissance au cours des années de moindre apport d'eau atlantique. Ceci n'est pas le cas, du moins en ce qui concerne les phosphates.

De larges régions de la mer du Nord méridionale étaient fort riches en phosphates au cours de l'été 1936 et il ne serait pas exact de dire que cette partie de mer dépend directement de l'Atlantique pour les sels nutritifs. Les sections pour chacune des trois années montrent un apport dans les eaux profondes vers le Nord. La concentration des phosphates montre plutôt une relation avec le thermocline qu'avec la salinité. Même dans la mer du Nord méridionale, on a trouvé des accumulations de phosphates en dessous de thermoclines temporaires et il y a toutes les raisons de penser, semble-t-il, que l'apport, depuis le Nord, se fait de même ici. Naturellement, cette même région septentrionale peut être plus ou moins enrichie

lorsque plus ou moins d'eau d'origine profonde l'atteint, ce dont la mer du Nord méridionale peut éventuellement tirer profit.

Une vaste zone à *Rhizosolenia* est le résultat de maintes divisions cellulaires s'étendant sur un temps considérable. Il semble que sa formation doit dépendre de la persistance de conditions favorables, avec la lumière solaire, l'apport de substances nutritives et assez de stabilité pour contenir l'essaim. On a connu une persistance de conditions hydrologiques en 1934 jusqu'en septembre, lorsque la diatomée a commencé à décliner. Les cartes pour 1936 apparaissent comme moins régulières. Des vents violents, ou plus de ruissellement depuis la terre ferme, celui-ci dû aux fortes pluies, ont tendance à interférer avec un agencement comme on en a trouvé un en août 1934, lorsque l'essaim circulait dans le « SWIRL » et était constamment nourri vers ses bords par le brassage dans la région des « HILLS ».

La conclusion provisoire qu'on peut en tirer est que l'absence de l'essaim de *Rhizosolenia* dépend d'un complexe de facteurs, tous favorables dans le temps, avec un fort influx atlantique. Cette conclusion a déjà été tirée par R. E. SAVAGE et R. S. WIMPENNY et les nouvelles connaissances sur la nutrition de l'essaim tendent à la confirmer.

La même croisière du « CARNEGIE » a exécuté un certain nombre de stations entre Plymouth et l'embouchure de l'Elbe. Les prélèvements ont eu lieu du 18 au 22 juin 1928 aux stations 1 à 13 en Manche, 14 à 18 dans le Pas-de-Calais, 19 à 32 dans la mer du Nord méridionale dans l'embouchure de l'Elbe.

H. R. SEIWELL (1928) a publié quelques renseignements au sujet des teneurs en phosphates et du pH.

Les valeurs généralement basses des phosphates en surface en Manche (excepté pour les stations 5, 6 et 7) attirent l'attention sur le fait que les phosphates dans les couches supérieures sont utilisés par le phytoplancton à un rythme plus rapide que le réapprovisionnement ne le permet. Les valeurs élevées des phosphates mesurées aux stations 5, 6 et 7 sont peut-être dues à un enrichissement local par des bateaux, des courants de convection amenant de l'eau profonde, ou par le drainage des terres environnantes. La teneur moyenne de l'eau de surface en Manche le long de la route suivie par le « CARNEGIE » (à l'exclusion des stations 5, 6 et 7) est de 8,64 mg P_2O_5 par m^3. La moyenne de la concentration en ions hydrogène exprimée comme pH et corrigée pour erreur de sel est de pH = 8,03.

Les mesures de phosphates pour la région de la mer du Nord méridionale sont plus basses que celles de la Manche, l'eau de surface est presque totalement exempte de phosphates. La moyenne de ces stations a été de 3,44 mg P_2O_5 par m^3 et la moyenne de la concentration en ions hydrogène exprimée en pH et corrigée pour erreur de sel a été de pH = 8,11.

Les mesures dans le Pas-de-Calais montrent des résultats se rapprochant très fort de ceux obtenus en mer du Nord. La moyenne du P_2O_5 pour les cinq stations était de 3,65 mg par m^3 avec un pH = 8,05.

En comparant les résultats pour la Manche et le Sud de la mer du Nord, on peut voir que pour la période d'observation, 18-22 juin 1928, il y a eu une activité photosynthétique plus forte dans l'eau de surface de la mer du Nord que de la Manche. La variation de la température pour l'entièreté des séries de stations n'était pas plus grande que 1.2°C et de celle des stations en mer du Nord 12.9°C.

La latitude moyenne du groupe de stations en Manche est 50°26′ N, dans le

Pas-de-Calais 51°02′ N et pour celles de la mer du Nord 52°34′ N. Donc, la différence moyenne en lumière solaire (depuis le lever au coucher du soleil) entre les stations en Manche et celles de la mer du Nord pour une époque moyenne d'observations, 20 juin 1928, était de 24 minutes, le groupe de la mer du Nord ayant approximativement une période plus longue de 3 % de lumière par jour. Pour cette raison, les autres conditions étant égales, on s'attendrait pour cette période à une augmentation de croissance végétale et de reproduction pour le groupe de la mer du Nord, qui ferait diminuer la concentration en phosphates et celle en ions hydrogène dans les couches supérieures.

La croisière du « POSEIDON » (K. KALLE, 1937) en mer du Nord et en Manche, a permis de dresser une carte de répartition des phosphates. Cette carte montre malheureusement une image assez inexpressive. La raison en est imputable à la particularité du comportement des phosphates. Alors que pour les autres facteurs, comme la turbidité, les concentrations en silicates, il existe un assez grand intervalle entre les minima et les maxima dans les rapports de 1:10 à 1:20, ici ce rapport ne comporte que 1:2. Il est compréhensible que dans ce cas il soit impossible de se rendre compte de très petites variations (fig. 63).

Néanmoins, ici aussi, on peut retrouver les masses d'eau, pas toujours d'une manière très nette, mises en évidence sur la carte générale des résultats obtenus au cours de la croisière (fig. 89). Il faut remarquer surtout, en ce qui concerne la « biologische Altwässer », que celle-ci n'est pas caractérisée comme pour les autres facteurs, par un minimum, mais par un maximum relativement élevé.

Les résultats de l'étude des variations des phosphates à la station E-1, au cours des années 1923-1925 et 1948, ont fait l'objet d'une publication de W. R. G. ATKINS (1953). Lorsqu'on compare les résultats obtenus depuis le 11.II.1948 jusqu'au 1.II.1949 avec les données de 1923 et 1925, il est évident que les concentrations hivernales étaient plus élevées pendant les deux dernières années. Les années 1925 et 1948 présentent un grand développement printanier, de sorte que la plus grande partie des phosphates était consommée en avril et mai. Le maximum de déplétion pour 1923 a été atteint le 10.VII.1923 avec 29,6 mg par mètre cube. En 1925, la teneur augmente un peu en été et le maximum hivernal est un peu inférieur à celui de 1923. W. R. G. ATKINS conclut en disant qu'il est très difficile de dire qu'il existe une relation quantitative stricte entre les phosphates présents et leur consommation.

En ce qui concerne la mer du Nord, les valeurs publiées par E. RABEN pour l'eau de surface sont situées entre 51 et 221 mg par m^3. L'eau près du fond contient plus de phosphates que l'eau de surface. Au début de mars 1909, il y avait à deux stations autant de P_2O_5 en surface qu'au fond (41 à 75 m). Il y a eu, ici, égalisation de température avec brassage, car température et salinité étaient presque complètement égales dans toute la colonne aquatique. En mer du Nord, la moyenne pour l'eau de surface comporte 119 mg et pour l'eau du fond 134 mg par m^3. La recherche des phosphates au cours du même mois, pendant des années différentes, donnera des valeurs analogues. Il y a un minimum très net en mai et en juin. Il y a, en outre, un minimum moins bas en octobre, à l'époque de la production automnale de diatomées. La courbe des phosphates pour la mer du Nord va de la mi-février jusqu'au début de septembre, à l'encontre de celle de la transparence et de la température, en raison de la grande consommation par les algues du plancton et le peu d'apports à partir du fond.

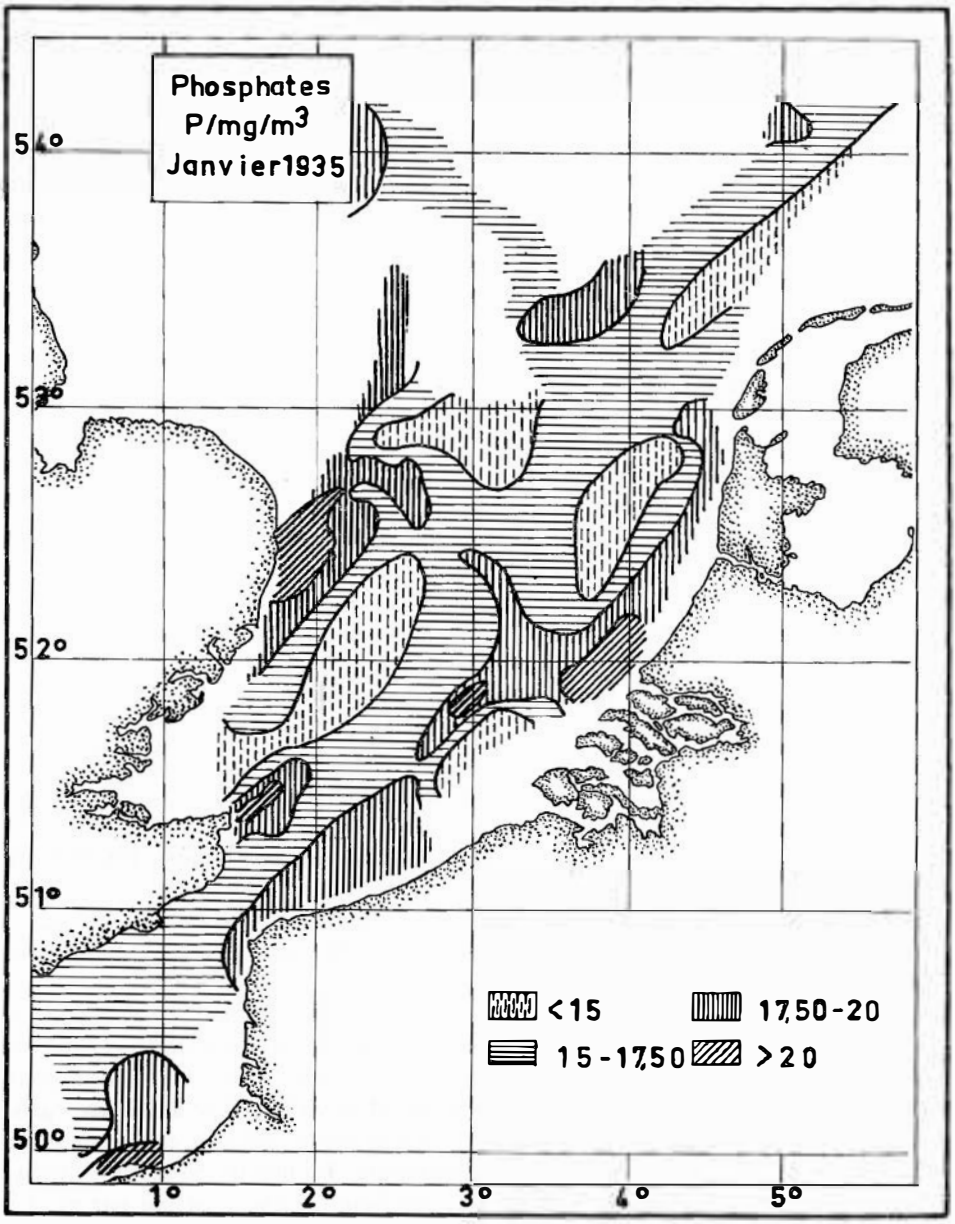


FIG. 63. — Répartition des phosphates en mer du Nord en janvier 1935. Croisière du R.F.D. « POSEIDON ». (K. KALLE, 1937.)

H. W. HARVEY (1948) a fait récemment des essais de détermination du phosphore organique dans l'eau de mer et a notamment obtenu les résultats du tableau 90, à 3 milles au Sud d'Eddystone en Manche.

TABLEAU 90.
Phosphore de l'eau de mer en Manche, 3 milles au Sud d'Eddystone. — 23 juillet 1947.
(H. W. HARVEY, 1948.)

Profondeur m	Phosphore par m³			Profondeur m	Phosphore par m³		
	minéral	organique	total		minéral	organique	total
5	2,3	7,9	10,2	6 cm			
10	2,2	9,4	11,6	au-dessus du fond	8,8	16,2	24,0
20	5,0	7,3	12,3	6 distance			
60	6,8	4,3	11,1	de 200 yards	7,9	10,1	18,0
65	6,8	7,4	14,2				
35 cm au-dessus du fond	8,4	6,3	14,7				

Enfin, F. A. J. ARMSTRONG (1954) a étudié les concentrations en phosphates et silicates au cours des années 1950 à 1953 à la station E-1 (tabl. 91 et fig. 64, 65 et 66).

TABLEAU 91.
Phosphates et silicates à la station E-1.
Résultats en μg-at/litre.

Dates	P-PO_4	P total	Si-SiO_2	Dates	P-PO_4	P total	Si-SiO_2
1950				5.II	0,46	0,57	3,02
18.I	0,46	0,57	—	11.III	0,39	0,58	2,73
22.II	0,51	0,63	—	17.III	0,40	0,57	2,55
24.III	0,46	0,54	2,53	16.IV	0,37	0,50	2,20
3.V	0,17	0,52	0,64	15.V	0,23	0,48	2,01
25.V	0,20	0,36	1,91	19.VI	0,28	0,43	1,88
12.VII	0,20	—	1,60	15.VII	0,29	0,31	1,07
19	0,28	0,42	1,88	20.VIII	0,26	0,35	1,41
23.VIII	0,32	0,48	1,68	22.IX	0,25	0,39	1,52
20.IX	0,28	0,46	1,07	21.X	0,33	0,40	1,93
23.X	0,36	0,46	1,77	20.XI	0,33	0,46	1,24
22.XI	0,43	0,58	2,66	22.XII	0,40	0,52	2,29
18.XII	0,47	0,56	2,60				
				1953			
1951				21.I	0,45	0,56	2,69
24.I	0,49	0,58	2,78	23.II	0,43	0,56	2,72
26.II	0,49	0,59	2,92	16.III	0,44	0,53	1,96
28.III	0,51	0,62	1,94	25.III	0,36	0,53	0,86
25.IV	0,16	0,45	0,43	13.IV	0,30	0,51	1,13
17.V	0,17	0,44	1,19	27.IV	0,15	0,41	0,26
12.VI	0,17	0,41	1,07	11.V	0,16	0,48	1,22
17.VII	0,19	0,42	1,13	8.VI	0,25	0,49	3,02
22.VIII	0,25	0,49	2,40	22.VI	0,29	0,51	2,31
27.IX	0,28	0,51	2,50	20.VII	0,31	0,52	2,08
24.X	0,33	0,46	2,39	10.VIII	0,23	0,41	2,36
15.XI	0,40	—	—	8.IX	0,32	0,42	3,41
27.XI	0,40	0,53	3,19	5.X	0,34	0,49	3,50
				20.X	0,32	0,42	3,06
1952				17.XI	0,47	0,52	4,05
7.I	0,46	0,56	2,79	14.XII	0,47	0,54	3,90

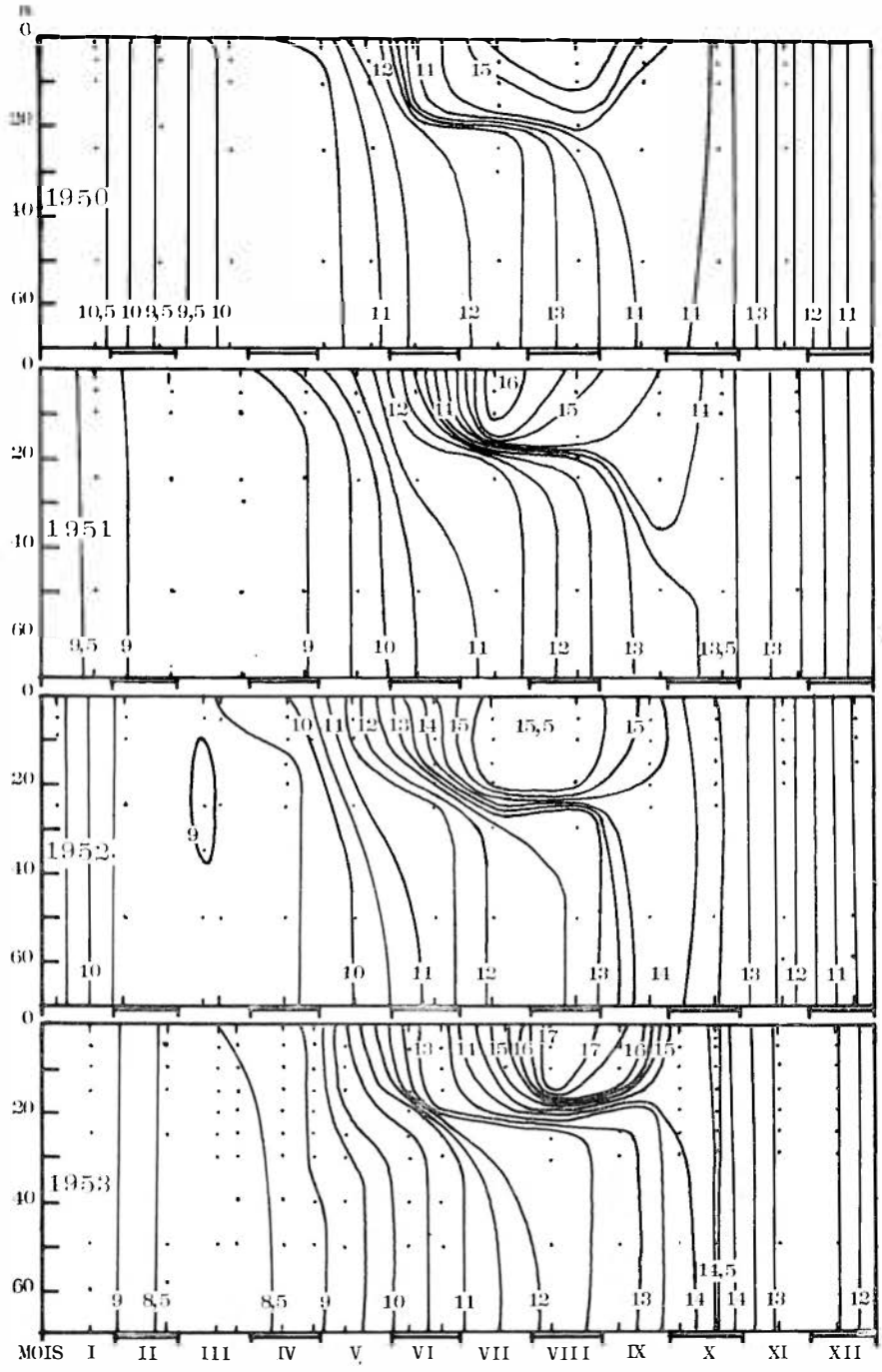


FIG. 64. — Répartition verticale de la température à la station internationale E-1, 1950-1953. (F. A. J. ARMSTRONG.)

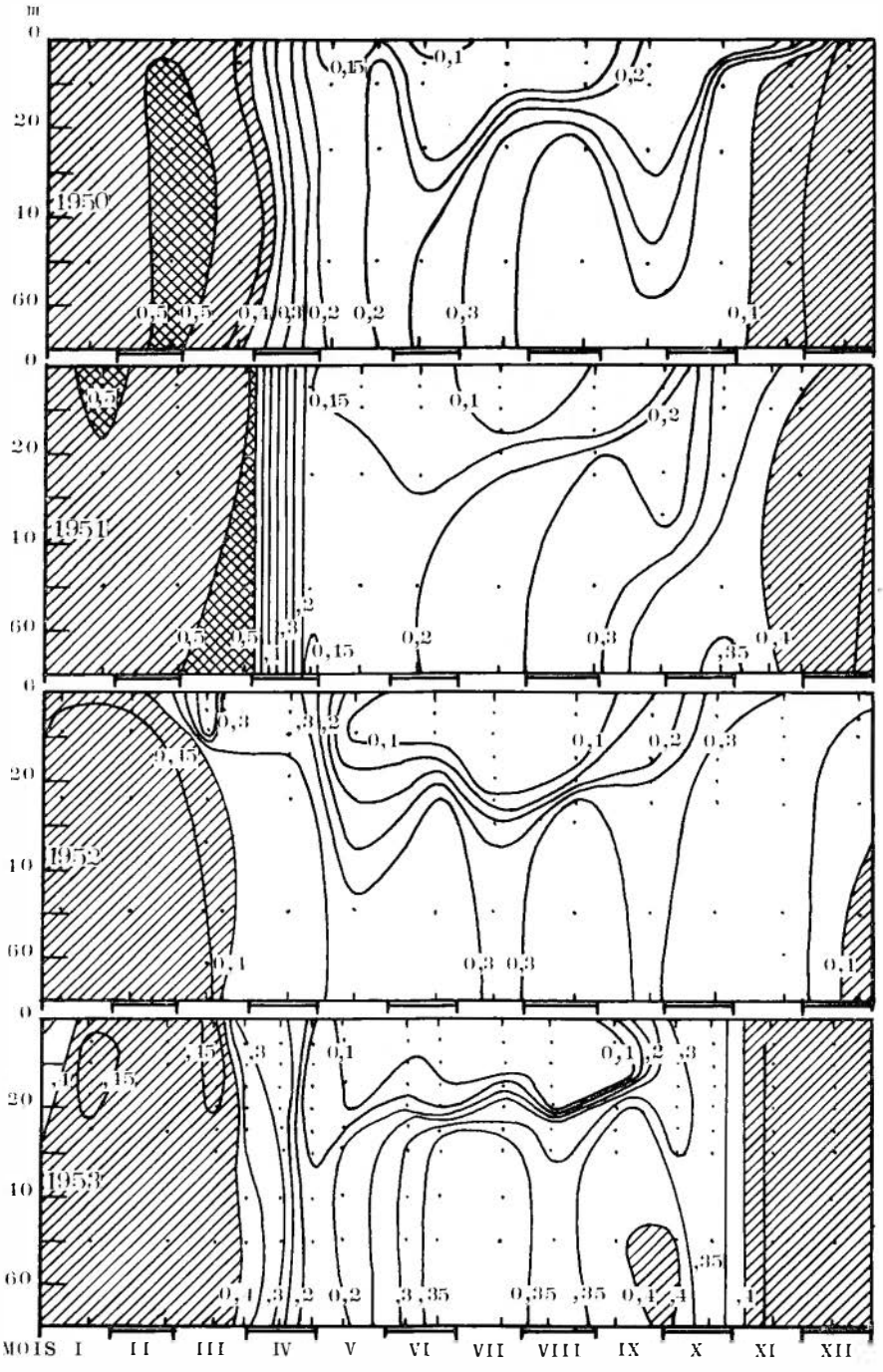


FIG. 65. — Répartition verticale des concentrations en P (μg atomes/l) à la station hydrographique internationale E-1, 1950-1953 (intervalles à 0,05 μg at/l).
(F. A. J. ARMSTRONG.)

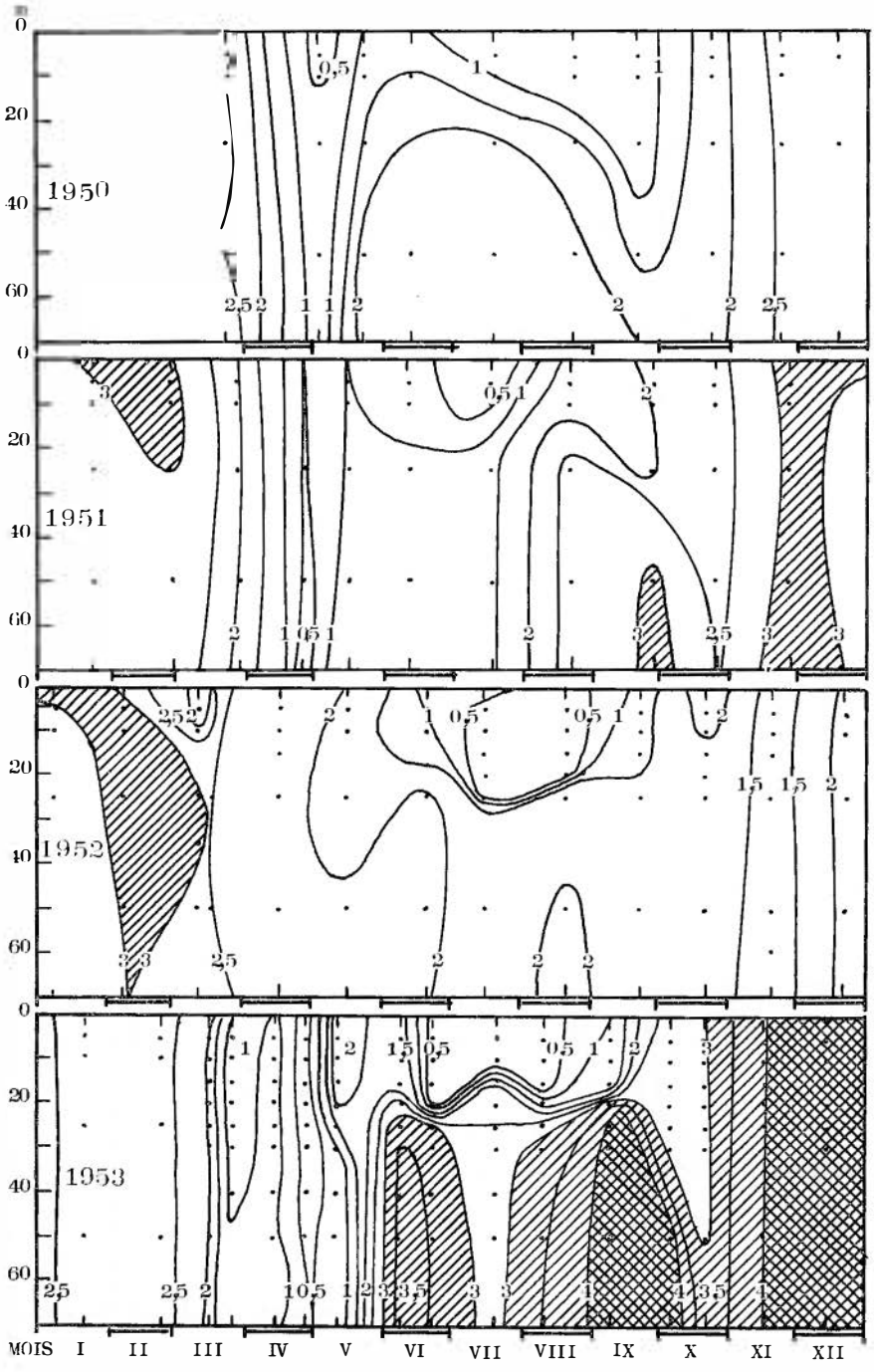


FIG. 66. — Répartition verticale des silicates en µg at/1 Si. Station E-1 en Manche, 1950-1953.
Intervalles de 0,5 µg at/1 Si.
(F. A. J. ARMSTRONG.)

Les analyses publiées se rapportent à la station internationale hydrographique E-1 (Lat. 50°02'N - Long. 4°22'W). En réalité, les recherches sur les phosphates ont débuté en 1923 et les résultats ont été publiés par le Laboratoire de Plymouth : W. R. G. ATKINS (1923, 1924, 1926, 1928, 1930, 1953); L. H. N. COOPER (1933, 1937, 1938); H. W. HARVEY (1948, 1950); F. A. J. ARMSTRONG (1951); F. A. J. ARMSTRONG et H. W. HARVEY (1950).

Depuis le début de l'année 1948, des analyses avaient été effectuées à environ un mois d'intervalle, en ce qui concerne les phosphates dissous, le phosphore total et, depuis 1950, également les silicates.

F. A. J. ARMSTRONG fait remarquer que les résultats des phosphates englobent également les arséniates, 1 µg atome de As (comme arséniate) étant déterminé comme 1 µg de P (comme phosphate). L'arsenic a été déterminé récemment dans les eaux de E-1 par A. A. SMALES et B. D. PATER (The Analyst, LXXVII, 188-195), par une méthode d'activation neutronique. On a trouvé 0,024-0,047 µg atome As par litre, confirmant ainsi, en ordre de grandeur, les 0,013 à 0,041 µg As par litre trouvés par une méthode chimique indirecte par F. A. J. ARMSTRONG et H. W. HARVEY (1950). As n'est pas compris dans la détermination du P total, la méthode préconisée étant la digestion à l'acide perchlorique (A. L. HANSEN et R. J. ROBINSON, 1953, J. Mar. biol. Ass. U.K., XXIII, 181-195).

Phosphates, 1950-1953. En 1950, la colonne aquatique était homogène depuis janvier jusqu'à fin avril, la diminution a été rapide durant ce dernier mois. On a observé une discontinuité verticale depuis ce moment jusqu'en décembre, mais en octobre et novembre la diminution dans les couches supérieures s'est limitée aux cinq premiers mètres. En juillet et août, il existe une masse d'eau contenant une quantité de phosphate supérieure à 0,3 µg atome P/litre, en dessous de 20 m.

En 1951, la situation a été similaire, mais au cours des mois d'été, il y a eu moins de phosphates dans les eaux plus profondes, la concentration a été inférieure à 0,3 µg atome P/litre.

L'année 1952 diffère des autres par une décroissance plus graduelle au printemps, avec une grande homogénéité verticale. La déplétion des couches supérieures a été plus profonde, avec une large zone dans le diagramme montrant moins de 0,1 µg atome P/litre, depuis mai jusqu'en août, et pénétrant jusqu'à une couche de 20 m en juillet. Excepté dans ce dernier mois, l'eau profonde contient, en été, plus de 0,3 µg atome P/litre.

En 1953, la diminution a été plus rapide au printemps qu'au cours de l'année précédente. On a remarqué une stratification en mai et l'iso-P, 1 µg atome P/litre, tout en ne pénétrant pas si profondément, s'étend toutefois sur une très grande surface depuis la mi-mai jusqu'au début de septembre. Depuis juin, il y a eu une masse d'eau en dessous du niveau de 25 m, de plus de 0,3 µg atome P/litre et, dans beaucoup de cas, aux environs de 0,4 µg atome P/litre.

En ce qui concerne les moyennes intégrales des concentrations dans la colonne d'eau, P. A. J. ARMSTRONG a fait usage de la formule :

$$\frac{1}{2d_n}\left\{(a_1+a_2)(d_2-d_1) + (a_2+a_3)(d_3-d_2) + \ldots + (a_{n-1}+a_n)(d_n-d_{n-1})\right\}$$

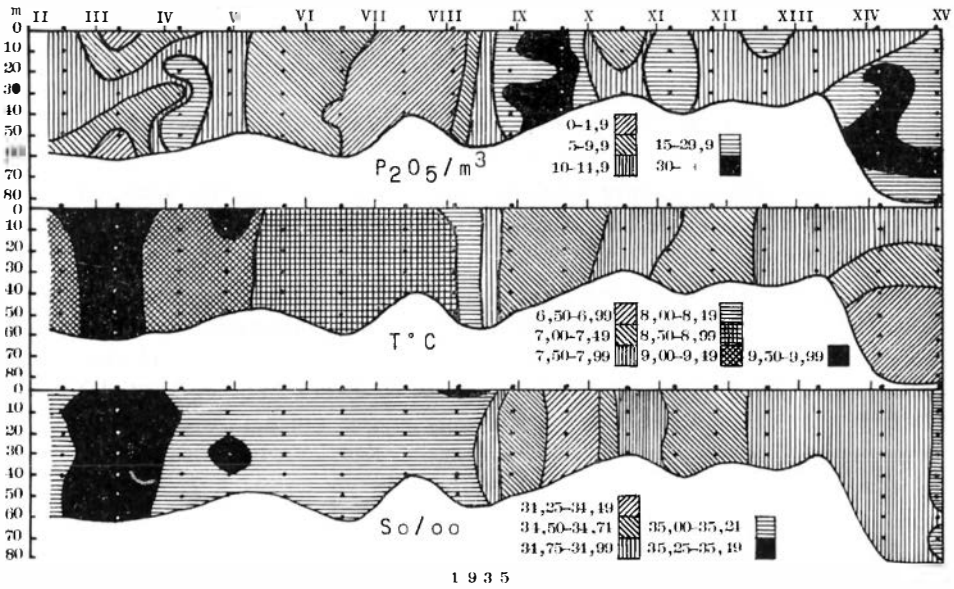


FIG. 67. — Répartition en mer du Nord et en Manche à diverses stations de la température, salinité et P_2O_5 en 1935.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING.)

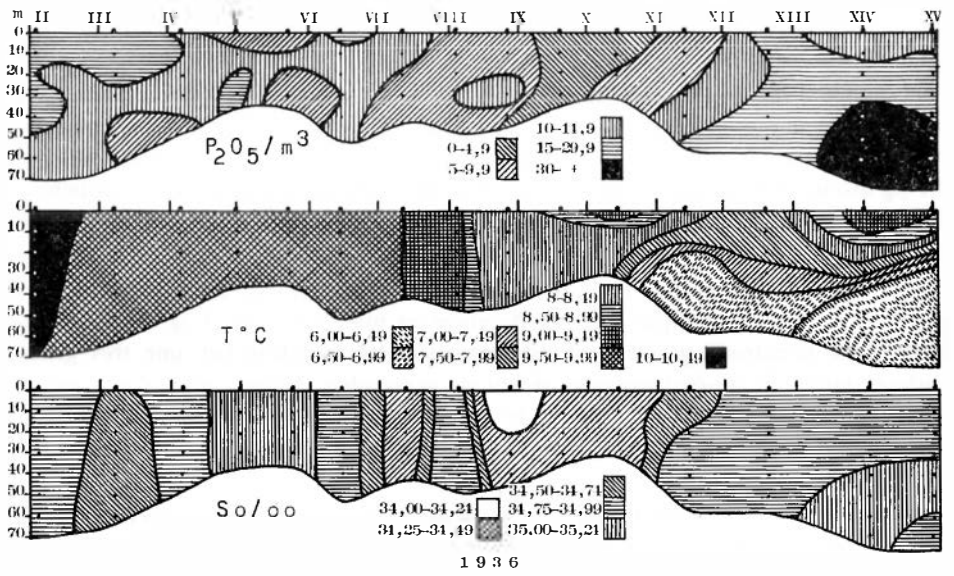


FIG. 68. — Répartition en mer du Nord et en Manche à diverses stations de la température, salinité et P_2O_5 en 1936.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING.)

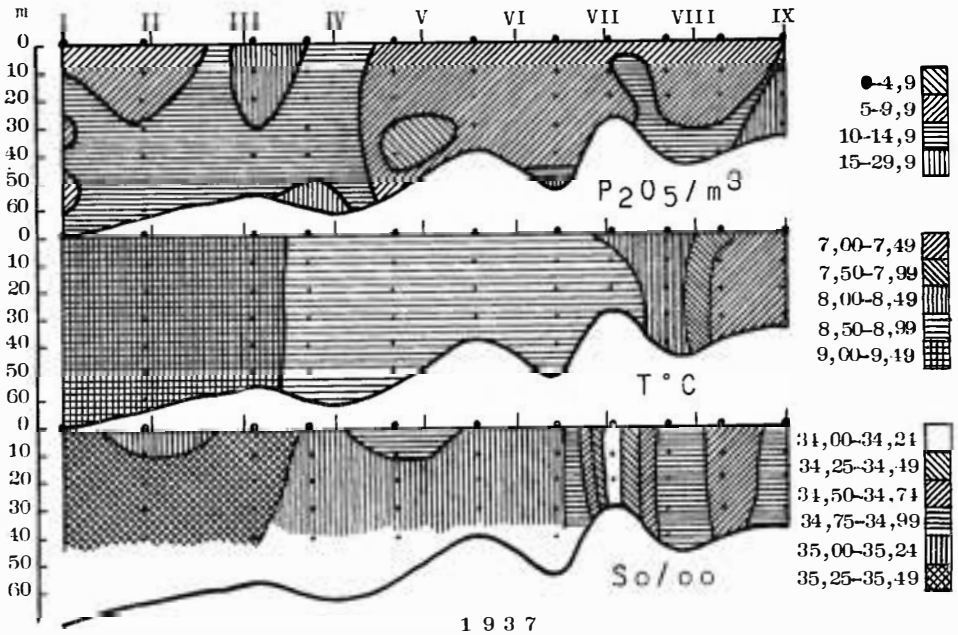


FIG. 69. — Répartition en mer du Nord et en Manche à diverses stations de la température, salinité et P_2O_5 en 1937.
(M. GRAHAM et J. P. HARDING.)

dans laquelle $a_1 \ldots a_n$ sont les observations à des profondeurs $d_1 - d_n$. Les résultats sont donnés dans le tableau 91 en même temps que ceux de la silice.

Pour les phosphates, la variation saisonnière est bien connue, on observe au printemps des diminutions rapides en avril, excepté en 1952, où, comme on l'a noté ci-dessus, la décroissance s'est montrée abrupte. Le renouvellement en été et en automne montre une irrégularité considérable, mais celui de 1951 est, au contraire, régulier. La différence entre le maximum et le minimum pour chacune des quatre années est respectivement de 0,34, 0,35, 0,27 et 0,32 µg atome P/litre.

Il est donc évident qu'une variation saisonnière du phosphore total a lieu, mais, comme F. A. J. ARMSTRONG et H. W. HARVEY l'ont montré (1950), elle est moins marquée que celle des phosphates. Les différences entre les maxima et les minima pour chacune des quatre années, sont respectivement 0,27 - 0,21 - 0,27 et 0,15 µg atome P/litre. On se demande d'où provient cette différence relativement considérable.

Les recherches de M. GRAHAM et J. P. HARDING à bord du « GEORGE BLIGH » en avril 1935, 1936 et 1937 ont donné des résultats intéressants publiés en 1938-1939 (fig. 67, 68 et 69) (pp. 254 et suiv.).

Le dernier travail dont nous ayons à tenir compte, du moins pour les régions côtières soumises à des fluctuations assez considérables à cause des estuaires, est celui de H. POSTMA : « Hydrography ot the Dutch Wadden Sea » (1954). Le but de cette étude est avant tout l'examen des relations entre les mouvements de l'eau, le transport de matières en suspension et la production de matière organique.

Au cours de ses recherches, H. POSTMA a eu l'occasion d'effectuer maintes analyses d'eau dont les résultats intéressent énormément le chercheur en mer du Nord, surtout en ce qui concerne les phosphates (tabl. 92). Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur cet excellent travail. Nous devons d'ailleurs au même auteur une étude très fouillée sur le cycle de l'azote dans le Wadden Zee et les régions adjacentes, parue après la rédaction primitive du présent travail (1966).

TABLEAU 92.
Phosphate et phosphore organique dissous en mer du Nord (1950-1951).
(D'après H. POSTMA, 1954.)

Date	°C	Cl °/₀₀	PO_4 µg at/l	P organique dissous µg at/l	P total dissous µg at/l	Position
1950						
1.II	2,90	18,24	0,60	0,30	0,90	Bouée extér. Molengat
1.II	3,15	18,85	0,47	0,21	0,68	Bateau feu Texel
21.II	5,03	17,12	0,60	0,23	0,89	Bouée extér. Schulpengat
29.III	7,56	17,43	0,17	0,46	0,68	Bouée extér. Schulpengat
12.IV	7,88	18,37	0,05	0,63	0,68	Bouée extér. Schulpengat
25.IV	8,51	18,44	traces	0,59	0,59	Bouée extér. Schulpengat
25.V	12,84	17,83	0,12	0,62	0,77	Bouée extér. Schulpengat
7.VI	17,21	18,13	0,05	0,41	0,46	Bouée extér. Schulpengat
27.VI	—	18,10	0,05	—	—	Bateau feu Texel
27.VI	—	17,04	—	0,58	0,58	Bouée extér. Schulpengat
24.VIII	18,11	18,18	0,22	0,56	0,78	Bouée extér. Schulpengat
11.X	17,13	17,22	0,41	0,24	0,66	Bouée extér. Schulpengat
20.XII	4,47	14,64	0,72	—	—	Bouée extér. Molengat S.
20.XII	4,42	16,68	0,50	0,17	0,67	Bouée extér. Molengat F.
20.XII	6,56	19,19	0,40	0,14	0,44	Bateau feu Texel S.
20.XII	6,71	19,16	0,36	0,14	0,50	Bateau feu Texel F.
1951						
3.I	4,18	17,94	0,59	—	—	Bouée extér. Schulpengat
6.VI	12,38	18,05	0,00	0,48	0,48	Bateau feu Texel
24.VIII	18,00	17,27	0,18	0,65	0,83	Bouée extér. Molengat
24.VIII	18,01	17,82	0,21	0,54	0,75	Bouée extér. Schulpengat

Les tendances saisonnières pour le $P\text{-}PO_4$ dissous sont clairement indiquées sur les cartes de S. B. TIJSSEN (1968) et celles-ci sont, dans les grandes lignes, semblables à celles de R. JOHNSTON et P. G. W. JONES (1965). On trouve des divergences dans maint détail. On ne peut pas s'attendre à trouver, en effet, d'année en année, une ressemblance étroite dans les cartes de répartition mensuelle.

Ces dissemblances sont dues à beaucoup de facteurs, tels : la répartition de la salinité, les apports d'eau douce, la température, etc. La comparaison des cartes de R. JOHNSTON et P. W. JONES avec les données des mois de mai-juin permet de déceler des différences nettes. En général, les chiffres de S. B. TIJSSEN sont inférieurs et les lignes « iso » épousent mieux les côtes néerlandaises et leur restent parallèles (fig. 70 et 71).

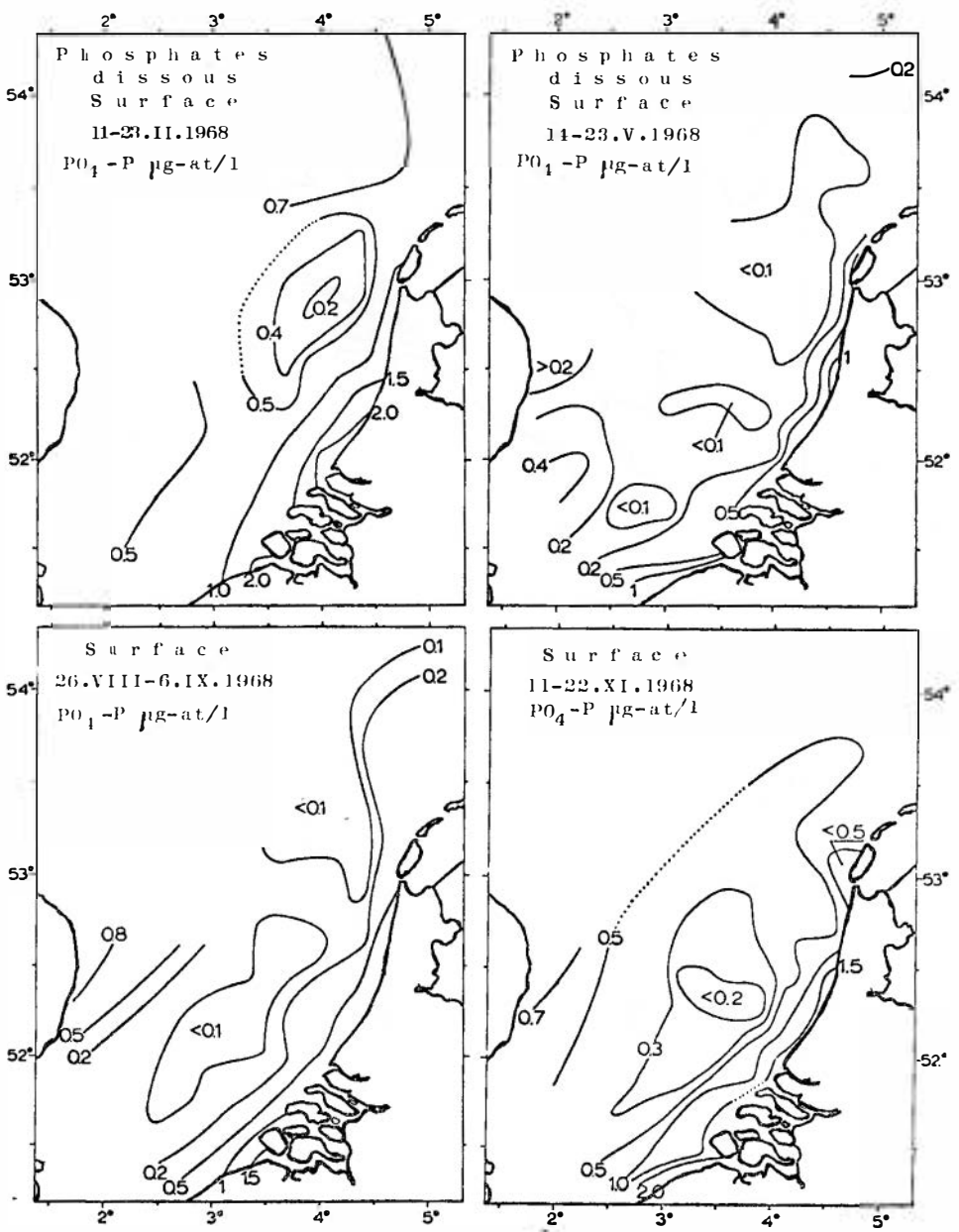


FIG. 70. — Répartition des phosphates en mer du Nord (P-PO_4 µg-at/1). (S. B. TIJSSEN, 1968.)

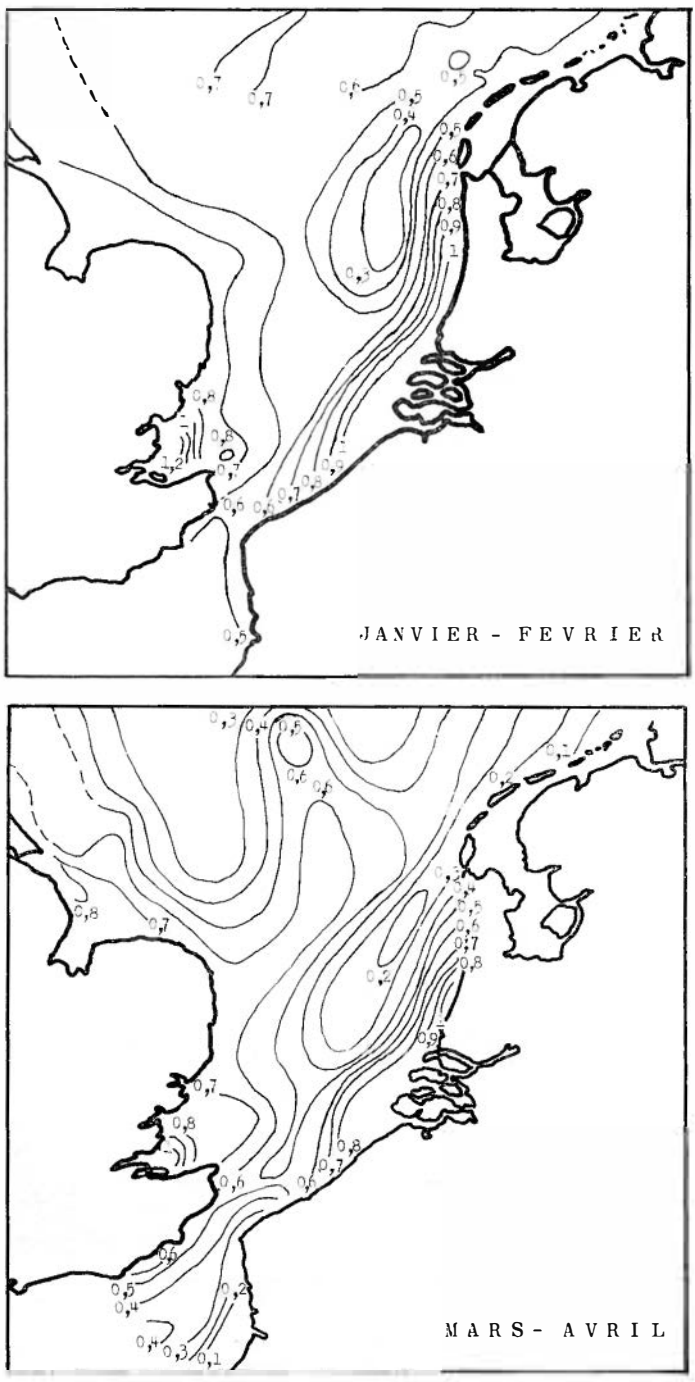


FIG. 71*a*. — Répartition des phosphates en mer du Nord. Résultats en μg P (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

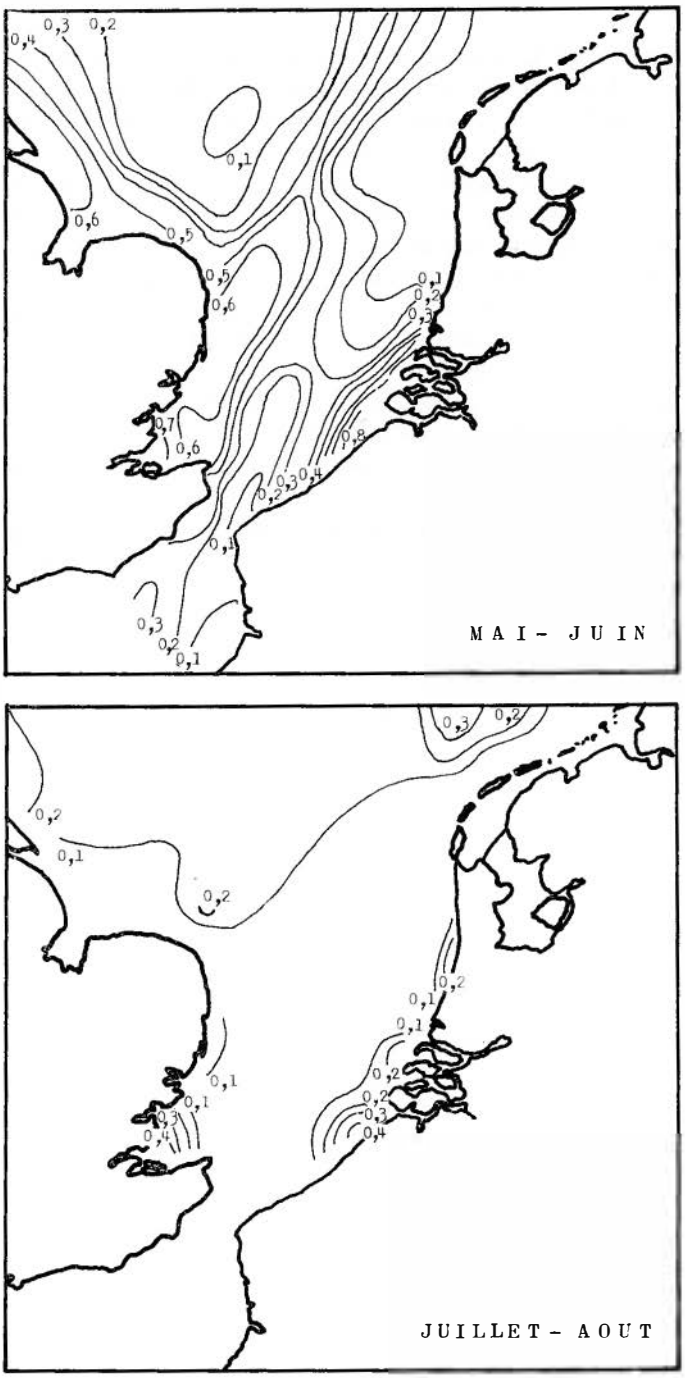


FIG. 71*b*. — Répartition des phosphates en mer du Nord. Résultats en μg P (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

γ. — Le Rapport N/P.

Les recherches sur la répartition et les variations saisonnières des nitrates et des phosphates dans l'eau de mer ont conduit à établir une corrélation sensiblement proportionnelle entre ces deux constituants. On considère que les organismes végétaux les utilisent dans la même proportion, quand ils sont présents dans l'eau, puisque, dans les couches superficielles, en été, leur épuisement par le phytoplancton est à peu près complet. Le rapport des nitrates (N) aux phosphates (P) — après correction de l'erreur due aux sels, en ce qui concerne les phosphates — a été mis en évidence par A. C. Redfield (1934). Il serait égal à 16,7. En établissant le rapport N/P, d'après les données existant au sujet des eaux océaniques, L. H. N. Cooper (1937) a pu distinguer des masses d'eau différentes les unes des autres par un rapport plus ou moins élevé. Il a également remarqué une variation nette de ce rapport dans la Manche, entre les années 1925 et 1932, période au cours de laquelle la fertilité générale fut aussi variable.

En Manche, à la station E-4, le rapport moyen est 16,3, semblable à celui de A. C. Redfield (1934) et varie entre 11,4 et 21,6 (tabl. 93). On ne peut donc dire qu'il est constant : « there are however deviations from this broad generalisation, but they do not provide a reason for discarding the concept but rather suggest close examination of the causes of the variations » (L. H. N. Cooper, 1937).

Tableau 93.
Rapport N/P à la station E-4 en Manche.
(L. H. N. Cooper, 1937.)

Date	Population	N mg at/m³	N/P
9.III.1934		0,29	17,2
10		0,32	19,8
26.III	Plancton mixte	0,29	16,3
10.V		0,73	17,2
15		0,51	16,6
3.IV	Diatomées	—	21,6
15.V	Diatomées. *Rhizosolenia*	—	17,0
24	*Rhizosolenia*	—	15,5
5.VI.1936		—	20,7
5		—	12,8
5	Zooplancton	—	13,7
5		—	12,2
5		—	11,4

δ. — Les Sulfates.

Les sulfates ont, en réalité, été fort peu étudiés, sauf dans certains estuaires en relation avec l'action des bactéries réductrices des sulfates.

T. Thompson, F. Johnson et H. Wirth (1931) ont déterminé le rapport des sulfates à la chlorinité dans des échantillons de différentes profondeurs et provenant de tous les océans, y compris la Méditerranée orientale et la mer Rouge. Il existe peu de variations autour de la valeur $SO_4/Cl = 0{,}1395$ (tabl. 94). Des

recherches antérieures de T. THOMPSON, J. LANGH et L. ANDERSEN (1927) avaient montré l'existence de variations dans ce rapport, lorsque, par suite de conditions naturelles, l'eau de mer est diluée, ou quand la surface se prend en glace (H. W. HARVEY, 1949).

TABLEAU 94.

Rapport SO_4/Cl selon différents auteurs.
(D'après T. G. THOMPSON et R. J. ROBINSON, 1932.)

Auteurs	Nombre d'analyses	SO_4/Cl	Origine
STOWELL	1	0,1369	Atlantique
WHEELER	5	0,1370	Atlantique
SCHMELCK	51	0,1372	Atlantique N
DITTMAR	77	0,1392	Tous les océans excepté l'Arctique
SCHLOESING	1	0,1392	Atlantique
RUPPIN	12	0,1392	Atlantique
THORPE et MORTON ...	1	0,1394	Mer d'Irlande
THOULET	165	0,1400	Atlantique, Méditerranée
MAKIN	22	0,1432	Atlantique
GIRAL	56	0,1449	Atlantique, Méditerranée

Toutefois, la concentration en sulfates étant relativement considérable, de petites variations sous des influences biologiques sont à peine perceptibles; il en est absolument de même en ce qui concerne la réduction bactérienne des sulfates.

Comme les nitrates, les sulfates sont utilisés et réduits par les végétaux (M. FLORKIN, 1943). Dans cette forme réduite (groupe -SH), le soufre, comme l'azote dans sa forme réduite, que constituent les groupements amines des acides aminés par opposition avec la forme oxydée des nitrates, prend part à la construction des protéines végétales, avec lesquelles il pénètre dans les organismes animaux. Une partie de ce soufre réapparaît sous la forme oxydée dans l'urine des animaux (dérivés d'acide sulfurique). Lors de la putréfaction des animaux ou végétaux, le soufre est libéré, à l'état de H_2S, par beaucoup de bactéries aérobies et anaérobies (formation analogue à la désamination avec production d'ammonium). Une partie du H_2S provient, d'autre part, de la réduction des sulfates par des processus bactériens.

L'inverse de la réduction des sulfates et le correspondant de la nitrification est la transformation par des bactéries chimiotrophes de H_2S et de S élémentaire en H_2SO_4. Ces bactéries utilisent l'énergie ainsi libérée pour la réduction du CO_2. D'autres bactéries peuvent réduire le soufre élémentaire en H_2S.

Des recherches assez poussées pour l'époque furent faites par la « DANISH INGOLF EXPEDITION » en 1895-1896 entre les îles Faeroe et l'Islande. Quoique cette région soit située en dehors des limites que nous nous sommes choisies, nous utiliserons cependant les renseignements fournis par M. KNUDSEN (1899), puisque c'est par là que les eaux atlantiques se joignent, du moins en partie, à celles de la mer du Nord. On trouve dans le tableau 95, des renseignements, généralement difficiles à trouver au sujet des sulfates, du calcium et du magnesium, dont la recherche n'a été que trop rarement effectuée.

En outre, au cours de la « Norwegian North-Atlantic Expedition » en 1876-1878, on a obtenu des résultats suivants (tabl. 96) qui peuvent intéresser le présent travail (L. SCHMELCK, 1882). Les variations éventuelles des sulfates en Mer Flamande et en Manche sont donc pratiquement inconnues. Dans le chapitre consacré au milieu marin au « WEST-HINDER », nous aurons l'occasion de reprendre la question.

TABLEAU 95.

Mesures faites au cours de la « Danish Ingolf Expedition » entre les îles Faeroe et l'Islande en 1895.
(M. KNUDSEN, 1899.)

Station	Situation	Prof. m	°C	Salinité °/oo	Alcalinité	SO^3 g °/oo	CaO g °/oo	MgO g °/oo
2	63°04′-9°22′	0	8,5	35,36	28,5	2,307	—	—
		47	7,4	35,42	28,0	2,297	—	—
		188	7,3	35,45	26,8	2,310	—	—
3	63°35′-10°24′	0	7,5	35,38	27,6	2,306	0,559	1,958
		188	3,8	35,23	27,2	2,281	0,531	1,938
		377	3,5	35,07	26,0	2,273	—	—
		512	3,5	34,96	—	2,279	0,561	2,119
4	64°07′-11°12′	0	7,7	35,30	27,0	2,297	—	—
		188	6,7	35,41	28,4	2,298	—	—
5	64°40′-12°09′	0	5,5	35,04	27,2	2,286	—	—
		291	—	34,94	26,8	2,263	—	—
6	63°43′-14°34′	0	8,3	35,23	28,3	2,301	—	—
		170	7,0	35,42	27,5	2,284	—	—
11	64°34′-31°12′	0	8,2	35,17	28,8	2,310	0,544	2,050
		942	5,6	35,02	26,5	2,298	0,562	2,126
		2.448	1,6	34,96	—	2,291	0,507	2,096
22	58°10′-48°25′	0	5,35	34,78	27,7	2,285	0,495	2,270
		1.130	2,8	34,79	28,1	2,291	0,529	1,668
		3.474	1,4	34,96	—	2,284	0,553	1,725
24	63°06′-56°60′	0	4,2	33,35	—	2,175	0,524	1,756
		942	3,4	34,95	—	2,267	0,545	1,918
		2.258	2,4	35,04	—	2,304	0,543	1,992

TABLEAU 96.

Mesures faites par la « Norwgian North-Atlantic Expedition » en 1876-1878, en surface.

Station	Situation	Poids spécifique	CaO	MgO	SO^3	Salinité
52	65°47′5- 3°07′ E	1,0268	0,0585	0,2249	0,2273	35,3
	63°23′ -20°45′ E	1,0266	0,0575	0,2177	0,2190	(35,0)

ε. — Les Silicates.

La silice n'a pas fait l'objet d'un nombre aussi considérable de recherches et de publications que l'azote et le phosphore.

Parmi ceux qui se sont occupés des méthodes : F. A. J. Armstrong (1951, 1965); W. R. J. Atkins et E. Wilson (1926, 1927); P. G. Brewer et P. Riley (1967); K. Grasshoff (1964); I. Iwasaki et T. Tarukani (1959); K. Kato et K. Yashushi (1968); J. B. Mullin et J. P. Riley (1955); W. Numann (1949); E. Raben (1905, 1910, 1914); R. J. Robinson et H. J. Spoor (1936); D. R. Schink (1965); T. G. Thompson et H. G. Houlton (1933).

La répartition a été étudiée par F. A. J. Armstrong (1951) et W. R. G. Atkins (1923, 1926, 1928, 1930, 1953) et le cycle par E. V. Grill (1970) et E. J. King et V. Davidson (relations Si/phytoplancton, 1933).

Des études sur la solubilité ont été entreprises par C. B. Alexander, W. M. Heston et R. R. Iler (1954) et par J. C. Lewin (1962).

La silice (H. W. Harvey, 1949), présente dans l'eau de mer, sous forme de silicates, existe sans doute bien plus en solution vraie qu'en solution colloïdale. Sa concentration varie dans de larges proportions et, dans les couches superficielles, où elle est utilisée par les Bacillariophyceae, sa teneur est fréquemment inférieure à 20 mg SiO_2 par m^3.

W. R. G. Atkins (1923-1939) et L. H. N. Cooper (1933) ont observé les variations saisonnières de la concentration en silicates de l'eau de la Manche. En hiver, celles-ci atteignent 200 à 400 mg SiO_2 par m^3 et s'abaissent, au printemps, à 10 mg par m^3, dans les couches superficielles.

Durant l'été, on constate de grandes variations, ayant une amplitude plus grande que celles de la teneur en phosphates et nitrates. On pense que les frustules siliceuses des Diatomées sont plus rapidement redissoutes lorsqu'elles ont été d'abord absorbées comme aliment. La teneur en silicates est assez souvent un peu plus élevée près du fond que dans les couches immédiatement supérieures.

Tableau 97.

Concentration en silice de l'eau de mer de la mer du Nord, 1902 à 1904.
(D'après E. Raben, 1905.)
Résultats en mg/litre.

Date	Station	Profondeur m	SiO_2	Date	Station	Profondeur m	SiO_2
VIII.1902	14	0	1,02		1	39	0,80
	14	34	1,23		4	0	0,63
XI.1902	2	0	0,763		10	0	0,63
	2	39	0,570		10	230	0,77
	8	0	0,930	VIII.1904	1	0	0,966
II.1904	1	0	0,733		1	38	1,13
		39	0,60		4	0	0,90
	14	0	0,70		4	83	0,80
		29	0,67		8	0	0,86
V.1904	1	0	0,73		8	310	0,97

TABLEAU 98.

Mesures de la silice en mer du Nord.
Années 1904, 1905, 1906, 1907 et 1909.
(D'après E. RABEN, 1910.)

SiO_2 mg/litre.

Mois	Station	Profondeur m	Si O_2	Mois	Station	Profondeur m	Si O_2
IX.1904	1	0	0,603	II.1906	4	0	0,97
		38	0,60		7	0	1,03
	4	0	0,54	V.1906	1	0	0,60
		84,5	0,67		4	0	0,60
II.1905	1	0	0,47		7	1	0,30
	4	0	0,53	VIII.1906	1	0	0,50
	7	0	0,57		4	0	0,57
V.1905	1	0	0,73		7	0	0,63
	4	0	0,87	XI.1906	1	0	0,73
	7	0	0,87		4	0	0,80
VIII.1905	1	0	0,77		7	0	0,77
	4	0	0,73	V.1907	7	0	0,80
IX.1905	1	0	0,90	VIII.1909	1	0	0,90
	4	0	0,97		4	0	0,73
II.1906	1	0	0,93		7	0	0,60

TABLEAU 99.

Concentrations en silice en mer du Nord en 1911-1912.
(D'après E. RABEN, 1914.)

Date	Station	Position	Profondeur m	SiO_2 mg/l
		Lat. N Long. E		
1911				
V	1	54°49′- 5°50′	0	0,60
			38	0,65
	4	56°41′- 2°15′	0	0,50
			83	0,60
	7	58° 8′- 5°10′	0	0,63
VI	6	58° 0′- 4°37′	0	1,03
			20	0,63
			98	0,80
		57°55′- 4°46′	20	1,03
			97	0,93
12.IX	10	59° 4′- 5°03′	0	1,00
			245	0,90
	20	52°40′- 4°09′	0	1,00
12.X	23	52°38′- 3°17′	0	1,00
			38	0,98
	29	51°14′-2°5,5′	0	1,00
			33	1,00
XI	7	58° 8′- 5°10′	0	0,97
			280	1,03

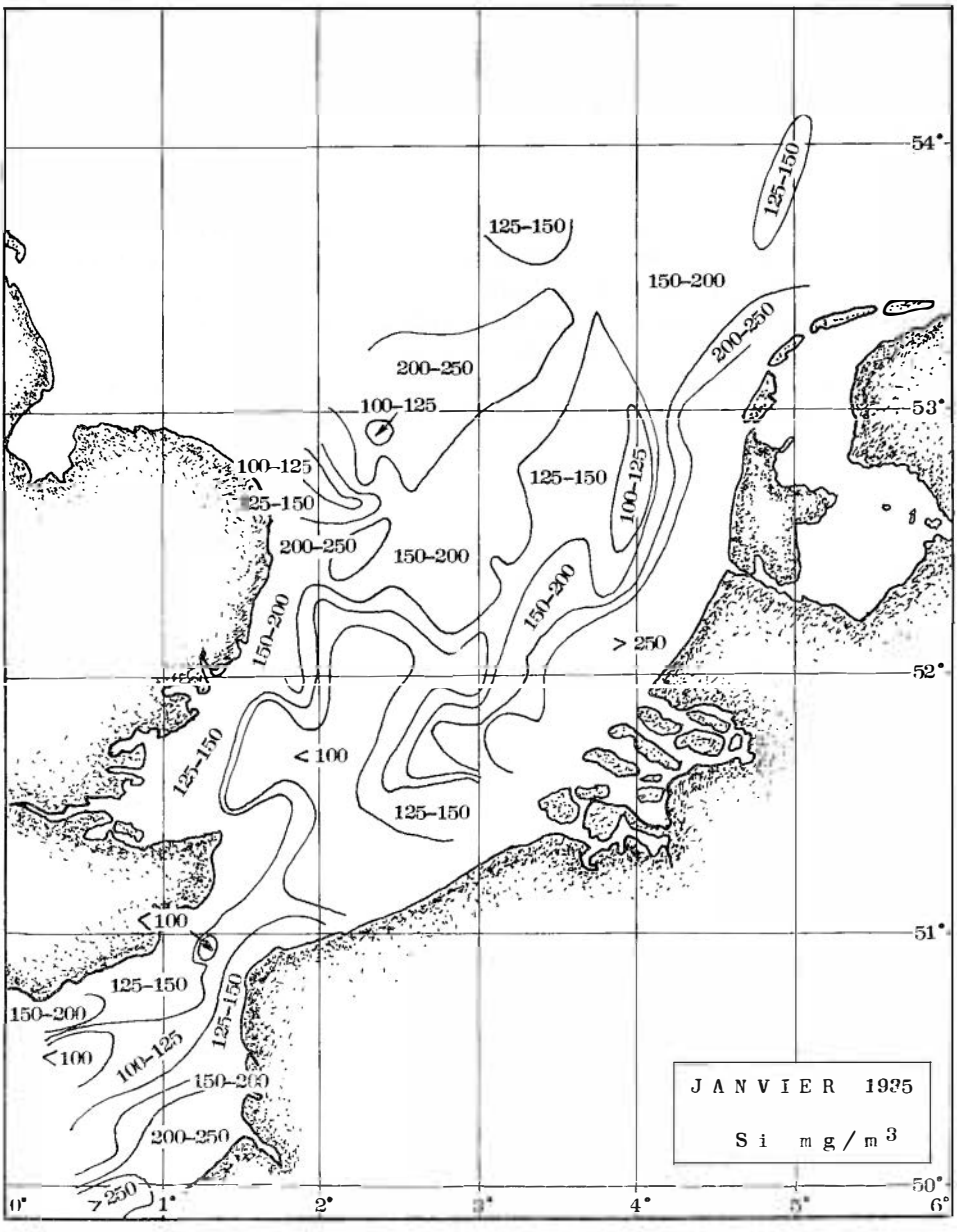


FIG. 72. — Répartition de la silice en mer du Nord (Si mg/m³).
Croisière du R.F.D. « POSEIDON ». (K. KALLE, 1937.)

La silice ne tombe jamais à zéro, mais atteint un minimum de 33 mg en juillet. En surface, elle est plus faible en été, que près du fond. L'accroissement en septembre est probablement associé à des mouvements de l'eau. On a remarqué que sa concentration était inférieure en 1928-1929 à celle de 1927-1928. Mais en avril 1928, la chute soudaine de la silice eut lieu quelques semaines avant celle des phosphates. W. R. G. ATKINS attribue le fait de l'appauvrissement en phosphates à une intense production de *Phaeocystis,* allant jusqu'à l'épuisement complet, alors que la silice s'accroissait, probablement à cause du développement des Péridiniens. Mais il ajoute qu'il est impossible de décider de ces questions si on ne possède pas une analyse complète du plancton.

D'après K. KALLE (1937), la carte de distribution de la silice établie d'après les résultats de la croisière du « POSEIDON », nous montre l'image des phénomènes fondamentaux déjà observés auparavant, mais cette fois légèrement modifiée. Pour la première fois, on voit ici l'apparition de « l'eau secondaire côtière de la Manche ». On ne sait que difficilement se rendre compte de ce qui se passe autour du cap Gris-Nez. L'eau « biologische Altwasser » de K. KALLE semble vouloir s'étendre vers le NE sous forme d'excroissances en lambeaux. Le véritable minimum (à 70 km) est généralement situé dans la zone de « l'Altwasser ». Sinon les autres zones de concentrations différentes sont très bien marquées.

Dans une publication récente, W. R. G. ATKINS (1953) compare les résultats des dosages de silice faits en E-1, en 1948, avec ceux obtenus au cours de la période 1923-1925. Le maximum hivernal pour 1948 est généralement 75 % de celui de 1925 et, fait bizarre, la teneur en phosphates est légèrement au-dessus de 75 %. On peut donc les considérer comme égaux.

TABLEAU 100.

Valeurs maximales de SiO_2, P_2O_5 et des nitrates+nitrites (comme N) à la station E-1, au cours de différents hivers.

mg par m^3.

Années	Date	SiO_2 max.	Date	P_2O_5 max.	N-Nitrates	
					Date	Max.
1923-1924	15.II	288	2.I	37	—	—
1924-1925	17.II	345	9.XII	32	—	—
1925-1926	3.II	250	12.I	40	10.IV	71,5
1926-1927	15.II	375	13.XII	30	24.XI	88
1927-1928	4.XI	350	31.I	34,7	—	—
1928-1929	4.III	240	2.I	31	—	—
1930-1931	18.I 19.II	210	4.XII	29,1	4.XII 23.III	98,5
Maximum moyen :		294		33,4		86

Les variations des teneurs en silice avec la profondeur indiquent, au mois de mai, un bon développement du phytoplancton, en juillet, on note un enrichissement et le minimum annuel se trouve en août, avec 86 mg par m^3 à 0 et 5 m et 115 mg en dessous du thermocline. Mais, en 1925, on a constaté une chute en

avril avec des teneurs en surface de 58 mg, qui, le 3 juin, deviennent uniformes jusqu'à 70 m de profondeur.

L. H. N. Cooper (1933) a étudié les substances nutritives en Manche, notamment les phosphates, silicates, nitrates, nitrites et ammoniaque de novembre 1930 à janvier 1932. Ce travail est trop important pour le condenser ici; nous pouvons, tout au plus, donner le tableau des maxima obtenus à la station E-1 au cours d'hivers successifs de 1923 à 1931 (tabl. 100).

Le travail de F. A. J. Armstrong (1954), dont nous avons déjà parlé à l'occasion des phosphates, contient également des renseignements au sujet du comportement des silicates de 1950 à 1953. On trouve ces chiffres, à côté de ceux des phosphates, dans le tableau 91.

1950. — La colonne aquatique semble avoir été homogène au cours du mois d'avril, pendant lequel la teneur en silice décroît rapidement, parallèlement à la diminution des quantités de phosphates. Il y a eu stratification pendant les mois d'été, et l'homogénéité verticale a été rétablie en octobre.

1951. — Il y a eu des différences verticales minimes, mais significatives, dans la colonne en janvier et février. L'eau est devenue homogène alors et la silice est descendue rapidement à 0,5 µg atome Si/litre à la fin du mois d'avril. L'eau demeurant homogène, la silice croît à nouveau jusqu'au delà de 1,0 à la mi-mai; après et jusqu'à la fin du mois d'octobre, il y a eu stratification.

1952. — En janvier et février on remarque de petits changements dans la répartition verticale et une décroissance marquée en mars en surface. La colonne redevient homogène vers la mi-avril. La décroissance lente de la silice est parallèle à celle des phosphates. La stratification peu marquée, même en mai, apparaît plus tard avec une diminution assez considérable en silice dans les 20 premiers mètres, mais la colonne redevient presque homogène en septembre. En octobre, il y a le plus de silice dans les couches supérieures. En novembre, elle est basse dans toute la colonne aquatique, mais en décembre, les valeurs croissent.

En 1953. — Le diagramme ressemble à ceux de 1950 et 1951, mais cette année on se trouve en présence de concentrations toutes différentes. La diminution vernale a lieu en moyenne en mars, ce qui est précoce en comparaison avec les autres années; il y a une interruption à la mi-avril suivie, à la fin du mois, par une chute des teneurs basses. Au cours de toute cette période la répartition verticale est généralement homogène. La stratification apparaît au début de mai; cependant, elle a été marquée par une concentration élevée en silice dans les 20 premiers mètres. En juin et dans la suite, les couches supérieures s'appauvrissent. Le 20 juillet, on obtient la teneur la plus basse dans les 10 premiers mètres. A 0,5 - 5 et 10 m, les concentrations en silice étaient inférieures à la limite de la méthode analytique, c'est-à-dire moins de 0,05 µg atome Si/litre. En juin et depuis août on observe des teneurs plus fortes dans l'eau profonde.

Les variations de la moyenne intégrale ont été calculées en même temps que celles des phosphates. Les fluctuations sont considérables et la seule remarque générale qu'on puisse faire est que la décroissance a lieu au printemps. Cependant, celle-ci n'a pas été si brusque ni si rapide en 1952 qu'au cours des autres années.

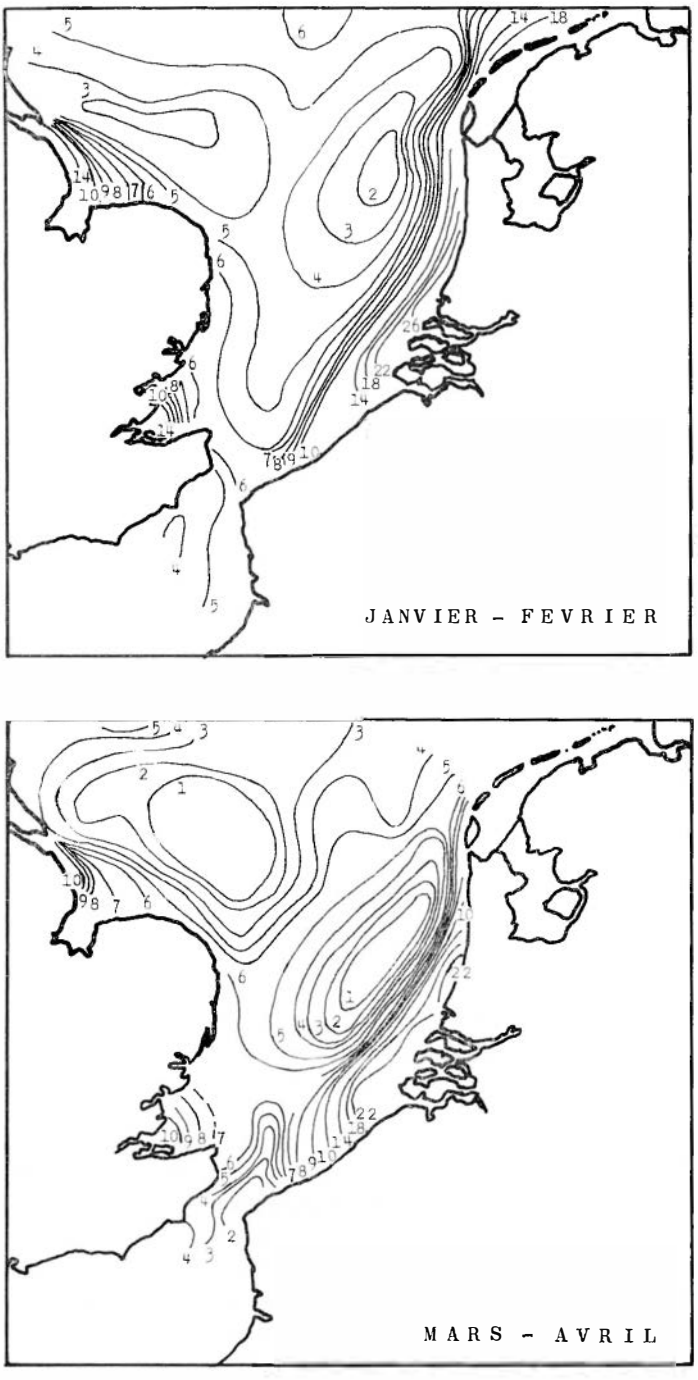


FIG. 73*a*. — Répartition de la silice en Si μg atome/litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

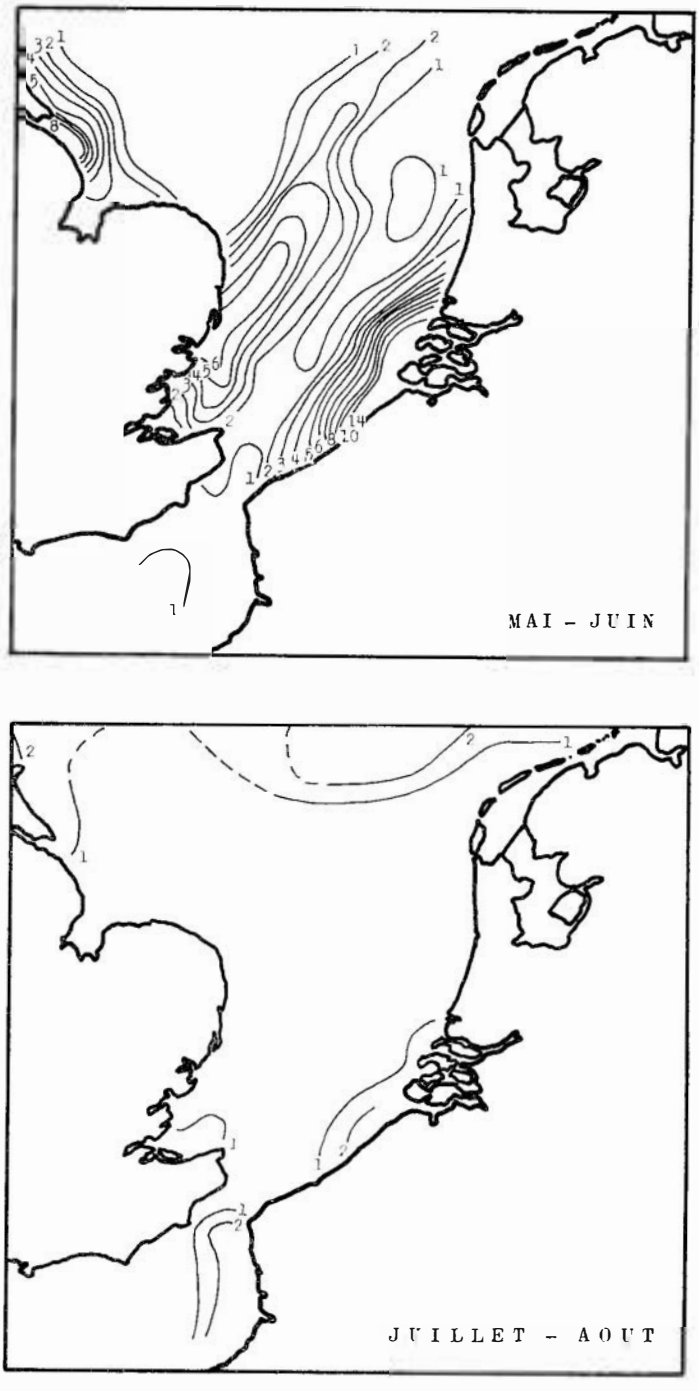
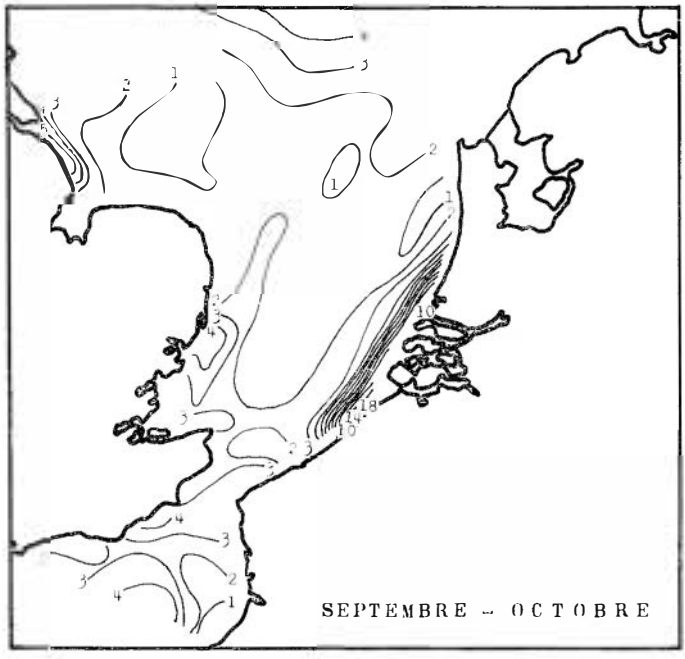


FIG. 73*b*. — Répartition de la silice en Si μg atome/litre (R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).



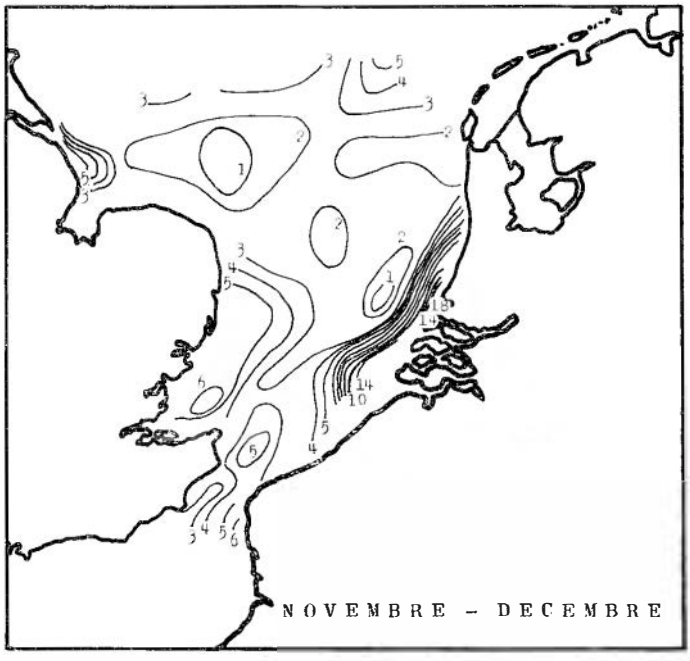


FIG. 73c. — Répartition de la silice en Si μg atome/litre
(R. JOHNSTON et P. G. W. JONES, 1965).

Grosso modo, il y a une corrélation entre les variations des phosphates et des silicates. W. R. G. ATKINS (1953) a montré que la diminution relative des phosphates et des silicates peut donner une image du développement d'un plancton à diatomées ou à algues non siliceuses.

Les données les plus intéressantes ont été obtenues le 20 novembre 1952, le 8 juin et le 8 septembre 1953. Entre le 21 octobre et le 20 novembre 1952, la moyenne pour toute la colonne tomba de 1,93 à 1,24 µg atome Si/litre sans variation correspondante des phosphates. Cette chute de la silice ne peut être imputée à un développement tardif automnal de diatomées, car, à la même époque, la teneur en chlorophylle totale est en régression (W. R. G. ATKINS, P. G. JENKINS et F. J. WARREN, 1954).

Le 8 juin, le 8 septembre et plus tard, la silice montre des teneurs plus élevées qu'au début de l'année. Ces concentrations intégrales moyennes n'impliquent pas nécessairement que la silice ait été retenue par les diatomées, car la silice en solution a augmenté dans la colonne entière.

*
* *

Tout ceci montre bien le rôle important joué par la silice en biologie marine et comme l'écrivaient T. G. THOMPSON et R. J. ROBINSON en 1932 : « As minute plants are the ultimate source of food for much of the animal life in the sea, the role played by silicon is of fundamental importance ».

7. **Anions divers.**

α. — LE CALCIUM.

Parmi les corps divers que la mer tient en dissolution, le calcium occupe une place prépondérante. Il est amené dans la mer par les fleuves qui usent les continents, par le vent qui apporte des poussières, par les vagues qui rongent les côtes. Il se dissout dans l'eau, où les animaux l'utilisent pour s'en construire leurs os, leurs carapaces, leurs coquilles. Après leur mort, une partie de ces débris solides s'accumule peu à peu sur le sol sous-marin, s'y stratifie; mais l'autre partie, qui se dissout, est reprise par les êtres vivants et utilisée de nouveau par eux; ce cycle recommence indéfiniment (L. JOUBIN, 1928).

Voilà le rôle du calcium dans l'eau de mer tombant le plus sous les sens. Il en est un autre d'une importance extrême, mais dont l'activité est moins apparente, demeure plus cachée : c'est le rôle du carbonate de calcium. Celui-ci a été longtemps méconnu.

On doit à TH. SCHLOSING, nous dit S. MEUNIER (1920), un ensemble de travaux remarquables, qui assignent au calcaire une fonction maîtresse dans le maintien de l'équilibre planétaire et spécialement dans l'économie de l'atmosphère. Dans sa manière de voir, les deux formes d'association de l'acide carbonique avec le calcium (carbonate et bicarbonate) représentent les deux parties complémentaires d'un même appareil. L'atmosphère surmontant l'océan étant le siège de réactions innombrables, dont les unes sont génératrices et les autres consommatrices de l'acide

carbonique mélangé à l'air, la proportion de celui-ci devrait être constamment variable. L'expérience montre, au contraire, à la suite de milliers d'analyses réalisées dans les conditions les plus variées, qu'elle est extraordinairement constante. L'auteur, appliquant les principes de la dissociation, montre qu'à chaque tendance de l'atmosphère à augmenter la tension de son acide carbonique, répond un appétit d'une quantité correspondante du carbonate insoluble en suspension dans la mer, pour absorber le gaz surabondant, qui se dissout à l'état de bicarbonate. La circonstance opposée tend-elle à se manifester ? Une proportion rigoureusement réglée de bicarbonate en dissolution abandonne son acide carbonique qui vient combler le déficit, et du carbonate se précipite.

D'après une théorie de Th. SCHLOSING (H. LUNDEGARDH, 1924), l'océan fonctionnerait comme un grand régulateur de l'acide carbonique atmosphérique. Cet acide est présent dans l'eau de mer principalement sous forme de bicarbonate. Un litre d'eau de la mer du Nord contient 50,9 ml d'acide carbonique, dont 0,5 ml seulement sont présents à O °C comme gaz libre. L'équilibre, à la surface de la mer, dépend de la concentration du gaz carbonique et de la température.

Le calcium est présent en quantités beaucoup inférieures à celles du sodium ou du magnesium, mais sa distribution dans l'océan a été mieux étudiée, surtout parce qu'il est le constituant majeur des squelettes engagés dans les sédiments marins. Par ces dépôts, il est constamment enlevé à l'eau, mais cela n'implique pas que la concentration diminue nécessairement dans l'eau, car l'eau de rivière en amène des quantités considérables. On a toutefois pu observer quelques fluctuations dans le rapport Ca/Cl.

E. G. MOBERG et R. R. D. REVELLE (1937) ont démontré l'existence de différences dans la répartition verticale du rapport Ca/Cl attribuées par ces auteurs à l'utilisation dans les couches supérieures au cours des activités biologiques. L'intérêt s'est surtout concentré autour de la question de la solubilité du carbonate de calcium dans l'eau de mer et des facteurs contrôlant la précipitation et la remise en solution. Dans certaines régions, le carbonate de calcium semble être précipité par des facteurs inorganiques, tandis que dans d'autres il passe apparemment en solution. La connaissance de la concentration du calcium est importante pour la compréhension du système acide carbonique de l'eau de mer.

Le carbonate de calcium est dissocié en solution et sa solubilité dépend de la pression partielle de l'acide carbonique (J. JOHNSTON et D. WILLIAMSON, 1916). A 16 °C, la chaux est la phase solide en équilibre avec la solution pour des pressions partielles de gaz carbonique inférieures à $3{,}16.10^{-14}$ atmosphères.

La solubilité d'un électrolyte, tel que le carbonate de calcium, peut être exprimée par un produit de solubilité (si les concentrations sont exprimées en moles par litre), lorsque la solution est en équilibre avec le sel solide, et, par conséquent, saturée. La valeur du produit de solubilité dépend de la température, la concentration d'autres ions (salinité) et la pression hydrostatique. Si, dans certaines conditions, le produit ionique est inférieur au produit de solubilité, la solution est non saturée; lorsque le produit ionique est supérieur, la solution est sursaturée et, en présence de noyaux convenables, il peut y avoir précipitation, jusqu'à ce que le produit ionique égale le produit de solubilité.

Le produit de solubilité du $CaCO_3$ (K_{CaCO_3}) dans l'eau distillée à 20 °C est 5.0×10^{-9}. Dans l'eau de mer d'une chlorinité de 19,0 ‰ et à la même température,

la teneur en calcium est de 10,23 mg atome/litre, et à un pH de 8,2, la concentration en ions carbonate est 0,26 mg atome/litre de carbone. Pour cette raison, le produit ionique est :

$$(Ca^{++}) \times (CO_3^{=}) = 10{,}23 \times 0{,}26 \times 10^{-6} = 2{,}66 \times 10^{-6},$$

produit qui est 530 fois supérieur à celui de solubilité dans l'eau distillée.

Lorsque des valeurs de solubilité dans l'eau distillée doivent être appliquées à l'eau de mer, il est nécessaire de prendre en considération l'activité ionique. Il a été montré que l'activité des ions $CO_3^{=}$ est d'environ 0,02 et, en introduisant cette correction, on réduit la sursaturation apparente à environ dix fois.

Comme on ne possède pas de chiffres pour l'activité des ions Ca^{++} dans l'eau de mer, il est impossible d'appliquer les produits de solubilité dans l'eau distillée pour déterminer la saturation relative du carbonate de calcium et d'autres sels dans l'eau de mer. Il est, par conséquent, nécessaire de déterminer d'une manière empirique les concentrations du Ca^{++} et du $CO_3^{=}$.

H. WATTENBERG a effectué un nombre de recherches sur la solubilité du carbonate de calcium dans l'eau de mer. H. WATTENBERG et E. TIMMERMANN (1936) donnent les valeurs suivantes pour la solubilité apparente dans l'eau de mer de Cl = 18,5 à 19,5 ‰

°C	0	5	10	15	20	25	30	35
K'_{CaCO_3}	8,1	7,9	7,4	6,8	6,2	5,5	4,7	$3{,}8 \times 10^{-7}$

D'après H. WATTENBERG (1936), K'_{CaCO_3} varie à 20 °C avec la chlorinité de la manière suivante :

Cl ‰	0	5	10	15	20
K'_{CaCO_3}	0,05	1,8	4,0	5,0	$6{,}2 \times 10^{-7}$

ce qui signifie que le produit de solubilité apparente augmente avec la chlorinité et diminue avec la température.

Les observations de E. G. MOBERG et R. REVELLE (1937) et de H. WATTENBERG (1939) ont montré que dans l'eau océanique l'augmentation du rapport Ca/Cl avec la profondeur est équivalente à l'augmentation de l'alcalinité. Ceci indique que des variations de l'alcalinité et de calcium ont une même origine, notamment la précipitation ou la redissolution du carbonate de calcium.

Comme les variations du rapport alcalinité/chlorosité dans les eaux océaniques sont associées à des fluctuations correspondantes du rapport Ca/chlorosité, la teneur en calcium de l'eau de mer peut être déduite de l'alcalinité par l'expression suivante :

$$\text{Ca (mg-atomes/l)} = \frac{\text{alcalinité}}{2} + 0{,}564 \times \text{chlorosité}.$$

Ce procédé d'estimation du calcium a été suivi par H. WATTENBERG (1936).

On entend par chlorosité, le chiffre obtenu en multipliant la chlorinité d'un échantillon d'eau de mer par sa densité à 20 °C.

Chlorinité ‰	Chlorosité g/l
15,00	15,28
16,00	16,32
17,00	17,37
18,00	18,41
19,00	19,46
20,00	20,51
21,00	21,57

Dans les eaux océaniques (W. H. HARVEY, 1949), loin de toute influence continentale, la teneur en Ca de l'eau de mer est en relation presque directe avec la chlorinité; de légères différences sont dues, d'une part, à l'existence, dans les couches superficielles, d'organismes utilisant le calcium, et, d'autre part, à la mise en solution du calcium à partir des dépôts du fond, par suite de la pression régnant aux grandes profondeurs.

Le rapport du Ca à la chlorinité, déterminé par différents auteurs, est indiqué dans le tableau 101, dans lequel on a tenu compte du Sr, compris dans les valeurs données pour le calcium (D. A. WEBB, 1938).

TABLEAU 101.
Rapport Ca/Cl suivant différents auteurs.

Auteurs	Ca/Cl
W. DITTMAR (1884) résultats recalculés par J. LYMAN et R. FLEMING, 1940	0,02095
T. THOMPSON et C. C. WRIGHT (1930)	0,02090
T. THOMPSON et C. C. WRIGHT (moyenne des évaluations d'autres chercheurs)	0,02177
P. L. KIRK et E. E. MOBERG (1933)	0,02122

Ce rapport Ca/Cl change lorsque l'eau de mer est diluée par un apport d'eau douce. En effet, la teneur en Ca par rapport aux chlorures est plus élevée dans les eaux fluviales que dans l'eau de mer. La quantité de Ca qui peut exister en solution dans l'eau de mer est limitée par la solubilité du $CaCO_3$.

La publication de K. BUCH (1934) sur certains facteurs chimiques de la mer du Nord apporte une contribution importante au sujet du Ca de l'eau de mer. En ce qui concerne sa répartition, seule la ligne reliant l'Angleterre au Danemark entre 58° N et 55° N (stations 1 à 10) peut nous intéresser ici. Les valeurs obtenues seront présentées plus loin dans le tableau 103. La détermination de la saturation du Ca a été effectuée d'après la méthode préconisée par H. WATTENBERG (1933).

Le calcul est basé, comme pour celui de la concentration du CO_2 total, sur le principe de mesurer d'abord le pH de l'eau lorsqu'on suspend la sursaturation ou la déficience du Ca. La différence de l'alcalinité première à pH trouvé et celui

mesuré à la saturation, déterminé expérimentalement par H. WATTENBERG, donne la sursaturation (ou la déficience) en Ca.

Comme H. WATTENBERG n'a calculé les saturations en Ca que pour une chlorinité de 19,5 ‰, on a établi une table élargie groupant quatre chlorinités : 16,5-18,0-19,5 et 21 ‰ les pH et les températures mesurés généralement en Atlantique Nord (tabl. 102).

TABLEAU 102.

Sursaturation de l'eau de mer en Ca millimoles par litre à diverses températures et pH donné. On suppose que Ca = 0.0005389. Cl ‰ Mol/l et que l'alcalinité = 0.123 × Cl ‰ Equiv./l.

Température °C	Cl = 16,5 °/oo				Cl = 18 °/oo			
	pH 8,3	pH 8,2	pH 8,1	pH 8,0	pH 8,3	pH 8,2	pH 8,1	pH 8,0
0°	0,15	0,10	0,05	—	0,19	0,13	0,08	0,06
5°	0,16	0,12	0,08	0,02	0,24	0,18	0,11	0,07
10°	0,23	0,17	0,12	0,06	0,27	0,23	0,18	0,13
15°	0,28	0,20	0,14	0,08	0,33	0,28	0,21	0,15
0°	0,23	0,17	0,12	0,05	0,27	0,20	0,16	0,12
5°	0,26	0,20	0,16	0,11	0,33	0,26	0,20	0,15
10°	0,31	0,25	0,21	0,16	0,40	0,31	0,25	0,17
15°	0,38	0,28	0,22	0,18	0,41	0,33	0,29	—

Quoique la région examinée au cours de la croisière du s/s « PETSAMO » tombe un peu en dehors de la mer du Nord telle qu'elle est envisagée ici, et s'étend surtout entre l'Ecosse et l'Islande, il est toutefois intéressant de retenir les conclusions de K. BUCH, car elles peuvent donner lieu à d'utiles applications en Mer Flamande.

L'examen des résultats des diverses mesures effectuées au cours de la croisière montre une constance remarquable des valeurs du pH. Au cours d'une même traversée dans une même région les variations restèrent uniformément en dessous de 0,05 unités, à l'exception de quelques valeurs isolées, pour lesquelles on a pu démontrer des influences locales. Les valeurs de l'acide carbonique total subirent des variations un peu plus fortes, puisqu'elles sont, toutes conditions égales, proportionnelles à l'alcalinité et la chlorinité. Lorsqu'on divise, toutefois, la teneur en acide carbonique total par la chlorinité ‰, on obtient presque toujours des résultats constants. C'est ainsi que le calcul de tous les résultats obtenus entre la mer du Nord et l'Islande, en dehors de la zone de l'assimilation, donna pour l'eau de surface la relation empirique :

$$\Sigma CO_2 = 1{,}08 \times Cl\ ‰ (\pm 1\ \%)\ \text{millimoles/litre},$$

qui est valable au cours de tout l'été.

Cette relation et les conditions auxquelles elle se maintient toujours constante entre des limites bien déterminées, sont à obtenir facilement au moyen des tables

de la Commission pour l'Etude de l'Acide carbonique. La constante utilisée dans l'égalité est valable pour des valeurs de tension oscillant autour de 3,0, entre environ 2,7 et 3,2, et dans un intervalle de température de 8 à 12 °C. Il serait intéressant de rechercher les relations pour des régions plus étendues et en diverses saisons.

TABLEAU 103.

Résultats obtenus au cours de la croisière du s/s « PETSAMO » en 1932.
(K. BUCH, 1934.)

N°	Date	Heure G.M.T.	Position		Prof. m	°C	Cl °/₀₀	S °/₀₀	Alcalinité
			Lat. N	Long.					
1	VI.23	20.30	57°34′	9°55′ E	0	15,4	14,87	26,87	2,355
2	VI.24	8.30	57°06′5	7°06′5	0	13,6	17,90	32,34	—
3		12.45	56°53′5	6°04′	0	13,15	18,12	32,34	—
4		17.10	56°41′	5°05′5	0	12,45	19,19	34,67	—
5		21.10	56°28′	4°04′	0	12,2	19,30	34,87	—
6	VI.25	8.05	55°53′	1°30′	0	12,25	19,32	34,90	—
7		13.10	55°39′	0°29′	0	12,60	19,26	34,79	—
8		17.00	55°25′5	0°27′ W	0	13,3	19,20	34,69	—
9		21.20	55°06′5	1°27′5	0	11,5	19,03	34,38	2,342
10	VI.29	12.10	55°21′	1°24′	0	11,7	18,99	34,31	2,385

Alk / Cl °/₀₀	pH	Tension CO_2 Atm. 10^{-4} air	ΣCO_2	ΣCO_2 saturation	Sursaturation	O_2 cm^3/l	Saturation Ca m mol/l
—	8,15	2,8	1,63	1,645	—0,015	—	—
—	8,14	3,2	1,95	1,945	+0,005	—	—
—	8,13	3,3	1,97	1,960	+0,010	—	—
—	8,11	3,6	2,095	2,075	+0,020	—	—
—	8,16	3,2	2,08	2,075	+0,005	—	—
—	8,18	3,0	2,07	2,08	—0,010	—	—
—	8,14	3,4	2,08	2,065	+0,015	—	—
—	8,14	3,4	2,08	2,060	+0,020	—	—
0,123	8,14	3,3	2,075	2,055	+0,020	—	0,2
0,126	8,18	3,0	2,05	2,065	—0,015	6,63	0,2

Il est probable que la relation pour tout l'océan Atlantique nord est valable dans l'intervalle de température indiqué. Elle subira certainement des variations avec les changements de température, suivant les diverses latitudes et les saisons.

Quant à la traversée Skagen-Blyth, K. BUCH donne le commentaire suivant. Les chiffres de sursaturation et de déficience donnent la différence entre les moyennes de ΣCO_2, calculées depuis le pH, et celles de teneurs en CO_2 total provoquées par une tension de CO_2 de 3,1 10^{-4}. D'après les données de la table de K. BUCH (1934, pp. 19-21), et la moyenne de 3,3 10^{-4}, on obtient pour la mer du Nord en juin 1932 une réelle sursaturation. L'explication la plus simple est de

regarder le réchauffement vernal comme cause de cette sursaturation, qui n'est pas encore compensée. L'augmentation moyenne de la température est estimée à environ 7 °C. Si tout l'acide carbonique restait dans l'eau, cette augmentation de température occasionnerait une augmentation de la tension de 3,0 à 4,0 atmosphères 10^{-4}, et une sursaturation de CO_2 d'environ 0,05 mol/litre. L'augmentation la plus rapide de la température eut lieu vers la fin du printemps, en mai (température moyenne environ 8,5 °C) jusqu'à fin juin (température moyenne 12,5 °C). Au cours de la traversée de la mer du Nord on n'a exécuté qu'une détermination près de Skagen, qui donna 3,34. L'eau de la mer du Nord était donc, nonobstant sa haute tension à l'époque de la détermination du CO_2 de l'atmosphère, réellement en équilibre avec celle-ci.

Au cours de la croisière d'hiver du « POSEIDON », dans les Hoofden et le Pas-de-Calais, en janvier 1935 (B. SCHULZ, 1936), on a effectué en dehors des observations d'hydrographie (E. GOEDECKE, 1937) et de chimie de l'eau de mer (K. KALLE, 1937), des prises d'échantillons d'eau à examiner dès le retour de la croisière, au point de vue de l'alcalinité et de la concentration en calcium. En se basant sur les résultats des recherches sur cette concentration en mer du Nord méridionale, et plus spécialement dans l'embouchure de l'Elbe et dans le Deutsche Bucht (E. GOEDECKE, 1936), il s'était avéré souhaitable que les méthodes utilisées et élargies par E. GOEDECKE fussent aussi appliquées dans cette région proche de la Manche. Ici aussi on effectua la détermination du calcium total (A_u) et la concentration en calcium dissous (A_f), de l'alcalinité dans l'eau de surface. En outre, on obtient, par le calcul de la différence entre ces deux valeurs, la quantité de calcium non dissoute (en suspension) dans l'eau (tabl. 104).

E. GOEDECKE utilisa le même coefficient représentatif pour cette région qu'il avait déjà utilisé pour ses travaux antérieurs, c'est-à-dire, le rapport calcium total : alcalinité ou A_u : S. La répartition a été portée sur une carte (fig. 75) sous forme de lignes iso-A_u/S. Ces lignes sont très resserrées près des côtes anglaise et française-néerlandaise. Il y a donc à ces endroits sur des distances relativement courtes, des gradients très forts de la concentration en calcium. Comme il fallait s'y attendre, le calcium total augmente depuis le milieu, région du courant de la Manche, vers les côtes. La différence entre la répartition du calcium total, en eau de surface dans le Deutsche Bucht, et celle observée dans la mer du Nord méridionale, consiste dans le fait, qu'ici, les courbes iso-calcium total sont beaucoup plus irrégulières aussi bien dans la région côtière qu'au large, que près des côtes allemandes, dans le Deutsche Bucht, où elles suivent des lignes bien parallèles. Ce phénomène est probablement dû à la configuration de la mer du Nord, largement ouverte, qui exerce une grande influence sur les mouvements aquatiques très compliqués qui se produisent ici. Il est remarquable que le courant d'eau de la Manche qui se dirige vers le Nord possède une teneur en calcium total, qui tranche sur deux régions à minimum, limitées par la ligne iso-0,0700 à 0,06600 calcium total. Ces zones à minimum concordent à peu près avec le courant de la Manche, peu mélangé et riche en sels.

Comme nous l'avons fait remarquer auparavant, lors de la discussion de la répartition de la température et de la salinité (E. GOEDECKE, 1937), et comme K. KALLE (1937) l'a constaté aussi, on peut reconnaître dans cette partie de la mer du Nord (Hoofden) 9 régions naturelles, en ce qui concerne les eaux de surface, qui restent discernables aussi pour la teneur en calcium total.

TABLEAU 104.

Mesures faites en mer du Nord par le R.F.D. « POSEIDON » en janvier 1935 et février 1936.
Teneurs en calcium des eaux de surface.
(D'après E. GOEDECKE, 1937.)

Station	Date	Position		S °/oo	A_u	A_f	Δ A (u—f)	$A_{u/s}$	$A_{f/s}$
		Lat. N	Long. E		m équiv./l				
19	8.I	52° 1′5	2°43′5	34,99	2,394	2,394	0,000	0,06842	0,06842
20		51°56′4	2°57′7	34,99	2,364	2,314	0,050	0,06756	0,06613
21	9.I	51°48′7	3°24′3	34,36	2,414	2,362	0,052	0,07026	0,06874
22		51°36′0	2°59′0	34,52	2,389	2,389	0,000	0,06971	0,06971
23		51°34′0	2°36′5	34,92	2,394	2,384	0,010	0,06970	0,06827
24		51°33′0	2°21′0	34,99	2,404	2,389	0,015	0,06871	0,06828
25		51°35′3	2° 2′1	35,01	2,389	2,309	0,080	0,06821	0,06595
26		51°31′0	1°46′0	34,70	2,440	2,317	0,123	0,07032	0,06677
27		51°30′8	1°26′1	35,05	2,445	2,404	0,041	0,06976	0,06859
28	10.I	51°12′5	1°36′5	34,96	2,440	2,430	0,010	0,06979	0,06951
29		51° 4′0	1°25′5	34,90	2,414	2,414	0,000	0,06917	0,06917
30		51° 0′5	1°30′0	35,03	2,394	2,344	0,050	0,06834	0,06691
31		51° 0′8	1°23′9	34,83	2,389	2,339	0,050	0,06859	0,06713
32		50°55′6	1°16′0	35,07	2,417	2,341	0,076	0,06892	0,06675
33		50°49′6	1°15′0	35,07	2,404	2,359	0,045	0,06855	0,06727
34		50°46′9	1• 0′0	35,08	2,389	2,329	0,060	0,06810	0,06639
35		50°41′8	0°17′4	34,73	2,490	2,317	0,173	0,07168	0,06670
36	11.I	50°38′0	0°19′0	35,08	2,370	2,290	0,080	0,06756	0,06528
37		50°32′8	0°22′5	35,12	2,350	2,295	0,055	0,06691	0,06535
38		50°23′2	0°27′0	35,16	2,365	2,290	0,075	0,06726	0,06513
39		50°13′7	0°32′0	35,05	2,345	2,270	0,075	0,06690	0,06476
40		50° 4′0	0°36′5	34,92	2,330	2,270	0,060	0,06672	0,06501
41		49°35′1	0°40′2	32,58	2,480	2,420	0,060	0,07612	0,07428
42		50°16′0	0°58′0	34,66	2,330	2,308	0,022	0,06722	0,06659
43		50°24′0	1° 4′8	34,76	2,335	2,270	0,065	0,06718	0,06530
44	13.I	51° 0′5	1°30′0	34,85	2,340	2,275	0,065	0,06714	0,06528
45		50°56′2	1°34′0	34,19	2,345	2,270	0,075	0,06859	0,06639
46		50°48′0	1°26′0	34,74	2,335	2,370	0,065	0,06721	0,06534
47		50°39′2	1°21′9	34,72	2,305	2,305	0,000	0,06639	0,06639
48		51° 5′0	1°45′0	34,74	2,345	2,275	0,070	0,06750	0,06549
49		51°13′6	1°52′5	34,82	2,340	2,295	0,045	0,06720	0,06591
50		51°16′0	2° 9′0	34,78	2,355	2,300	0,055	0,06780	0,06623
51		51°22′0	2°24′0	34,75	2,300	2,245	0,055	0,06619	0,06460
52	14.I	51°35′5	2° 4′0	34,88	2,295	2,190	0,105	0,06580	0,06279
53		51°41′3	1°52′1	35,05	2,290	2,240	0,050	0,06534	0,06391
54		51°51′7	1°37′6	34,92	2,370	2,240	0,130	0,06768	0,06415
54*a*		51°52′5	1°53′4	34,96	2,340	2,220	0,120	0,06693	0,06350
55		51°51′0	2°14′8	35,05	2,280	2,243	0,037	0,06505	0,06400
56		51°50′3	2°34′2	35,01	2,320	2,215	0,105	0,06627	0,06327
56*a*		51°49′9	2°47′0	34,90	2,318	2,240	0,078	0,06642	0,06418
57		51°49′5	2°59′5	34,85	2,318	2,260	0,058	0,06651	0,06485
58		51°48′6	3°24′5	34,03	2,385	2,293	0,092	0,07009	0,06738
59		52° 0′0	3°24′5	34,76	2,340	2,310	0,030	0,06732	0,06646
60/1		52° 1′5	3°51′7	25,63	2,375	2,283	0,092	0,09227	0,08908
60/2		52° 1′5	3°51′7	23,79	2,330	2,190	0,140	0,09794	0,09206

Dans ce tableau : A_u = Calcium total;
A_f = Calcium dissous et
$A_u - A_f$ = Calcium en suspension (non dissous).

Les régions côtières situées devant les estuaires et dans des zones où l'influence de ces derniers se fait encore sentir, se distinguent par de très grosses valeurs des teneurs en calcium total. Ainsi, les régions devant l'estuaire du Thames, du Rhin et de la Meuse, puis la région entre Seine et Somme et plus loin au Nord de la région de Texel près du Helder. A la côte anglaise, on reconnaît les deux régions Lowestoft-Great Yarmouth (E. GOEDECKE, 1937) et la région au NW des Hoofden.

La figure 76 montre la répartition géographique des concentrations en calcium et de l'alcalinité en surface. Elle est composée de lignes de même valeur Af/S (coefficient d'alcalinité). Au centre de la région examinée, la zone à minima du courant de la Manche est flanquée de chaque côté par la ligne iso-0,06600. Ici aussi, nous pouvons observer des zones à minima de moins de 0,06500 à 0,06400. L'alcalinité diminue depuis la mer du Nord vers les régions de sortie des Hoofden. Les régions à fortes teneurs en calcium des estuaires Rhin, Meuse, Escaut et Thames, montrent leur influence ici, plus loin vers le Sud, au large des côtes françaises, entre les estuaires de la Seine et de la Somme et la région de Texel. On ne remarque plus que faiblement l'avancée vers le SE du calcium total de Lowestoft-Yarmouth.

La figure 74 indique la répartition géographique du calcium non dissous, donc en suspension, qui peut être une fois inorganique et une autre fois d'origine organique (plancton d'organismes à carapace calcaire et détritus calcaire). On calcule la teneur en calcium en suspension par la différence :

$$A_u - A_f = \Delta A\,(u-f) = \Delta A$$

et on l'exprime en milliéquivalents/litre. La répartition de ces quantités est faite au moyen de lignes d'iso-ΔA. Ici aussi on remarque, au milieu de la région étudiée, cette zone allongée à minimum avec un ΔA de 0,040 à 0,060 milliéquivalents/litre. Cette zone à minimum est toutefois beaucoup plus compliquée que les zones à minimum constituées par les deux autres composantes : calcium dissous et calcium total. Dans cette région, on trouve des zones aussi bien avec une teneur plus basse du ΔA comme des îlots avec un ΔA maximum. Il est étonnant que les côtes hollandaises se trouvant sous l'influence des estuaires Rhin-Meuse, en ce qui concerne la répartition des deux sortes de calcium, présentent une position tout à fait prépondérante; la répartition de ΔA est surpassée par la région côtière britannique largement étendue. Ce n'est que l'estuaire de la Meuse qui puisse subir une comparaison avec la côte anglaise en ce qui concerne les ordres de grandeur.

Il est probable que la formation de cette large zone côtière entre l'embouchure du Thames et le bateau-feu « SMITH'S KNOLL » est probablement due à la teneur en calcium du détritus inorganique et planctonique tenu en suspension au-dessus des hauts-fonds sablonneux. Le plancton récolté dans cette région et traité immédiatement à bord s'est montré composé principalement d'organismes planctoniques morts et de matériaux minéraux à gros grains, avant tout des grains de quartz. On trouve ici aussi, comme caractéristique hydrographique, l'existence de ces zones et îlots dans le courant à minimum de la Manche. Les autres régions, comme la région côtière néerlandaise, avec l'avancée Rhin-Meuse et du Helder, la région littorale anglaise avec l'avancée du Thames et la langue d'eau opposée, de même que la région du NW, se différencient très nettement.

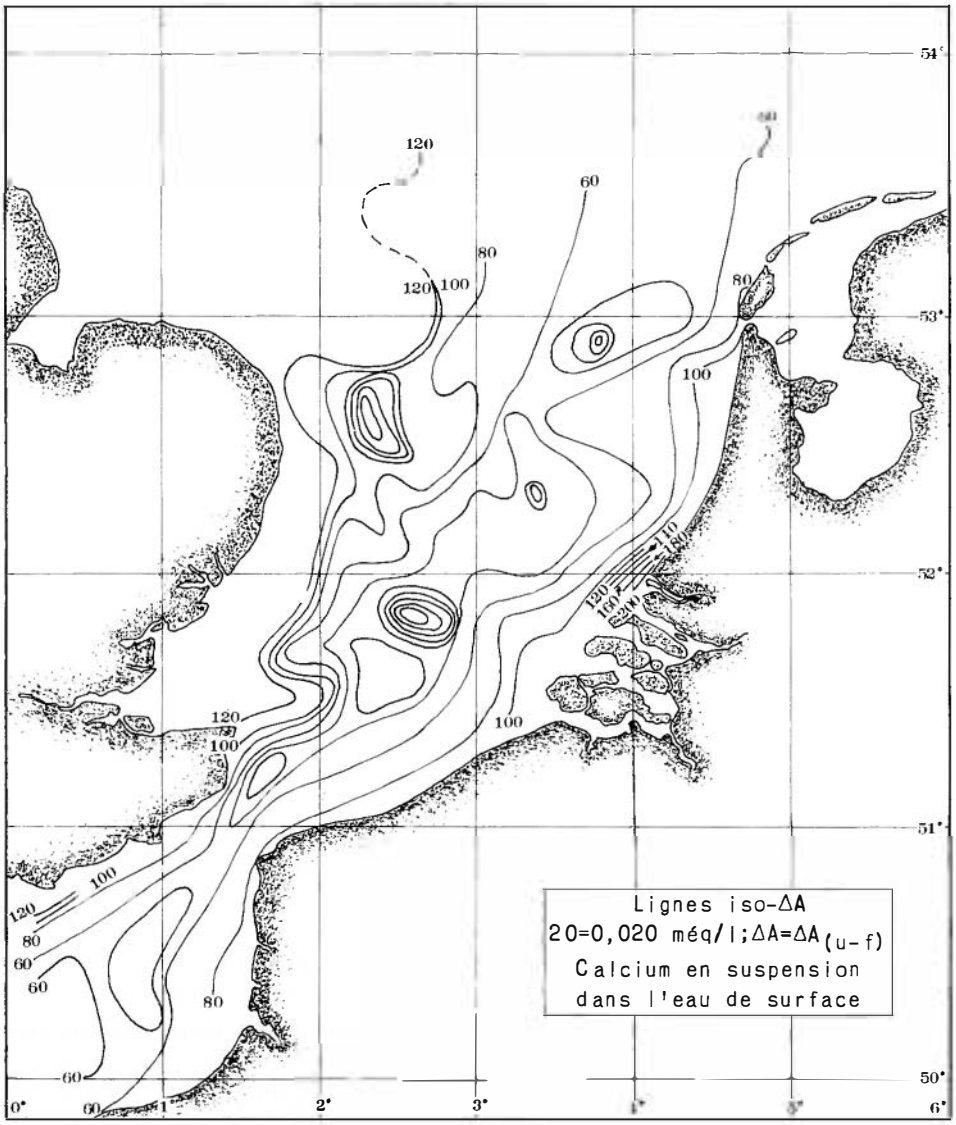


FIG. 74. — Répartition en mer du Nord du carbonate de calcium en suspension. Croisière du « POSEIDON », janvier 1935. (E. GOEDECKE, 1937.)

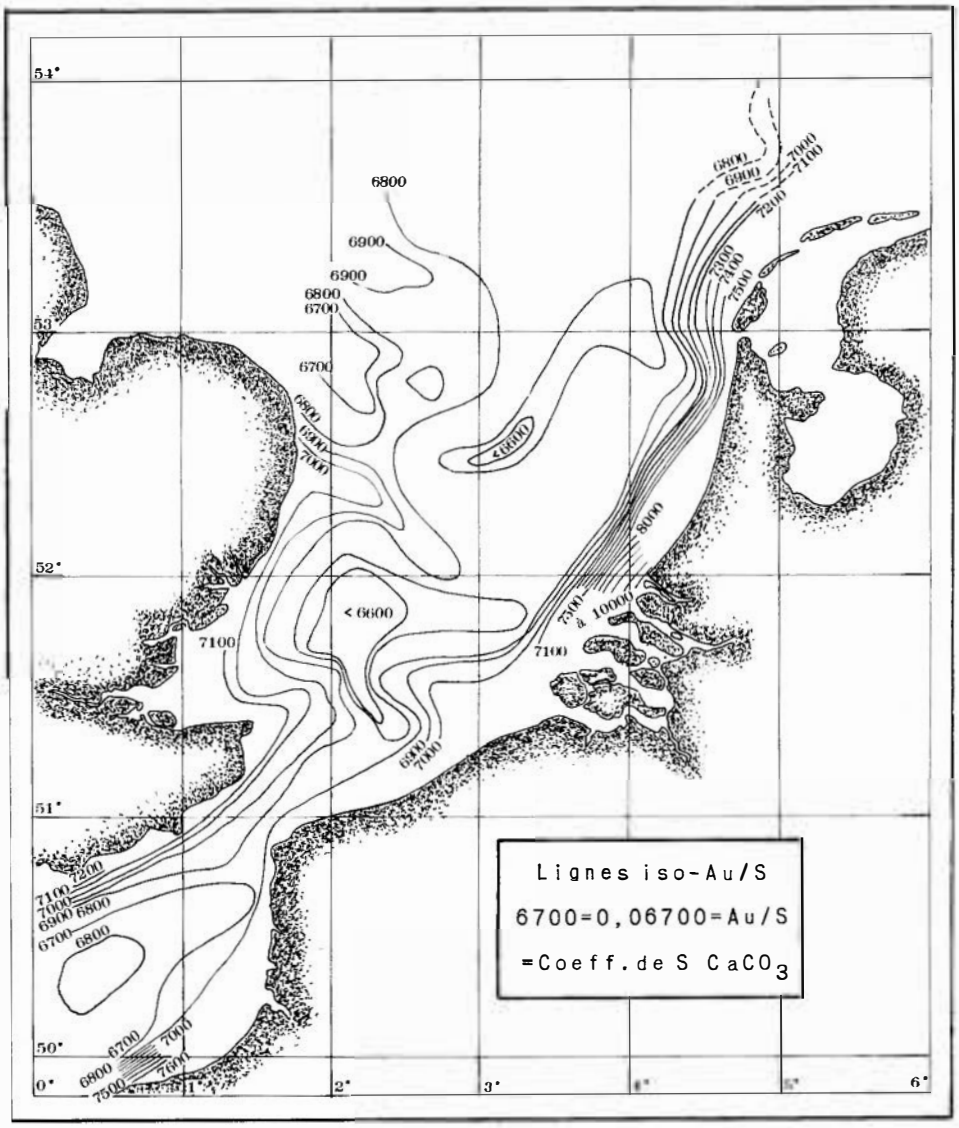


FIG. 75. — Répartition du carbonate de calcium total en mer du Nord. Croisière du « POSEIDON », janvier 1935. (E. GOEDECKE, 1937.)

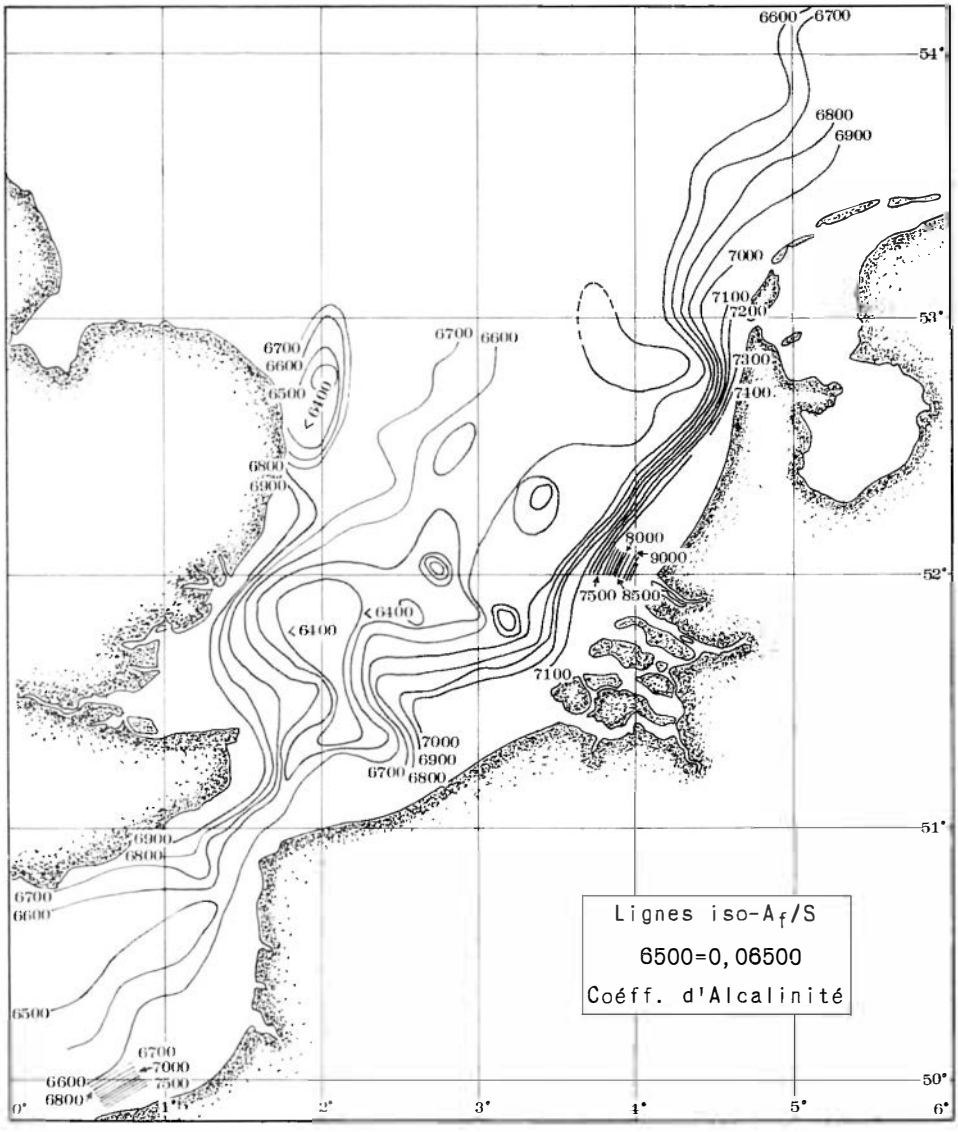


FIG. 76. — Répartition en mer du Nord du coefficient d'alcalinité (calcium dissous). Croisière du R.F.S. « POSEIDON », janvier 1935. (E. GOEDECKE, 1937.)

Dans cette région régulièrement tempérée avec une salinité presque constante, les concentrations en calcium peuvent néanmoins subir de grandes variations vers l'hiver. Il est probable que ces variations des teneurs en calcium total et en alcalinité de l'eau de surface sont principalement influencées par de forts déplacements d'eau.

Si nous groupons les trois données obtenues au sujet du calcium (tabl. 104), nous pouvons facilement constater que les recherches au sujet des substances nutritives sont tout à fait indiquées comme moyen de distinguer les diverses masses d'eau dans l'eau de surface des Hoofden. A mesure qu'on étudie les résultats de ces déterminations et qu'on les compare aux autres données, comme température, salinité et autres substances nutritives, on se convainc que la connaissance de la répartition géographique, seule, des divers composants, n'est pas à même de faire comprendre le mécanisme de l'ensemble des masses d'eau des Hoofden, mais que, au contraire, c'est la synthèse des résultats partiels obtenus quant aux diverses substances qui peut conduire à la compréhension de cet ensemble.

Ces masses d'eau sont caractérisées par le fait qu'elles se déplacent au milieu et en compagnie d'autres masses d'eau environnantes, tout en ne perdant pas tout à fait leur caractère hydrographique propre par le mélange avec d'autres masses. Comme exemples, on peut citer les masses d'eau des fleuves en mélange avec les eaux de mer telles qu'on en trouve à l'embouchure du Thames et du Rhin-Meuse.

Dans la conception de E. GOEDECKE, ces diverses espèces de masses aquatiques se laisseront toujours reconnaître et cartographier, lors de recherches futures dans ces régions. Il reste, cependant, à leur donner des dénominations et à les délimiter exactement.

Comme les concentrations des eaux de surface en calcium, dissous et en suspension, sont primordiales pour la construction des cellules de beaucoup d'organismes du plancton, le calcium peut être compris parmi les substances limitantes et ses trois composantes peuvent être comparées aux trois composantes du phosphore. On peut comparer la concentration totale en phosphore à la concentration totale en calcium, les phosphates au calcium ou à l'alcalinité, ou le phosphore formé au calcium non dissous.

C'est ainsi que les calculs des masses d'eau individuelles, d'après K. KALLE et E. GOEDECKE, on été groupés mutuellement On a essayé les quatre méthodes d'après les indications de K. KALLE. On a obtenu une correspondance presque complète pour les masses suivantes chez les deux auteurs :

1. — courant de la Manche et eau des Hoofden,
2. — la région du Nord-Ouest,
3. — Thames et langue opposée,
4. — région Rhin-Meuse, surtout vers le Sud avec langue côtière,
5. — régions à minimum,
6. — régions d'eaux côtières entre les embouchures de la Seine et de la Somme.

La région côtière de Yarmouth-Lowestoft et celle entre Seine et Somme ont été trouvées également par l'auteur dans les cartes publiées par K. KALLE.

L'eau côtière du cap Gris-Nez étudiée par E. GOEDECKE ne correspond pas tout à fait aux opinions de K. KALLE. La masse formée par les eaux de Texel au Helder avec celles des Hoofden a été mieux délimitée par E. GOEDECKE que par K. KALLE. Il n'y a pas de concordance entre l'eau côtière secondaire de la Manche et le « biologische Altwässer ». Des recherches futures montreront jusqu'à quel point ces deux masses sont réelles.

On peut dire, en général, après toutes les recherches faites, que les facteurs hydrographiques fondamentaux, qui ont été déterminés par des voies différentes, sont capables de conduire à des différences dans le comportement des masses d'eau des Hoofden. En outre, les recherches au sujet du plancton, faites en même temps dans les eaux de surface, peuvent se joindre au mécanisme hydrographique des eaux des Hoofden. A ce point de vue, il est d'un intérêt primordial d'examiner dans quelle mesure les associations phytoplanctoniques se comporteront dans le schéma établi jusqu'ici.

Il faut encore faire mention à cette occasion d'un travail de A. WULFF (1934) qui, en se basant sur d'anciennes recherches hydrographiques et planctoniques dans cette région des Hoofden en novembre-décembre 1933, a pu délimiter quatre masses d'eau :

1. — la région côtière belgo-néerlandaise,
2. — l'eau de la Manche,
3. — la région, avec des appendices, du tourbillon sud-ouest du Doggerbank,
4. — l'eau des rivières de la côte est anglaise.

La détermination géographique de ces quatre masses d'eau sont à comparer avec celles de K. KALLE et de A. WULFF.

Toutes les questions relatives aux masses d'eau et aux régions naturelles en mer du Nord seront reprises plus en détail dans le chapitre V.

Enfin, il faut comparer ces recherches sur la concentration du calcium de l'eau de surface, dans les Hoofden et en mer du Nord méridionale, avec les résultats antérieurs obtenus en mer du Nord. On obtient des résultats comparables lorsque, pour des régions déterminées, on recherche le rapport moyen entre A et S et bien pour des limites de salinité situées plus haut que 34,0 ‰ ou moins. Cette limite intérieure est nécessaire si l'on veut éliminer les dernières influences continentales sur la valeur de la teneur absolue en calcium et obtenir, en même temps, la liaison avec les teneurs océaniques. L'expérience a montré que cette manière de procéder permet, dans la plupart des cas, d'obtenir une relation linéaire entre A et S.

B. SCHULZ a publié une synthèse des valeurs de A/S trouvées en mer du Nord et dans l'Atlantique nord jusqu'à l'année 1930. Pour la mer du Nord-Nord-Ouest et orientale, les recherches de F. ZORELL sont importantes. Une vue d'ensemble sur les variations du calcium dans les eaux de surface de la mer du Nord méridionale, principalement vers l'Elbe et le golfe allemand, a été publiée par E. GOEDECKE (1936). Pour la région de la Manche, L. H. N. COOPER (1934) a calculé quelques moyennes des concentrations en calcium total.

On a rassemblé dans le tableau 104 les valeurs du rapport A/S publiées jusqu'ici ou nouvellement calculées.

En se basant sur les résultats des recherches concernant l'importance des teneurs en calcium de l'eau de surface de la Manche et des Hoofden, E. GOEDECKE a calculé le rapport moyen A/S pour une limite de salinité de 34,50 à 36,50 ‰ :

(1) $$A_u = 0{,}06780\ S \pm 0{,}00012$$
$$A_{f589} = 0{,}06569\ S \pm 0{,}00015$$

A noter la différence relativement grande entre les deux coefficients pour la teneur totale en Ca et pour l'alcalinité. L'erreur moyenne de la moyenne est, pour la teneur en calcium total, un peu plus petite que pour l'alcalinité.

Le rapport moyen A/S calculé par E. GOEDECKE sur 12 moyennes de A/S, valable pour la Manche et pour une limite de la salinité de 34,85 à 35,15 ‰ est :

(2) $$A_u = 0{,}06772\ S \pm 0{,}00008\ \text{méq/l}$$

Les moyennes de A données par L. H. N. COOPER ont été obtenues par la détermination du calcium sur des échantillons non filtrés et sont donc valables comme calcium total.

On peut admettre de réunir les coefficents trouvés pour la mer du Nord et la Manche pour une limite de salinité de 34,50 à 35,50, de sorte que l'équation pour le calcul de la teneur en calcium total devient :

(3) $$A_u = 0{,}06776\ S \pm 0{,}00010\ \text{méq/l}$$

En ce qui concerne le calcul de la concentration en calcium dissous et de l'alcalinité, on garde l'équation pour A_f donnée en (1).

Il est intéressant de constater que le rapport A/S donné autrefois par E. GOEDECKE (1936) pour la mer du Nord méridionale et en particulier pour le golfe allemand (Deutsche Bucht) correspond aux rapports calculés ci-avant, c'est-à-dire :

(4) $$A_u = 0{,}06788\ S \pm 0{,}00009$$
$$A_f = 0{,}06677\ S \pm 0{,}00027 \quad \text{méq/l}$$

La recherche sur les variations du calcium total en mer du Nord méridionale donne un rapport sensiblement égal de A_u/S. Au contraire, il est probable que de grosses variations se présenteront uniquement dans l'alcalinité. Lors de cette recherche il faudra bien séparer la région de la Manche et des Hoofden, de celle de la mer du Nord méridionale. Il y a une différence entre l'eau océanique vraie et l'eau de la mer du Nord proprement dite.

Après cet aperçu sur les concentrations du calcium dans les eaux de la Manche et de la mer du Nord méridionale, voyons quels sont les facteurs éventuels qui peuvent agir sur ces concentrations et, notamment, quel est le mécanisme des précipitations imputées, d'une part, à des phénomènes physiques et, d'autre part, à diverses manifestations d'ordre biologique.

PRÉCIPITATIONS DE $CaCO_3$.

1. — *Facteurs physiques et chimiques.*

a) D'après E. GOEDECKE (1936), la précipitation du carbonate de calcium dans l'eau de surface des zones de mélange eau de mer-eau douce, se fait comme suit.

On sait, depuis longtemps, qu'à l'endroit de contact des eaux salées et des eaux de rivière, le degré de turbidité est changé par des réactions chimiques (K. WEULE, 1896). Dans ces deux espèces d'eaux, les substances en suspension se précipitent. On a constaté en même temps que dans cette zone de contact et de mélange, la vie organique semble être favorisée (H. POPPOEN, 1912).

Ce phénomène des variations de la turbidité des eaux de rivière, qui est intimement liée à l'augmentation du calcaire par suite des particules en suspension dans l'eau, doit d'abord être étudié du point de vue de la chimie colloïdale. On se trouve devant une similitude probable entre les propriétés chimiques d'une solution colloïdale et celles de l'eau de mer.

En se basant sur sa teneur assez élevée en ions chlore, il faut considérer l'eau de mer comme une solution d'électrolytes possédant la propriété de floculer, dans un laps de temps relativement petit, les colloïdes des eaux fluviales, même lorsque la force dynamique du courant serait encore suffisante pour tenir en suspension les particules déjà floculées (O. KRUMMEL, 1907). D'après G. BODLANDER (1893), des recherches approfondies ont montré que ce n'est pas la quantité considérable de chlorure de sodium de l'eau de mer, mais le chlorure de magnesium qui posséderait ici la plus grande propriété de clarification.

C. FORCH a effectué des recherches sur la précipitation de fines suspensions argileuses en divers milieux salés. Avec l'augmentation de la concentration de l'électrolyte, la vitesse de précipitation augmente rapidement. A de fortes concentrations elle atteint toutefois une limite. Il existe une concentration bien déterminée à laquelle la vitesse de précipitation atteint son maximum. Ce phénomène se laisse le mieux expliquer par les données de la chimie colloïdale.

La théorie des absorptions d'ions et celle sur le mélange de colloïdes à charge électrique opposée dit que la stabilité de la solution colloïdale est maintenue grâce à la charge électrique des particules colloïdales. Lorsque cette charge est neutralisée par l'addition d'un électrolyte, il se produit une coagulation des particules colloïdales. La précipitation se fait d'autant plus rapidement que les charges électriques sont enlevées plus vite. La précipitation maximale est atteinte au point iso-électrique.

b) Un second facteur est la diminution de l'anhydride carbonique dans la solution.

D'après les anciennes conceptions, la bicarbonate de calcium facilement soluble, mais labile, pour pouvoir rester en solution, a besoin d'une quantité déterminée d'anhydride carbonique dissous, appelée par certains auteurs : « zugehörige Kohlendioxyd ». Si cette quantité est enlevée à la solution, le bicarbonate se transforme en carbonate difficilement soluble, qui précipite pour une très grande part :

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

Dans l'esprit de la théorie classique de la dissociation, on peut dire : l'anhydride carbonique est uni à une quantité, probablement petite, d'eau sous forme d'acide carbonique :

(1) $$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

L'acide carbonique possède une double dissociation :

(2) $$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO^{-3}$$

(3) $$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^=$$

Le carbonate de calcium se dissocie d'après la formule :

(4) $$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{++} + CO_3^=$$

Si la solution perd de l'anhydride carbonique, l'équlibre dans les formules (1) et (2) se déplace vers la gauche. Pour cette raison, la concentration des ions HCO_3^- diminue, car la première dissociation de l'acide carbonique est très complète et sa dissociation augmente. L'équilibre (3) se déplace vers la droite et d'autant plus rapidement que la quantité d'ions HCO_3^- disponibles diminue. Les ions $CO_3^=$ augmentent ainsi dans la solution. Le produit $(Ca^{++}).(CO_3^=)$ augmente, dépasse dans certaines circonstances la limite de solubilité d'une solution saturée et $CaCO_3$ se précipite.

On pourrait encore présenter le même phénomène à la lumière de la théorie de l'activité, mais cela nous entraînerait trop loin hors du sujet. Beaucoup d'auteurs en ont traité, notamment : G. L. Frear et J. Johnston (1929), A. B. Hastings, S. J. Murray et J. Sendroy (1925, 1927), Holt, La Mer et Chown (1925), J. Sendroy et A. B. Hastings (1927).

Comme facteurs inorganiques dans la diminution de l'anhydride carbonique, on peut citer surtout le réchauffement de la solution ou la diminution de la pression partielle de l'atmosphère qui surmonte l'eau en question.

2. — *Facteurs biologiques.*

Les facteurs biologiques pouvant provoquer une précipitation de carbonate de calcium au sein de l'eau de mer sont en réalité d'abord l'action de l'assimilation chlorophyllienne du phytoplancton et, en second lieu, l'action particulière de certaines bactéries appartenant à la flore marine.

a) Précipitation de carbonate de calcium par l'action chlorophyllienne du phytoplancton.

J. N. Bronsted et C. Wesenberg-Lund (1912), surtout L. Minder (1923) et J. Pia (1932, 1933) ont fait de nombreuses recherches concernant la décalcification biologique, au sujet desquelles il n'y a pas moyen de nous étendre longuement ici.

L'assimilation chlorophyllienne du phytoplancton est à la base de ce phénomène, car l'absorption du CO_2 des bicarbonates a pour conséquence immédiate la précipitation du carbonate calcique que l'on retrouve soit sous forme d'incrustation ou au sein de la masse gélatineuse englobant certaines algues, soit en minces cristaux flottant au sein de l'eau et précipités progressivement dans la vase.

b) Précipitation de carbonate de calcium par l'action particulière de certaines bactéries appartenant à la flore marine.

Une des principales réactions qui semble se produire sous l'influence de bactéries est celle par production d'ammonium à partir de substances albuminoïdes.

D'après J. MURRAY et J. HJORT (1912), elle se produit comme suit; les derniers produits de dégradation des albumines sont NH_3 et CO_2.

$$2NH_3 + CO_2 + H_2O = (NH_4)_2CO_3,$$

le carbonate d'ammonium se dissocie :

$$(NH_4)_2CO_3 \rightleftharpoons 2NH_4^+ + CO_3^= .$$

La solution s'enrichit ainsi en ions $CO_3^=$. Si elle était auparavant saturée de $CaCO_3$, celui-ci doit se précipiter, car le produit ionique est dépassé.

J. MURRAY et R. IRVINE (1889) ont attribué la précipitation du carbonate de calcium à l'action du carbonate d'ammonium sur le sulfate de calcium :

$$(NH_4)_2CO_3 + CaSO_4 = CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4$$

le carbonate d'ammonium ayant comme origine l'ammonium et l'anhydride carbonique produit au cours de la désintégration bactérienne des matières organiques azotées.

G. H. DREW (1911, 1913) attribue la précipitation de $CaCO_3$ dans l'eau de mer, à l'action des bactéries dénitrifiantes, d'après la réaction suivante, dans laquelle l'hydrogène et le carbone parviennent de l'oxydation anaérobique de la matière organique :

$$Ca(NO_3)_2 + 3H_2 + C = CaCO_3 + 3H_2O + N_2.$$

Croyant à la spécificité de la réaction, G.H. DREW (1912) a nommé l'organisme produisant la précipitation : *Bacterium calcis*. Il a été décrit et étudié d'une manière plus approfondie par K. F. KELLERMAN et N. R. SMITH (1914), qui l'ont classé comme *Pseudomonas calcis*. Il est identique aux bactéries dénitrifiantes décrites par H .H. GRAN (1901), E. BAUR (1902), R. FEITEL (1903) et D. PARLANDT (1911) ou a, au moins, des affinités avec elles.

K. F. KELLERMANN et N. R. SMITH (1914) ont confirmé les observations de G. H. DREW sur la précipitation de $CaCO_3$ par *Pseudomonas calcis* dans un milieu contenant des nitrates. Ils ont trouvé, en outre, que l'ammonium provient ou bien des protéines ou bien des nitrates :

$$Ca(HCO_3)_2 + 2\ NH_4OH = CaCO_3 + 2\ H_2O + (NH_4)_2CO_3.$$

Les auteurs considèrent trois formes d'action bactérienne dans cette précipitation de carbonate de calcium :

1. — Action simultanée de cultures mixtes de bactéries, dont une espèce produit des traces d'anhydride carbonique et l'autre forme de l'ammonium, soit par décomposition de certaines protéines, soit par réduction de nitrates en nitrites et enfin en ammonium. L'action des deux donne ainsi du carbonate d'ammonium. Ce dernier réagit sur tout sulfate de calcium pouvant exister en solution.

2. — Le carbonate de calcium peut être précipité dans l'eau contenant de l'ammonium produit par les bactéries.

3. — Il peut aussi être précipité comme résultat de la décomposition bactérienne de sels de calcium d'acides organiques. La dénitrification des nitrates intervient dans ces cultures et est peut-être essentielle dans la formation du carbonate de calcium. Toutefois, les formules de ce processus n'ont pas encore été établies.

L'organisme qui semble être en cause, est le *Pseudomonas calcis* (H. DREW) K. F. KELLERMANN et N. R. SMITH, 1914, p. 402, fig. 1, nouvelle combinaison de *Bacterium calcis* H. DREW 1914, p. 26. C'est un organisme très mobile, mesurant de 1,1 à 1,5 et 3 μ, portant un seul fouet.

C. BERKELEY (1919) a attribué la précipitation de $CaCO_3$ dans l'eau de mer principalement à l'oxydation bactérienne de sels organiques de calcium.

$$Ca(CO\,O\,CH_3)_2 + 4\,O_2 = CaCO_3 + 3\,CO_2 + 3\,H_2O$$

W. BAVENDAMM (1911) attire, en outre, l'attention sur les bactéries réductrices des sulfates, *Spirillum aestuarii* et formes affines :

$$CaSO_4 + 8\,H = 4\,H_2O + CaS$$
$$CaS + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + H_2S.$$

Enfin, C. R. BAIER (1937) résume comme suit les actions diverses des bactéries pouvant influencer l'équilibre du $CaCO_3$:

a) leur effet sur le pH;
b) leur production ou leur utilisation de CO_2;
c) leur oxydation des matières organiques;
d) l'assimilation du calcium.

La direction et l'ampleur des réactions dépendent des types d'organismes en présence, la composition chimique du milieu et les autres conditions écologiques (d'après C. E. ZOBELL, 1946).

H. H. GRAN (1901) a isolé un certain nombre de bactéries dénitrifiantes. Il les classe en quatre groupes, par rapport à leurs réactions en culture pure sur les nitrates et les nitrites :

1. — Celles qui réduisent les nitrates et les nitrites en azote libre sans aucune formation d'ammonium;

2. — Celles qui réduisent les nitrates en nitrites. Les nitrites disparaissent rapidement sans formation perceptible d'azote libre et il y a formation d'un peu d'ammonium;

3. — Celles qui ne peuvent réduire les nitrates en nitrites, mais qui sont capables d'enlever lentement les nitrites sans formation perceptible d'azote libre. Les nitrites non réduits peuvent servir comme seule source d'azote pour la croissance des bactéries;

4. — Celles qui ne peuvent ni réduire ni assimiler nitrates ou nitrites, mais croissent bien en présence de sels d'ammonium.

β. — Magnesium.

La concentration molaire du magnésium dans l'eau de mer est d'environ cinq fois celle du calcium. Dans les sédiments marins, le carbonate de magnésium est un constituant variant en proportion des résidus organiques qui le produisent (F. W. Clarke et W. C. Wheeler, 1922). C'est un constituant fréquent des coquilles, des carapaces, mais moins abondant que le calcium. Le mode de formation de sédiments contenant du magnésium est encore obscur.

On précipite le magnésium de sa solution dans l'eau de mer par l'ajoute d'un peu d'hydroxyde. En fait, le magnésium et le calcium se trouvent dans un état d'équilibre très instable et il se produit une précipitation au moindre changement dans l'alcalinité et la tension partielle de l'acide carbonique. Cet état de choses les rend particulièrement sensibles à l'action des organismes.

Selon J. Johnstone (1928), le magnésium, sous forme de carbonates, jouerait un rôle dans le pouvoir tampon de l'eau de mer. D'après les analyses de W. Dittmar recalculées par J. Lyman et R. Fleming (1940), le rapport du magnésium à la chlorinité est égal à 0,06801 (H. W. Harvey, 1949). T. G. Thompson et H. E. Wirth (1930), tenant compte d'un certain nombre d'analyses effectuées par d'autres chercheurs et des leurs propres, donnent pour ce rapport la valeur de 0,06694.

La solubilité à la fois du carbonate et de l'hydroxyde de magnésium est, d'après H. Wattenberg et E. Timmermann (1937) plus grande dans l'eau de mer que dans l'eau douce.

Quand la concentration en ions hydrogène de l'eau de mer diminue et que le pH atteint des valeurs de pH = 9,0, l'hydroxyde de magnésium se sépare et forme un précipité avec le carbonate de calcium.

8. Les matières organiques dissoutes. — Oxydabilité.

Un des grands problèmes qui préoccupe l'hydrobiologiste aussi bien que l'hygiéniste est posé par l'existence en eau douce aussi bien qu'en eau de mer de la « matière organique ».

Et, en premier lieu, quelle est son origine ? Il y a lieu de distinguer les matières organiques d'origine animale et celles d'origine végétale. Celles d'origine animale sont : les excrétions liquides et solides des animaux vivant au sein de l'eau durant leur cycle vital et les substances provenant de la décomposition de leurs cadavres après leur mort. Les matières organiques d'origine végétale proviennent de l'excrétion par les organismes végétaux du plancton, par les algues supérieures ou des phanérophytes dans les régions où existent des herbiers sous-marins, et de la décomposition des représentants de tous ces groupes.

Il faut y ajouter les apports par les rivières en ce qui concerne les estuaires et les eaux côtières qui apportent en même temps une grande partie des eaux de ruissellement provenant des terres avoisinantes.

Rien qu'à voir l'origine de toute cette matière organique on comprend la complexité du problème.

D'après H. W. Harvey (1949), la quantité de matières organiques dissoutes varie et dépend des excreta des organismes vivants et de la dissolution de leurs

tissus après leur mort. Une faible partie peut diffuser à partir des plantes vivantes, mais il est douteux que le phénomène soit important avant la mort des plantes (A. KROGH, E. LANGE et W. SMITH, 1930). Les différentes observations tendent à montrer que l'eau de mer littorale contient plus de matières organiques en solution que l'eau du large et plus aussi au printemps qu'en hiver. La nature des composés organiques présents dans l'eau de mer n'a été recherchée qu'en partie, ces dernières années.

Jusqu'à présent il est difficile, sinon impossible, de faire une discrimination analytique rigoureuse entre les matières organiques de l'une ou de l'autre origine et le chimiste analyste doit se contenter d'une estimation globale basée sur la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de ces diverses substances, soit recourir au dosage du carbone organique, tous ces corps possédant un élément commun : le carbone.

On se trouve ici en présence d'un certain nombre de substances de constitution très mal connue, dont un des éléments est, sans aucun doute, le carbone associé à d'autres éléments, notamment l'azote, deux éléments donc que l'analyse élémentaire permet de déterminer avec exactitude.

Etant donné qu'une des méthodes utilisées pour doser ces matières organiques est basée sur leur oxydation par l'oxygène, on a appelé aussi ce phénomène : le pouvoir réducteur de l'eau de mer. Il faut noter, toutefois — et ceci est très important — que la quantité de matière organique d'une eau, que ce soit une eau douce ou marine, implique nécessairement l'absence dans l'eau sous analyse, de matière organique vivante, c'est-à-dire que le dosage ne peut donc être effectué qu'après filtration préalable.

On sait (P. CHAUCHARD, 1932) que le pouvoir réducteur de l'eau de mer est le nombre de centimètres cubes de permanganate d'un titre déterminé, consommé par litre d'eau de mer, en milieu alcalin.

P. CHAUCHARD a exécuté un certain nombre d'analyses sur l'eau de mer au moyen de permanganate au tiers centinormal et a constaté les faits suivants :

1. — dans la région littorale de la côte NW du Finistère, le 23 septembre, par des fonds de moins de 25 m, les chiffres restent entre 12 et 16, alors que l'année précédente, aux mêmes endroits, ils montaient jusqu'à 22;

2. — dans le goulet de la rade de Brest, les mesures ont été faites, en entrant et en sortant, à des instants à peu près comparables de la marée (marée montante), et à des endroits assez voisins. Mêmes intervalles de variation que dans la région précédente. On peut distinguer l'entrée du goulet et l'entrée de la rade qui encadrent, avec des valeurs comparables, une zone (milieu du goulet) de pouvoir réducteur plus élevé. Ceci avait déjà été obtenu en 1930. Dans la rade même, le pouvoir réducteur normal, qui était de 13, a été troublé par l'influence du port;

3. — dans la région littorale de la côte sud-ouest du Finistère, le 24 septembre, par des fonds de moins de 50 m, le pouvoir réducteur est plus faible que dans les régions précédentes, de 11 à 13 m;

4. — au large, océan Atlantique. Sur les fonds de 50 à 100 m; les chiffres sont très faibles dans la région du Finistère, assez élevés dans la région de Belle-Isle. Sur le plateau continental (fonds de 100 à 300 m en moyenne), les résultats sont homogènes, quoiqu'en des points très éloignés. Enfin, au-dessus des grands

fonds 2.000 - 3.000 m) le pouvoir réducteur est plus élevé : 17 en surface, 16 à 50 et 100 m et 12 à 13 à 300 m de profondeur.

On sait que E. FISCHER, puis HATTON ont trouvé que dans la zone intercotidale, le pouvoir réducteur diminue très faiblement avec la profondeur. Les résultats de P. CHAUCHARD sur l'eau du large montrent que dans les cent premiers mètres, il y a une faible diminution, à partir des chiffres assez élevés de la surface; plus profondément, il se produit une forte variation tendant vers les valeurs trouvées sur le plateau continental. Dans tous les cas, le pouvoir réducteur diminue donc avec la profondeur, ce qui est en relation avec la répartition des substances d'origine terrigène;

5. — dans la région littorale du Sud de la Bretagne, les mesures montrent une diminution assez nette quand on se rapproche de la terre.

On peut conclure avec P. CHAUCHARD, que le pouvoir réducteur est bien, ainsi que l'a indiqué E. FISHER, une caractéristique d'une eau de mer. Il traduit un état d'équilibre stable pour une région donnée, une profondeur donnée. Mais, en période de mauvais temps, il est profondément troublé et les résultats deviennent difficiles à interpréter. De telles variations présentent un grand intérêt, car, sans aucun doute, elles agissent sur la répartition des organismes marins.

Récemment, H. KAY (1954) a fait un essai sur la quantité et la répartition de la matière organique dans l'eau de mer (Baltique) en se basant sur les déterminations suivantes : température de l'eau, salinité, densité, phosphore des phosphates, azote des nitrites, oxygène dissous, poids du seston, chlorophylle, matières organiques comme carbone total.

Parlant de l'oxydation dans les eaux naturelles, W. R. G. ATKINS (1926) dit notamment : la dégradation de la matière vivante et des parois cellulosiques végétales dans l'eau de mer n'a pas retenu beaucoup l'attention jusqu'ici. Les protides totaux peuvent être déduits approximativement des valeurs obtenues pour l'ammonium albuminoïdique. On connaît les déterminations de K. BRANDT et un certain nombre d'analyses effectuées dans le laboratoire du Gouvernement à Londres, ces dernières en relation avec des questions concernant la mort des huîtres et se rapportant surtout à des eaux intérieures.

On a eu une idée approximative de la matière organique dissoute dans l'eau de mer en 1922 en notant les variations du pH de l'eau de mer en conservant celle-ci après avoir ajouté l'indicateur. On note peu de variations au printemps, mais le contraire se produit en automne. A des niveaux entre 15 et 25 m et à nouveau vers le fond on a observé des différences très marquées. La production de cette matière organique concerne les éléments du plancton morts au cours de la conservation.

La diminution observée correspond à la production de 1,0 à 2,5 ou 3,0 ml d'acide N/100 par 100 ml d'eau de mer. Ce qui est équivalent à l'acide carbonique produit par l'oxydation complète d'environ 3,0 à 8,0 ou 9,6 mg d'une hexose par litre. La détermination par E. RABEN de l'eau de mer fraîchement prélevée et filtrée montre une absorption de 8 mg d'oxygène par litre, obtenue par la méthode au permanganate en milieu alcalin. Ce qui correspond à 7,5 mg d'hexose par litre. W. R. G. ATKINS (1923) a, par contre, obtenu des valeurs plus basses, environ 1/mg par litre d'oxygène absorbé pour de l'eau prélevée en E-1; ceci, toutefois,

était en mars, à une époque de l'année où on ne peut s'attendre qu'à de minimes quantités de matière organique non oxydée.

Les phénomènes d'oxydation dans l'eau de mer ont été étudiés par W. HARVEY (1925) et il a été prouvé que certaines substances aisément oxydables ont été oxydées plus rapidement dans des eaux plus profondes en E-1 qu'à la surface. Ceci est une indication de la présence d'un catalyseur, probablement un composé du fer. Son action est inhibée en surface et dans les eaux côtières par des substances organiques dissoutes. Par une étude quantitative sur la vitesse de réduction du peroxyde d'hydrogène par l'eau de mer on a pu montrer l'existence de ces phénomènes.

*
* *

Malgré que la recherche de substances organiques déterminées ou de groupes de dérivés organiques n'ait pas encore été pratiquée sur une grande échelle en mer du Nord et que nous n'ayons pratiquement pas de données numériques à notre disposition, nous voulons cependant introduire dans notre travail un aperçu de ce qui a été fait sur l'eau de mer en général. Nous subdivisons la matière en généralités et en groupes mieux définis.

Les généralités au sujet des matières organiques dissoutes en eau de mer comportent plusieurs subdivisions.

Les méthodes de recherche et de dosage.

R. J. BADER, D. W. HOOD et J. B. SMITH (1960); W. L. BELSER (1959) s'est occupé d'essais biologiques; V. P. CALKINS (1943) a mis au point la microdétermination des acides glycollique et oxalique; M. GILBRICHT (1957), les méthodes d'oxydation; R. D. HOAK (1962), l'extraction et l'identification; L. M. JEFFREY et D. W. WOOD (1958), méthodes diverses; KAMATANI AKIYOSHI et CHIKAYOSHI MATSUDAIRA (1966), l'extraction et la détermination d'acides organiques en eau de mer; H. KAY (1954), des microméthodes. La mesure du carbone dissous a fait l'objet des recherches de D. W. MENZEL et R. F. VACCARO (1956) et l'essai biologique de la thiamine a été effectué par K. V. NATARAJAN et R. C. DUGDALE (1966). E. RUPPIN s'est occupé à l'époque de l'oxydabilité de l'eau de mer (1904) et J. F. SLOWEY, L. M. JEFFREY et D. W. HOOD (1959) ont étudié la caractérisation des matières organiques extraites au moyen de l'acétate d'éthyle.

En ce qui concerne la répartition, notons les publications de W. R. G. ATKINS (1922); K. BANSE et J. KREY (1962), aspects quantitatifs du cycle; A. COLLIER (1953) la signification en eau de mer; H. KAY (1954) les concentrations et la répartition; T. KOYAMA (1962); T. KOYAMA et T. G. THOMPSON (1959), les acides organiques en eau de mer; K. H. PALMORK (1963), W. A. PLUNKETT (1955); A. C. REDFIELD (1934); G. A. RILEY (1970); B. A. SKOPINTZEW (1959).

Des relations écologiques diverses ont été étudiées par E. R. BAYLOR et W. H. SUTCLIFFE (1963), source de nourriture; par R. J. CONOVER (1966), assimilation par le zooplancton; par M. A. DROOP (1957), nutrition du phytoplancton marin; par E. K. DUURSMA (1963 et 1965) au sujet des relations avec la production primaire; par B. FOYN et H. H. GRAY (1928) sur l'oxydation par les bactéries; par S. S. GELLIS et G. L. CLARKE (1936), la matière organique dissoute et colloïdale, nourriture pour *Daphnia magna*; par H. H. GRAN et B. RUUD (1926), les rapports avec la production du plancton. D. H. GRIFFITH (1965) a traité de l'assimilation oxydative par les algues; R. JOHNSTON (1955) a étudié les activités biologiques des substances organiques; A. PRAKASH et M. A. RASYID (1968), les influences des matières humiques sur la croissance des Dinoflagellés planctoniques marins; H. W. SAUNDERS (1957), les relations avec le phytoplancton. Le catabolisme a été étudié par J. KORINCK (1928) et, enfin, M. HENZE (1908) a revu les théories de PUTTER.

Acides aminés.

La recherche et la détermination des acides aminés ont été établies par Y. K. CHAU et P. RILEY (1966); la séparation et l'identification par K. H. PALMORK (1963); par H. SCHAEFER (1965). La répartition par H. BOHLING (1970); K. PARK, W. T. WILLIAMS, J. M. PRESCOTT et D. W. WOOD (1962) en eau de mer profonde; par W. H. PETERSON, E. B. FRED et B. P. DOMOGALLA (1925) dans des eaux lacustres; par W. TATSUMOTO, W. T. WILLIAMS, J. P. PRESCOTT et D. W. HOOD (1961) dans des eaux marines de surface.

L'excrétion d'acides aminés a été étudiée par Y. K. CHAU, L. CHUECAS et P. RILEY (1967), chez certaines espèces du phytoplancton marin; par C. B. COWEY et E. D. S. CORNER (1963, 1966), chez *Calanus finmarchicus*; par L. FOWDEN (1962), chez les algues; par K. GOEKE (1970), l'excrétion et l'absorption d'acides aminés et de polypeptides par des organismes du plancton; par R. E. JOHANNES et K. L. WEBB (1965) chez le zooplancton marin; par H. KLEINKAUF (1964) chez certaines diatomées marines.

R. D. HAMILTON et L. J. GREENFIELD (1967) ont étudié l'utilisation d'acides aminés libres par des micro-organismes des sédiments marins. T. W. J. TAYLOR (1928) a effectué des recherches au sujet de l'action de l'acide nitreux sur des composés aminés, méthylamine et ammonium, et des acides aminés aliphatiques.

Nous même avons déterminé et dosé le Tryptophane en eau de mer à Oostende (L. VAN MEEL, 1969).

Acides desoxyribonucléiques.

La détermination dans l'eau des océans et la signification de ces acides ont fait l'objet d'une étude de O. HOLM-HANSEN, W. H. SUTCLIFFE et J. SHARP (1968).

Acides gras.

Nous n'avons eu connaissance que d'un travail de R. S. ACKMAN, G. S. TOCHER et J. MCLACHLAN (1968) sur les acides gras du phytoplancton marin.

Antibiotiques.

Les substances antibiotiques en eau de mer ont été traitées au cours de beaucoup de recherches parmi lesquelles celle de M. et J. AUBERT, M. GAUTHIER, D. PESANDO et S. DANIEL (1966) sur l'origine et la nature dans le milieu marin; de M. AUBERT et P. GAUTHIER (1966) sur des substances antibactériennes extraites d'*Asterionella japonica* et de *Chaetoceros teres*; de M. et J. AUBERT, M. GAUTHIER et S. DANIEL (1966) sur les méthodes d'étude et les techniques expérimentales, occupant une place prépondérante, R. B. BAAM, N. M. GANDHI et Y. M. FREITAS (1966) ont étudié l'activité antibiotique d'organismes marins; P. W. BRIAN (1957) s'est attaché à la signification écologique de la production d'antibiotiques; E. G. JORGENSEN (1956) s'est occupé de la formation de ces substances par les algues et l'inhibition de la croissance; R. F. NIGRELLI (1962) a publié au sujet des substances antimicrobiennes d'organismes marins, l'introduction du rôle de l'antibiose en mer; la production d'antibiotiques par des micro-organismes marins a été étudiée par W. D. ROSENFELD et C. ZOBELL (1947); J. M. SIEBURTH et D. M. PRATT (1962) se sont occupés de l'activité anticoliforme de l'eau de mer au moment de la fin d'une floraison de *Skeletonema costatum*; E. STEEMAN-NIELSEN (1955) a étudié l'effet d'antibiotiques produits par des algues planctoniques et, enfin, P. J. SYRETT et I. MORRIS (1963) l'inhibition de l'assimilation des nitrates chez *Chlorella* sous l'influence de l'ion ammonium.

Carbone organique.

L'étude de la matière organique sous forme de carbone organique n'a donné lieu qu'à un nombre assez restreint de travaux. Au point de vue des méthodes, il faut citer: M. EHRHARDT (1969), A. KROGH et A. KEYS (1934), K. H. SZEKIELDA (1967), K. H. SZEKIELDA et J. KREY (1965) et R. F. WILSON (1961).

En ce qui concerne la production : E. K. DUURSMA (1960) dans une étude importante au sujet non seulement du carbone mais aussi de l'azote et du phosphore; R. W. EPPLEY et P. R. SLOAN (1965), la balance du carbone; J. H. OLIVER et D. H. CUSHING (1957), production; E. RABEN (1910) sur la présence possible en mer; SEKI HUMITAKE (1967), le degré de minéralisation par les micro-organismes; K. H. SZEKIELDA (1967), modèle mathématique de l'énergie libérée par l'oxydation de la matière organique; (1968), recherches comparatives sur la quantité en solution; (1968), modèle chimique de l'anabolisme et du catabolisme de la matière organique et (1969) l'application d'un modèle chimique pour le calcul de la concentration théorique de carbone organique en eau de mer; W. D. WATT (1966), l'excrétion de substances oraniques dissoutes par les cellules de la population phytoplanctonique.

Chelation.

E. K. DUURSMA et W. SEVENHUYSEN (1966) ont étudié la chélation et la solubilisation de certains radicaux métalliques dans l'eau de mer à des pH variables.

Enzymes.

Plusieurs chercheurs se sont occupés de la recherche, de la détermination et du rôle de certains enzymes en eau de mer. Leur signification a été étudiée par E. BOKOVA, V. BORSOCK, N. VERBINSKAJA, E. KREPS et A. LUKYANOWA (1936) ainsi que par H. GOLDSCHMIDT (1959); H. E. ARMSTRONG et E. HORTON (1912) ont étudié l'uréase.

Puis, successivement : D. BURK (1934) l'azotase et la nitrogenase chez *Azotobacter;* R. W. EPPLEY, J. L. COATSWORTH et L. SOLORZANO (1969), études sur la réductase des nitrates chez le phytoplancton marin; K. V. KRISNAMURTHY (1969), l'anhydrase carbonique en eau de mer; C. M. MORETH et C. S. YENTZSCH (1970), le rôle de la chlorophyllase dans la décomposition de la chlorophylle du phytoplancton marin; I. MORRIS et P. J. SYRETT (1963), le développement de la réductase des nitrates chez *Chlorella* et répression par l'ammonium; D. J. D. NICHOLAS et W. D. MCELROY (1954), le Molybdène et la réductase des nitrates, le Molybdène comme constituant de la réductase; J. D. H. STRICKLAND et L. SOLORZANO (1966), la détermination de la phosphomonoesterase hydrolysable et son activité en eau de mer; enfin, N. WAI, T. S. HUNG et Y. H. LU (1966), la phosphatase alcaline en eau de mer.

Excrétion.

L'excrétion de substances organiques diverses a fait l'objet d'un assez grand nombre de travaux. Parmi les plus connus citons : M. B. ALLEN (1956), excrétion de composés organiques chez *Chlamydomonas*; G. E. FOGG (1952), production extracellulaire de substances azotées par des Cyanophycées (1958), production extracellulaire par les algues du phytoplancton et production primaire, (1963), produits extracellulaires; G. E. FOGG et C. NALEWAJKO (1964) ont étudié la production extracellulaire de l'acide glycollique par le phytoplancton; G. E. FOGG, C. NALEWAJKO et W. D. WATT (1965) ont étudié la production de substances extracellulaires au cours de la photosynthèse; G. E. FOGG et W. D. WATT (1965), la cinétique de l'excrétion de substances extracellulaires au cours de la photosynthèse chez les éléments du phytoplancton; R. R. L. GUILLARD et P. J. WANGERSKY (1958), la production d'hydrates de carbone extracellulaires chez certains flagellates marins; J. A. HELLEBUST (1965), excrétion de certaines substances organiques chez le phytoplancton marin; R. E. JOHANNES (1964), absorption et excrétion de phosphore organique; E. G. JORGENSEN (1956), substances inhibitrices de la croissance produites par des algues; K. M. KHAILOV (1969), excrétion de substances organiques dissoutes par des algues marines; le même sujet a été traité par A. KROGH, E. LANGE et W. SMITH (1930); R. A. LEWIN, en 1955 et 1956, polysaccharides extracellulaires excrétés par des algues vertes; C. E. LUCAS a publié plusieurs travaux : excrétion, écologie et évolution (1944), effet écologique de métabolites externes en eau de mer, (1949) métabolites externes et adaptations écologiques, (1955) métabolites externes en eau de mer; L. V. MAKSIMOVA, E. G. TOROPOVA et M. N. PIMENOVA (1965), excrétion de composés organiques chez les algues vertes croissant en milieu organique; A. F. H. MARKER (1963), études sur les hydrates de carbone extracellulaires chez *Isochrysis et Prymnesium*; B. MOORE et R. G. TISCHER (1964),

polysaccharides extracellulaires chez les algues; J. H. RYTHER (1960), production organique chez les algues planctoniques; N. E. TOLBERT et L. P. ZILL (1956), excrétion d'acide glycollique chez les algues au cours de la photosynthèse; W. D. WATT (1966), excrétion de substances organiques dissoutes par les cellules des populations phytoplanctoniques.

Hormones.

J. A. BENTLEY (1960) a étudié les hormones végétales dans le phytoplancton, le zooplancton et l'eau de mer.

Hydrates de carbone. Polysaccharides.

Un grand nombre de travaux relatifs à ces substances s'occupent en particulier de la recherche et du dosage. J. M. CAMPS MESTRE et E. A. SERRANO (1960), dosage dans le plancton; A. COLLIER (1956), détermination; N. HANDA (1967), identification dans les particules en suspension et (1969), analyse détaillée dans *Skeletonema*; N. HANDA et H. TOMINAGA (1969), analyse détaillée dans les particules en suspension; H. SCHAEFER (1965), extraction de l'eau de mer; ensuite, la répartition dans l'eau de mer ou dans les algues marines; Q. N. HAQ et E. PERCIVAL (1966), études structurales des polysaccharides solubles dans l'eau, provenant d'*Ulva Lactuca*; H. KLEINKAUF (1964), répartition dans quelques diatomées marines; G. J. LEWIS et N. W. RAKESTRAW (1955), répartition en eau de mer; J. LOVE, W. MACKIE, J. P. McKINNEL et E. PERCIVAL (1963), polysaccharides du type amidon isolés de certaines algues vertes marines; J. P. McKINNEL et E. PERCIVAL (1962), polysaccharides d'*Ulva Lactuca;* A. F. H. MARKER (1965), hydrates de carbone chez *Isochrysis*; S. M. MARSHALL et A. P. ORR (1962), hydrates de carbone considérés comme mesure de phytoplancton et G. E. WALSCH (1965), études sur les hydrates de carbone dissous.

Nous-même avons effectué des dosages d'hydrates de carbone aussi bien en eau de mer qu'en eau douce, notamment dans un bassin maritime du port d'Ostende (L. VAN MEEL, 1969).

Protéines.

Les protéines comme telles n'ont pas fait l'objet de nombreux travaux. Au point de vue de la détermination, nous connaissons les publications de Y. BOGDANOV, A. GRIGOROVITCH et M. G. SHAPOSHKINOVA (1968) au sujet de la détermination dans la matière en suspension; de J. M. CAMPS MESTRE et E. A. SERRANO (1960) sur la microdétermination dans le plancton; de A. COLLIER (1956) sur la détermination en eau de mer; de L. FOWDEN (1962) et de H. KLEINKAUF (1964) sur les protéines des diatomées marines; enfin, sur l'excrétion et l'absorption par les organismes planctoniques.

Urée.

L'urée a été déterminée en eau de mer par B. S. NEWELL, B. MORGAN et J. CUMBY (1967).

Vitamines.

La question des vitamines en eau de mer a fait l'objet de plusieurs contributions intéressantes; au point de vue des méthodes de détermination et d'extraction, citons : A. F. CARLUCCI et S. B. SILBERNAGEL (1966 et 1967); P. J. WANGERSKY (1952); M. R. DROOP s'est occupé de la vitamine B/12 en ce qui concerne le rôle de cette vitamine en écologie marine; Y. HASHIMOTO a déterminé la vitamine B/12 dans les algues marines (1954); enfin, C. B. COWEY (1956) et K. KASIWADA et collaborateurs ont étudié les variations et la répartition de la vitamine B/12 dans les océans et les eaux côtières (1957).

CHAPITRE IV

Le milieu marin au « West-Hinder ».

Le bateau-feu « WEST-HINDER » est situé au point 51°22'25" lat. N et 2°27'45" long. E. Du vivant de G. GILSON, comme nous l'avons dit au début de ce travail, des observations ont été faites régulièrement plusieurs fois par semaine. Ces recherches se limitaient, à l'époque, à l'observation de la température de l'eau et de l'air et de la salinité, à diverses profondeurs, et au prélèvement quantitatif du phyto- et du zooplancton.

Ce n'est que tout récemment qu'on a pu songer à élargir le cadre de ces recherches en y ajoutant le dosage de plusieurs anions et cations particulièrement importants.

En principe, le personnel du « WEST-HINDER » prélève un échantillon d'eau tous les jours et mesure la température. Ces deux éléments sont destinés à être compilés à Copenhague par les soins du service hydrographique du Conseil permanent international pour l'Exploration de la mer. Les échantillons sont communiqués le plus rapidement possible à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, où il est procédé, depuis quelques années, à l'analyse. Toutefois, ces derniers temps, la détermination ordinaire de la chlorinité avec le calcul de la salinité ne se fait plus journellement, mais un jour sur trois, le temps matériel pour absorber le travail occasionné par les déterminations analytiques faisant défaut.

Une analyse complète a été exécutée tous les huit jours, correspondant alors à une prise simultanée de plancton. On a obtenu de cette façon des séries considérables de chiffres qu'il ne saurait être question de publier in extenso. Elles seront présentées sous forme de moyennes ou, suivant les cas, de valeurs les plus représentatives.

Nous essayerons donc d'interpréter, dans ce chapitre, les résultats obtenus au bateau-feu « WEST-HINDER » à la lumière des considérations exposées dans les chapitres précédents. La plus grande difficulté qui s'oppose à une comparaison pure et simple avec les données obtenues en d'autres points, est le manque de concordance entre les dates. On possède beaucoup de renseignements mais éparpillés dans le temps, de ce fait difficilement maniables, ce qui rend la tâche malaisée.

Nous examinerons donc successivement, selon l'ordre adopté dans le Chapitre II, la température, la salinité et, parmi les facteurs écologiques divers, l'acide carbonique et ses dérivés, l'oxygène, les nitrates, les phosphates, le rapport N/P, les sulfates, les silicates, le calcium et le magnésium.

TABLEAU 105.

Bateau-feu « WEST-HINDER ».

Températures de surface et de fond en °C.

Moyennes mensuelles et annuelles.

(Période 1902-1914.)

Années	Mois												Moyenne annuelle
	Surface												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1902	—	—	6,4	8,8	9,3	13,2	16,9	16,4	16,2	12,5	10,7	7,5	11,79
1903	6,63	7,10	7,69	8,74	10,10	13,64	15,81	16,43	16,22	14,92	11,88	7,77	11,41
1904	5,73	6,58	5,60	8,1	11,06	14,22	17,46	19,12	16,31	13,61	10,81	8,43	11,41
1905	6,18	5,06	6,77	8,53	10,94	14,56	17,33	18,07	16,30	12,29	9,62	7,64	11,10
1906	7,4	5,95	6,12	7,21	9,42	11,6	15,6	17,1	16,95	15,06	12,2	8,45	11,08
1907	5,16	3,7	4,72	7,43	10,26	12,35	14,5	15,98	16,44	15,03	12,6	9,73	10,65
1908	5,26	5,04	6,20	7,97	10,5	14,2	16,8	17,44	15,94	15,1	10,6	8,61	11,13
1909	6,08	4,12	4,31	7,67	11,2	14,0	15,9	17,8	16,7	15,2	11,8	7,4	11,01
1910	7,0	6,95	7,2	8,6	10,2	12,3	14,9	16,5	16,0	13,3	10,6	9,05	11,05
1911	6,7	5,45	6,2	6,27	10,2	14,1	15,8	19,9	18,9	15,02	11,8	9,27	11,6
1912	7,96	6,8	8,37	9,32	11,4	14,0	16,8	16,28	14,77	12,58	10,95	9,57	11,5
1913	7,2	6,4	7,2	8,6	11,3	13,1	15,17	16,5	16,7	15,0	13,1	9,88	11,6
1914	4,8	5,3	7,15	9,47	11,8	14,0	16,1	—	—	—	—	—	—
Moyenne	6,34	5,7	6,45	8,20	10,59	13,48	16,08	17,29	16,4	14,1	11,38	8,60	11,2

Années	Mois												Moyenne annuelle
	Fond												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1902	—	—	5,07	8,8	8,6	13,8	16,9	16,4	16,7	13,4	11,4	6,8	11,78
1903	6,53	7,0	7,52	8,65	9,8	13,22	16,20	16,5	16,42	14,85	11,77	8,46	11,41
1904	5,60	6,54	5,4	7,86	10,9	14,17	16,97	18,71	16,42	13,62	10,87	8,92	11,33
1905	5,87	4,75	6,70	8,8	11,10	14,53	16,95	18,25	16,45	12,80	9,66	7,45	11,10
1906	7,4	5,97	6,02	7,40	10,12	12,45	15,7	16,9	16,8	14,8	12,0	8,02	11,13
1907	5,4	3,37	4,4	7,56	10,6	12,2	14,3	16,02	16,5	15,05	12,6	9,66	10,63
1908	5,5	5,04	6,1	8,0	10,8	14,44	16,72	17,5	16,1	15,2	11,08	8,7	11,26
1909	6,5	4,6	4,76	7,75	10,9	14,4	16,1	18,6	16,8	16,1	12,7	7,9	11,42
1910	7,4	7,1	7,2	8,46	10,2	12,3	14,9	16,68	16,3	13,5	10,5	8,75	11,10
1911	6,8	5,6	6,2	6,26	10,04	13,8	15,6	19,7	18,7	15,1	11,8	9,3	11,5
1912	7,84	6,7	8,22	9,16	11,2	13,85	16,75	16,3	14,7	12,40	10,8	9,5	11,4
1913	7,3	6,4	7,06	8,7	11,1	13,2	14,9	16,5	16,6	14,9	13,1	9,8	11,6
1914	4,8	5,3	7,15	9,57	11,7	13,8	16,2	—	—	—	—	—	—
Moyenne	6,41	5,69	6,29	8,22	10,54	13,55	16,0	17,3	16,5	14,3	11,52	8,6	11,2

TABLEAU 106.

Bateau-feu « WEST-HINDER ».

Moyennes mensuelles des températures de surface.
(Période 1906-1912.)

Mois	De 0 à 12 h		De 12 à 24 h	
	Fin du flot	Fin du jusant	Fin du flot	Fin du jusant
		1906		
I	7,48	7,66	7,54	7,52
II	6,20	6,26	6,08	6,30
III	5,88	6,02	5,96	5,96
IV	6,76	6,81	6,88	6,89
V	9,03	9,08	9,18	9,23
VI	12,4	12,1	12,4	12,39
VII	15,3	15,2	15,4	15,5
VIII	16,8	16,7	17,02	17,03
IX	17,04	17,0	16,9	17,08
X	15,2	15,2	15,3	15,3
XI	12,01	12,38	12,4	12,4
XII	8,27	8,23	8,35	8,29
		1907		
I	5,22	5,24	5,42	5,34
II	3,70	3,69	3,86	3,80
III	4,65	4,76	5,00	4,86
IV	7,38	7,34	7,40	7,43
V	10,0	10,13	10,2	10,12
VI	12,4	12,42	12,4	12,45
VII	14,3	14,47	14,26	14,60
VIII	15,89	15,93	16,0	15,93
IX	16,36	16,38	16,40	16,38
X	15,18	15,22	15,25	15,24
XI	12,57	12,66	12,64	12,59
XII	10,15	10,0	10,06	10,11
		1908		
I	5,13	4,88	4,95	5,17
II	4,59	4,62	4,77	4,76
III	6,29	6,28	6,36	6,37
IV	7,86	7,89	7,94	7,94
V	10,37	10,43	10,40	10,44
VI	14,18	14,25	14,32	14,36
VII	16,59	16,60	16,64	16,64
VIII	17,30	17,28	17,36	17,42
IX	15,89	15,90	15,91	15,92
X	15,11	15,07	15,20	15,30
XI	10,71	10,83	10,83	10,74
XII	8,83	8,82	8,80	8,87

Mois	De 0 à 12 h		De 12 à 24 h	
	Fin du flot	Fin du jusant	Fin du flot	Fin du jusant
			1909	
I	6,57	6,67	6,78	6,68
II	3,85	3,87	4,01	3,91
III	3,98	4,22	4,39	4,20
IV	6,99	7,02	7,15	7,14
V	9,47	10,18	10,52	10,56
VI	13,17	13,39	13,50	13,46
VII	15,10	15,12	15,4	15,3
VIII	17,18	17,28	17,27	17,29
IX	16,24	16,23	16,43	16,33
X	14,71	14,90	14,95	14,94
XI	10,88	11,01	11,06	10,96
XII	7,83	7,82	7,93	7,88
			1910	
I	6,82	6,54	6,51	6,44
II	6,41	6,41	6,53	6,49
III	7,18	7,26	7,25	7,18
IV	8,11	8,09	8,15	8,12
V	10,25	10,45	10,34	10,27
VI	14,04	13,98	14,12	14,04
VII	14,83	14,97	15,06	14,97
VIII	16,38	16,50	16,64	16,53
IX	15,8	16,03	16,03	15,94
X	14,48	14,60	14,63	14,43
XI	11,11	10,91	10,89	10,81
XII	8,48	8,51	8,48	8,46
			1911	
I	6,51	6,59	6,64	6,37
II	5,34	5,45	5,50	5,39
III	6,15	6,16	6,29	6,14
IV	6,12	6,40	6,35	6,16
V	10,0	10,3	10,0	10,0
VI	13,8	14,1	13,9	13,8
VII	15,9	16,0	16,2	16,1
VIII	19,0	19,2	19,0	19,0
IX	18,4	18,5	18,6	18,6
X	14,5	14,7	14,8	14,7
XI	9,9	10,0	10,1	10,0
XII	9,25	9,2	9,2	9,2
			1912	
I	8,0	8,1	8,1	7,9
II	6,5	6,5	6,5	6,5
III	8,1	8,1	8,2	8,2
IV	9,0	9,0	9,1	9,0
V	11,2	11,3	11,2	11,5
VI	13,9	13,9	13,9	14,0
VII	16,9	16,9	16,9	16,9
VIII	16,3	16,1	16,1	16,1
IX	14,3	14,3	14,3	14,4
X	12,4	12,4	12,4	12,4
XI	11,80	11,81	11,81	11,94
XII	8,77	8,60	8,48	8,45

1. **Température de l'eau.**

Nous disposons d'une série complète de mesures faites entre 1902 et 1913. On a groupé dans le tableau 105, les moyennes mensuelles et annuelles, de même que la moyenne de 12 années, par mois. Le même tableau groupe les résultats pour la surface et pour le fond. On voit donc immédiatement par les moyennes mensuelles, qu'en surface l'eau de mer présente la plus haute température moyenne au cours des mois d'août et la plus basse aux mois de février, soit respectivement : 17.29 °C et 5.7 °C. Durant ces mois, la température la plus haute a été : 19.9 °C et 7.1 °C, la plus basse 15.98 °C et 3.7 °C, respectivement pour le mois d'août et le mois de février. Près du fond, la température évolue de la même manière, les extrêmes tombent au cours des mêmes mois avec la même amplitude, c'est-à-dire 11,6 °C entre les deux mois.

Si nous comparons les moyennes en surface au « WEST-HINDER » (tabl. 107), avec les données du tableau se rapportant à la variation annuelle de la température

TABLEAU

Températures de l'eau
Moyennes mensuelles
(Période

Mois :	I	II	III	IV	V	VI
1951	6,39 (31)	6,30 (28)	6,67 (31)	7,83 (30)	10,15 (31)	13,41 (30)
1952	7,49 (31)	5,22 (29)	6,46 (31)	7,89 (30)	11,81 (31)	14,69 (30)
1953	5,91 (31)	5,46 (28)	5,71 (31)	7,81 (30)	10,91 (31)	13,65 (30)
1954	7,05 (31)	4,10 (28)	6,12 (31)	7,99 (30)	10,43 (31)	13,17 (30)
1955	5,56 (31)	5,19 (28)	3,47 (31)	6,19 (30)	8,94 (31)	12,60 (30)
1956	7,30 (31)	3,80 (29)	3,79 (31)	5,85 (30)	9,71 (31)	12,42 (30)
1957	7,13 (31)	7,31 (28)	8,11 (31)	9,12 (30)	10,66 (31)	14,02 (30)
1958	6,74 (31)	6,54 (28)	5,44 (31)	6,23 (30)	9,33 (31)	12,73 (30)
1959	7,05 (31)	4,78 (28)	6,07 (31)	8,65 (30)	11,62 (31)	14,36 (30)
1960	7,92 (31)	6,48 (29)	6,91 (31)	8,40 (30)	10,93 (31)	13,31 (14)
1961	7,28 (28)	7,38 (28)	7,83 (31)	9,49 (30)	12,13 (31)	14,27 (30)
1962	7,09 (31)	6,29 (28)	4,18 (31)	6,43 (30)	9,07 (31)	12,47 (30)
1963	2,35 (31)	0,62 (28)	2,49 (31)	6,01 (30)	9,14 (31)	12,65 (30)
1964	5,14 (31)	4,48 (29)	4,70 (31)	6,34 (30)	10,67 (31)	14,07 (30)
1965	6,74 (31)	4,82 (28)	4,68 (31)	7,17 (30)	10,08 (31)	13,30 (30)
1966	6,78 (31)	7,29 (28)	8,09 (31)	8,41 (30)	11,33 (31)	14,43 (30)

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.

Moyenne totale : 11.21 °C

en trois points de la mer du Nord, d'après la latitude, on obtient les résultats du tableau 108.

Au moyen des températures moyennes mensuelles de l'eau de surface au « WEST-HINDER » de 1902 à 1913 et de 1951 à 1966, nous avons construit le graphique (fig. 77). Cette figure permet deux observations principales :

1° Au cours de la période 1902 à 1912, la température descend graduellement de 1902 à 1907 et remonte ensuite.

Au cours de la période 1951 à 1966, le gradient est beaucoup plus étendu : les variations ont été très inégales : souvent elles sont situées au-dessus de la moyenne générale, comme en 1953, 1957, 1959, 1961 et 1966, parfois elles se manifestent bien en dessous, comme le cas s'est présenté en 1956 et 1963.

2° Pour l'ensemble des deux périodes cependant, la température moyenne annuelle est de 11.21 °C.

Il s'agit ici de mesures effectuées de 302 à 366 fois par an

107.
de la mer du Nord.
et annuelles.
1951-1966.)

VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moyennes
16,39 (31)	17,33 (31)	16,78 (30)	14,59 (31)	12,44 (30)	9,62 (31)	11,52 (365)
17,25 (31)	17,89 (31)	16,87 (30)	13,80 (31)	10,19 (30)	7,30 (31)	11,43 (366)
15,98 (31)	17,75 (31)	17,09 (30)	15,59 (31)	13,27 (30)	11,03 (31)	11,72 (365)
14,98 (31)	16,05 (31)	15,80 (30)	14,78 (31)	12,27 (30)	10,46 (31)	11,14 (365)
15,81 (31)	18,15 (31)	17,91 (30)	14,65 (31)	11,52 (30)	9,24 (31)	10,80 (365)
15,25 (31)	15,94 (31)	15,95 (30)	14,20 (31)	10,11 (30)	8,56 (31)	10,27 (366)
16,76 (31)	17,44 (31)	16,22 (30)	14,26 (31)	11,74 (30)	8,26 (31)	11,78 (365)
15,15 (31)	16,12 (31)	16,83 (30)	14,92 (31)	11,45 (30)	9,25 (31)	10,91 (365)
17,43 (31)	18,85 (31)	18,75 (30)	16,50 (31)	12,63 (30)	10,81 (31)	12,34 (365)
16,59 (9)	17,70 (20)	17,24 (30)	15,23 (21)	12,36 (25)	9,93 (31)	11,20 (302)
16,86 (31)	17,19 (31)	17,39 (30)	16,46 (24)	11,62 (29)	8,70 (31)	12,21 (354)
15,08 (31)	15,89 (31)	16,24 (30)	14,98 (31)	11,50 (30)	7,05 (31)	10,54 (365)
14,69 (31)	16,55 (31)	16,02 (30)	14,46 (31)	13,03 (30)	8,45 (31)	9,75 (365)
16,53 (31)	18,03 (31)	17,49 (30)	14,84 (31)	10,97 (30)	9,02 (31)	11,05 (366)
15,38 (31)	16,58 (31)	16,29 (30)	15,02 (31)	11,05 (30)	8,95 (31)	10,88 (365)
16,35 (31)	17,22 (31)	17,25 (28)	15,89 (19)	11,62 (30)	9,02 (31)	11,83 (351)

Comme nous l'avons indiqué plus haut, on remarque clairement ici au « WEST-HINDER » que l'antithèse entre hiver et été est, en effet, plus grande au Sud qu'au centre et au Nord.

C. VALLAUX (1912) estimait la température moyenne de la mer du Nord en surface à 7.72 °C; la moyenne annuelle obtenue au moyen des valeurs du tableau 108 pour les eaux du « WEST-HINDER » de 1902 à 1913 est donc sensiblement supérieure puisque égale à 11.2 °C.

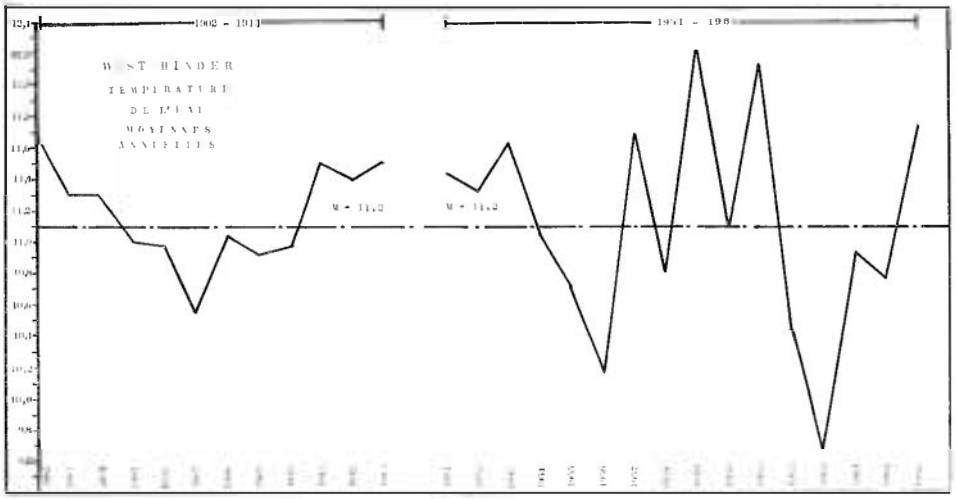


FIG. 77. Température moyenne en surface.
(1902-1913 et 1951-1966.)

TABLEAU 108.
Comparaison de la variation annuelle en trois points de la mer du Nord avec celle du « WEST-HINDER ».

Longitude Mois	2° W °C	8° E °C	3° E °C	2°27' «WEST-HINDER» °C (moyennes)
I	7,5	3,4	6,6	6,34
II	6,7	2,5	6,0	6,7
III	6,5	3,2	6,2	6,45
IV	7,0	5,7	7,5	8,2
V	8,0	9,3	10,0	10,59
VI	9,9	12,9	12,8	13,48
VII	11,4	15,6	15,1	16,08
VIII	12,0	16,3	16,5	17,29
IX	11,6	15,1	15,9	16,4
X	10,9	12,7	14,8	14,1
XI	9,5	9,0	11,3	11,38
XII	8,3	6,3	8,9	8,6
Variation annuelle	5,5	13,8	10,5	11,95

En dehors de ces mesures thermométriques, G. GILSON nous a laissé une autre série d'observations qui ne manquent pas d'intérêt : c'est notamment la mesure de la température de l'eau faite entre 0 et 12 h et entre 12 et 24 h chaque fois à la fin du flot et à la fin du jusant. Les différences sont fort minimes et atteignent à peine quelques dizièmes de degré. Il en est de même des moyennes (tabl. 106), pour lesquelles les différences observées peuvent être tout au plus imputées à des erreurs expérimentales dans l'observation. Il est toutefois à remarquer qu'au cours de l'année 1907 il y a une décroissance sensible de la température de même qu'en 1909.

La comparaison entre les températures (moyennes annuelles) de la période 1902-1914 et la période 1951-1966, donne des résultats intéressants. La moyenne totale pour les deux périodes est de 11.2 °C dans les deux cas. Toutefois, c'est le gradient de la température qui différencie les deux périodes. Il est moindre pour la première que pour la seconde, soit respectivement 16.2 et 18.23 °C, en se basant sur les moyennes annuelles (fig. 77).

De 1902 à 1913, la décroissance de la température et l'augmentation subséquente se font, en moyenne, avec plus de régularité qu'au cours de la période 1951-1966, où les augmentations et les chutes sont beaucoup plus marquées et irrégulières.

La température moyenne la plus basse enregistrée entre 1951 et 1966 a été de + 0.62 °C en février 1963, la plus haute, 18.85 °C au mois d'août 1959. De 1902 à 1913, la température mensuelle la plus basse a été 4.8 °C en janvier 1914, la plus haute, 18.07 °C en août 1904.

Ce qui précède résume nos connaissances au sujet de la thermométrie des eaux du « WEST-HINDER ». Depuis, aucune série systématique de mesures à diverses heures de la journée, et ce pendant plusieurs années consécutives, n'a plus été effectuée. C'est une lacune dans les recherches, qu'il n'y a pas moyen de combler actuellement. Il en est de même d'ailleurs pour toute l'étude climatique de la mer du Nord méridionale qui mériterait d'être faite sérieusement et pour laquelle les quelques notes éparses dans ce travail ne constituent qu'une faible ébauche.

Nous serions incomplet si nous ne faisions mention ici des quelques observations qui ont été faites en août 1912, durant quinze jours seulement et toutes les deux heures, au sujet de la psychométrie, de la direction du vent, de la température de l'eau et pour lesquels les résultats ont été rassemblés dans le tableau 110.

2. **Salinité.**

Entre les années 1902 et 1914, la moyenne des salinités mensuelles en surface donne un maximum pour le mois de décembre avec 34,65 ‰ et un minimum pour février avec 33,80 ‰. Le maximum absolu s'est présenté en février 1903 avec 35,18 ‰, le minimum absolu en mars 1907 avec 33,05 ‰ (tabl. 111).

Afin de permettre une comparaison avec les eaux voisines de la Manche, nous avons compilé les moyennes annuelles de la salinité de 1904 à 1923 aux bateaux-feu « SEVENSTONES » et « VARNE » (tabl. 112) et les moyennes mensuelles de la température et de la salinité au bateau-feu « VARNE » de 1920 à 1923 (tabl. 112).

D'après J. R. LUMBY (1925), on peut s'attendre à une poussée d'eau atlantique durant presque chaque hiver. D. J. MATTHEW (1914) donne les mois de janvier

et de février comme les mois à salinité maximale en Manche; dans une certaine mesure et suivant les suggestions faites par E. C. JEE (1919-1921), les salinités maximales se montrent plus tard dans la Manche à mesure qu'on s'avance vers l'Est.

TABLEAU 109.

Moyennes mensuelles de la température de surface au « WEST-HINDER ».
(Période 1906-1912.)

Années	de 0 à 12 h		de 12 à 24 h	
	Fin du flot	Fin du jusant	Fin du flot	Fin du jusant
	°C	°C	°C	°C
1906	11,03	11,05	11,11	11,15
1907	10,65	10,68	10,74	10,73
1908	11,07	11,07	11,12	11,16
1909	10,49	10,64	10,78	10,72
1910	11,15	11,18	11,21	11,14
1911	11,23	11,38	11,38	11,28
1912	11,43	11,41	11,41	11,44
		Variations annuelles		
1906	11,16	10,98	11,07	11,12
1907	12,66	12,69	12,54	12,58
1908	12,71	12,66	12,59	12,66
1909	13,33	13,41	13,26	13,37
1910	9,97	10,09	10,13	10,09
1911	13,66	13,75	13,50	13,61
1912	10,40	10,40	10,40	10,40

A « VARNE », le maximum a lieu, toutefois, en décembre et un maximum secondaire se produit en mars. Les dates de salinité maximale en Manche et au Sud de l'Irlande ne donnent pas d'indication nette sur la progression de l'eau salée; mais, quoiqu'il soit difficile d'établir parfois au cours de quel mois cette progression se fait sentir le plus, il est certain que c'est un phénomène typiquement hivernal.

G. BOHNECKE (1922) a montré que, des mois de février, de mai, d'août et de novembre, c'est le mois de février au cours duquel l'eau atlantique, c'est-à-dire, celle ayant une salinité de 35 ‰ et plus, atteint sa plus forte extension à la surface de la mer du Nord.

L'extension hivernale en Manche et en Mer Flamande est probablement due, pour la plus grande part, au fait que les vents dominants en décembre, janvier et février, soufflent du Sud-Ouest et sont plus forts qu'au cours de n'importe quel autre mois (J. N. CARRUTHERS). Dans ces conditions il s'agit surtout d'un phénomène de surface.

En ce qui concerne le maximum estival pour l'eau de surface de l'Est de la Manche (et, peut-être, du large des Cornouailles, en 1921 et 1922), D. J. MATTHEWS (1914) a suggéré que deux poussées d'eau salée ont été observées chaque

TABLEAU 110.

Observations météorologiques au bateau-feu « WEST-HINDER » du 1er au 15 août 1912.

Date	Heure	Psychromètre		Vent direction	Température eau
1.VIII	12	17,5	17,0	W	17,2
	14	17,5	17,0	SW-W1/2W	17,0
	16	17,5	17,0	SW-W	17,0
	18	17,0	16,5	W-SW	16,9
	20	16,5	16,0	WS	16,1
	22	16,5	16,0	W	16,1
	24	16,0	15,5	W	16,2
2.VIII	2	16,0	15,5	W-NW	16,3
	4	15,0	14,5	W	16,6
	6	15,0	14,5	W	16,6
	8	16,5	16,0	W-NW	17,0
	10	18,0	17,5	W-NW	17,1
	12	19,0	18,5	W-NW	17,2
	14	20,0	19,5	W-NW	17,4
	16	19,5	19,0	W	17,0
	18	17,5	17,0	W	16,9
	20	16,0	15,5	W-NW	17,0
	22	16,0	15,5	W	16,8
	24	15,5	15,0	W	16,8
3.VIII	2	15,5	15,0	W	16,8
	4	14,5	14,0	W	16,7
	6	15,0	14,5	W	16,8
	8	17,0	16,5	SW	17,0
	10	18,0	17,5	S-SW	17,5
	12	20,0	19,5	Calme	17,4
	14	19,0	18,5	NE	17,3
	16	18,0	17,5	E-NE	17,0
	18	18,0	17,5	E-SE	16,9
	20	17,5	17,0	E-SE	17,0
	22	18,0	17,5	SE	17,2
	24	18,0	17,5	ES	17,1
4.VIII	2	17,0	16,5	SE	17,0
	4	17,5	17,0	SE	16,9
	6	17,0	16,5	SE	16,7
	8	17,5	17,0	SE	16,9
	10	19,0	18,5	SE	17,4
	12	20,5	20,0	SSE	17,5
	14	21,0	20,5	SSW	17,3
	16	20,0	19,5	W	17,2
	18	17,5	17,0	W-SW	16,7
	20	17,0	16,5	W-SW	16,6
	22	16,0	15,5	SW-W	16,8
	24	16,0	15,5	W-SW	16,8
5.VIII	2	15,5	15,0	W-SW	16,7
	4	15,0	14,5	W-SW	16,6
	6	15,0	14,5	W-SW	16,6
	8	15,5	15,0	W-SW	16,7
	10	17,0	16,5	W-S	16,6
	12	16,5	16,0	W-SW	16,9
	14	16,0	15,5	W-SW	16,8
	16	17,0	16,5	W-SW	16,8
	18	17,0	16,5	W-SW	16,5
	20	17,0	16,5	SW	16,7
	22	17,0	16,5	SE	16,7
	24	17,0	16,5	E	16,5

TABLEAU 110 (*suite*).

Date	Heure	Psychromètre		Vent direction	Température eau
6.VIII	2	16,0	15,5	SW	16,5
	4	16,0	15,5	SSE	16,4
	6	16,0	15,5	SSE	16,5
	8	16,0	15,5	S	16,5
	10	15,5	15,0	S	16,5
	12	16,0	15,5	SW	16,6
	14	17,0	16,5	SW	16,5
	16	15,5	15,0	SW	16,6
	18	16,0	15,5	SSW	16,5
	20	15,0	14,5	SSW	16,4
	22	15,0	14,5	SSW	16,3
	24	14,5	14,0	SSW	16,3
7.VIII	2	15,0	14,5	SSW	16,4
	4	14,5	14,0	SW	16,5
	6	14,5	14,0	SWS	16,5
	8	15,9	14,5	SW	16,4
	10	15,0	14,5	SW	16,4
	12	16,0	15,5	SW	16,4
	14	16,0	15,5	SW	16,4
	16	16,0	15,5	SW	16,4
	18	16,0	15,5	SW	16,3
	20	16,0	15,5	W-SW	16,4
	22	16,0	15,5	W-SW	16,4
	24	15,5	15,0	W-SW	16,5
8.VIII	2	15,5	15,0	W	16,3
	4	15,0	14,5	W	16,3
	6	15,0	14,5	W	16,3
	8	15,5	15,0	W	16,4
	10	16,5	16,0	W-SW	16,5
	12	17,0	16,5	WS	16,5
	14	17,0	16,5	W-SW	16,5
	16	16,5	16,0	W-SW	16,5
	18	16,0	15,5	W-SW	16,5
	20	16,0	15,5	W-WS	16,3
	22	16,0	15,5	W-WS	16,4
	24	15,0	14,5	WS	16,4
9.VIII	2	16,0	15,5	W	16,6
	4	15,5	15,0	W	16,5
	6	15,0	14,5	WN	16,4
	8	15,5	15,0	W	16,4
	10	16,5	16,0	W	16,4
	12	17,0	16,5	SW-W	16,7
	14	17,0	16,5	W-SW	16,7
	16	16,0	15,5	S-WW	16,5
	18	16,0	15,5	W	16,5
	20	16,0	15,5	W-SW	16,4
	22	15,5	15,0	W-SW	16,4
	24	15,5	15,0	WS	16,3
10.VIII	2	15,0	14,5	W	16,3
	4	15,0	14,5	W	16,3
	6	15,0	14,5	W-SW	16,3
	8	15,5	15,0	W	16,3
	10	14,0	13,5	W	16,2
	12	14,5	14,0	W-SW	16,2
	14	16,0	15,5	W-SW	16,5
	16	16,5	16,0	W-SW	16,5

TABLEAU 110 (*suite*).

Date	Heure	Psychromètre		Vent direction	Température eau
	18	16,0	15,5	S-WW	16,5
	20	15,0	14,5	W-SW	16,4
	22	15,0	14,5	W	16,2
	24	15,0	14,5	W-NW	16,1
11.VIII	2	15,0	14,5	NW-W	16,3
	4	15,0	14,5	NW	16,2
	6	15,0	14,5	NW-W	16,3
	8	15,0	14,5	W-NW	16,4
	10	15,5	15,0	W-NW	16,3
	12	16,5	16,0	W-NW	16,3
	14	17,5	17,0	W	16,4
	16	16,5	16,0	W	16,4
	18	16,5	16,0	W	16,3
	20	14,5	15,0	W-SW	16,4
	22	15,0	14,5	WN	16,3
	24	15,0	14,5	WN	16,2
12.VIII	2	15,0	14,5	WN	16,1
	4	15,0	14,5	NW	16,3
	6	14,5	14,0	Calme	16,2
	8	16,5	16,0	Calme	16,5
	10	15,0	14,5	SW	16,4
	12	16,5	16,0	Calme	16,4
	14	17,0	16,5	NE	16,4
	16	16,0	15,5	E	16,3
	18	15,0	14,5	E	16,3
	20	14,5	14,0	NE-E	16,1
	22	14,0	13,5	E	16,1
	24	15,0	14,5	E	16,0
13.VIII	2	14,5	14,0	E	16,0
	4	14,5	14,0	NE	16,1
	6	15,0	14,5	N-EN	16,2
	8	15,0	14,5	NE	16,2
	10	14,0	13,5	NW	15,7
	12	15,0	14,5	NW	16,0
	14	15,0	14,5	NW	16,0
	16	15,0	14,5	NW	16,1
	18	15,0	14,5	NW	16,1
	20	15,5	15,0	W-NW	16,2
	22	15,0	14,5	W-NW	16,2
	24	15,0	14,5	W-NW	16,2
14.VIII	2	14,5	14,0	W-NW	15,3
	4	14,0	13,5	W	16,0
	6	14,0	13,5	W	16,0
	8	15,0	14,5	SWW	16,0
	10	15,0	14,5	S-SW	16,2
	12	15,0	14,5	SW	16,2
	14	15,5	15,0	SW	16,3
	16	15,5	15,0	SW	16,2
	18	15,0	14,5	SW-W	16,2
	20	15,5	15,0	NW	16,1
	22	15,0	14,5	W	16,1
	24	14,0	13,5	W	16,1
15.VIII	2	14,0	13,5	W-SW	15,9
	4	14,0	13,5	WS	15,9
	6	14,5	14,0	WS	15,9
	8	15,0	14,5	W	16,0
	10	16,0	15,5	W-SW	16,2
	12	16,0	15,5	SW-W	16,1

TABLEAU 111.

Bateau-feu « WEST-HINDER ».
Salinité en surface et au fond ‰.
Moyennes mensuelles et annuelles.
(Période 1902-1914.)

Années	Mois												Moyenne annuelle
	Surface												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1902	—	—	34,85	34,89	34,05	35,02	34,65	34,93	34,37	34,42	34,81	34,85	34,68
1903	34,97	35,18	35,02	34,42	34,43	32,98	33,59	35,13	35,05	34,98	34,92	34,80	34,62
1904	35,12	35,12	33,97	34,78	34,93	34,03	34,99	34,75	34,62	34,16	34,23	34,81	34,60
1905	34,61	33,84	34,80	34,79	34,47	33,94	34,34	34,83	34,75	33,39	34,74	34,77	34,43
1906	34,81	34,41	34,13	33,11	33,82	34,02	34,08	34,66	34,39	34,46	34,30	34,28	34,20
1907	33,89	33,26	33,05	34,25	34,75	34,81	34,70	34,86	34,70	34,83	34,92	35,06	34,42
1908	34,59	33,97	34,82	34,31	34,58	34,38	34,14	33,47	34,97	34,73	34,28	34,62	34,40
1909	34,58	33,91	34,42	35,03	34,38	34,24	34,61	34,75	34,14	34,71	34,46	34,63	34,48
1910	34,53	34,07	33,95	33,20	34,05	34,14	—	34,40	33,87	33,55	34,38	34,18	34,02
1911	33,91	32,24	33,34	32,88	33,38	33,65	34,14	33,94	33,49	32,88	34,48	34,61	33,57
1912	34,69	34,53	34,71	34,05	33,35	34,74	34,74	34,69	34,14	33,65	34,24	—	34,32
1913	—	—	34,60	34,25	34,38	34,54	34,08	33,19	33,34	34,59	34,74	34,56	34,22
1914	33,20	34,27	34,45	34,16	34,0	33,23	—	—	—	—	—	—	[33,88]
Moyenne	34,44	33,20	34,31	34,16	34,19	34,13	34,28	34,46	34,41	34,19	34,54	34,65	34,29

TABLEAU 111 (*suite*).

Années	Mois												Moyenne annuelle
	Fond												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1902	—	—	34,87	34,85	34,25	35,02	34,65	34,95	34,63	34,61	34,92	34,72	34,74
1903	34,92	35,19	35,06	34,65	34,68	33,58	33,59	35,15	35,07	35,00	34,89	34,85	34,71
1904	35,13	35,10	34,03	34,73	34,92	34,03	34,27	34,75	34,61	34,31	34,40	34,85	34,63
1905	34,46	34,02	34,82	34,81	34,43	33,97	34,49	34,89	34,74	33,72	34,72	34,73	34,48
1906	34,83	34,66	34,19	33,24	33,92	33,89	34,20	34,72	34,52	34,48	34,74	34,36	34,31
1907	33,91	33,35	33,33	34,24	34,77	34,77	34,71	34,89	34,71	34,86	34,89	35,04	34,45
1908	34,68	34,07	34,83	34,31	34,69	34,26	34,32	33,75	34,92	34,70	34,29	34,55	34,44
1909	34,84	33,99	34,57	35,05	34,38	34,29	34,56	34,76	34,22	34,72	33,72	34,63	34,47
1910	34,59	34,30	33,82	33,80	34,18	—	—	34,40	33,91	33,50	34,43	34,01	34,09
1911	33,93	33,34	33,43	32,88	33,35	33,22	34,10	34,23	33,55	33,21	34,46	34,60	33,69
1912	34,97	34,52	34,70	34,08	33,35	34,68	34,72	34,68	34,15	33,82	34,18	—	34,35
1913	—	—	34,45	34,25	34,33	34,79	34,61	33,15	33,32	34,60	34,63	34,37	34,25
1914	33,32	34,52	34,37	34,02	34,07	33,23	—	—	—	—	—	—	[33,92]
Moyenne	34,50	34,27	34,34	34,22	34,25	34,14	34,38	34,52	34,36	34,29	34,52	34,61	34,34

année au Sud de l'Irlande, l'une en hiver et l'autre à la fin du printemps ou au début de l'été. La poussée estivale semble être surtout marquante pour les couches plus profondes.

L'hypothèse de E. Le Danois au sujet de la transgression maximale d'eau salée en juillet-août n'est pas en accord avec les observations de D. J. Matthews, qui suggère une date plus avancée, notamment le mois de mai.

De toute façon, les conclusions auxquelles on est arrivé en 1921 et 1922 indiquent un mouvement d'eau salée avant le mois d'août.

F. Nansen (1913) a montré l'existence probable d'un courant en direction Nord, le long du bord du plateau continental depuis le détroit de Gibraltar. Ce courant atteint toute son intensité à la fin du printemps ou au début de l'été, dans le chenal Faeroe-Shetland, et il se pourrait bien qu'une culmination de son intensité soit atteinte vers le Sud, et donne lieu à des augmentations de salinité au-dessus du plateau continental, au Sud de l'Irlande.

En 1911, 1912, la salinité de cette eau était de l'ordre de 35,7 ‰, point intéressant à noter à cause des salinités similaires élevées dans la Manche au cours de la période 1920-1923.

En 1904-1905, l'eau de salinité 36 ‰ est apparue au large du Sud de l'Irlande, en Manche et dans le Sud de la mer du Nord (A. J. Robertson, 1907). L'origine de cette eau, à salinité extraordinairement élevée trouvée à cette époque, a été

Tableau 112.
Salinité moyenne annuelle ‰ à « Seven Stones » et « Varne ».
de 1904 à 1923.

Années	« Seven Stones »		« Varne »	
	Salinité ‰	Nombre d'observations	Salinité ‰	Nombre d'observations
1904	35,29	53	—	—
1905	35,29	62	—	—
1906	35,26	65	35,07	66
1907	35,17	54	35,07	64
1908	35,20	65	35,09	66
1909	35,21	59	35,15	55
1910	35,16	72	35,00	60
1911	35,23	95	34,63	162
1912	35,21	124	34,84	130
1913	35,25	124	34,88	130
1914	35,20	129	34,99	129
1915	35,25	124	34,72	124
1916	35,26	132	34,93	132
1917	35,27	131	34,93	131
1918	35,34	130	34,93	130
1919	35,15	113	34,98	113
1920	35,08	132	34,99	132
1921	35,16	131	35,11	131
1922	35,28	124	35,25	124
1923	35,25	128	35,56	128

définie par D. J. MATTHEWS (1907) comme étant atlantique et sa présence ici constitue en grande partie un phénomène de surface.

Comme les salinités élevées dans la Manche orientale, en 1921 et 1922, semblent être dues à des mouvements profonds, il est improbable qu'une répétition exacte du phénomène de 1904-1905 ait eu lieu également en 1921-1922.

Il y a toutefois plusieurs points de similitude entre les deux périodes 1904-1905 et 1921-1922. En premier lieu, la salinité de l'eau de la Manche et de la mer du Nord méridionale paraissent avoir été fortes en comparaison avec la période 1911-1913.

Depuis, des séries de mesures régulières n'ont pu être faites que rarement et nous ne possédons que quelques données pour les années 1924, 1934, 1937 et 1939. Les résultats des analyses sont simplement compilées ici sans autre commen-

TABLEAU 113.

Température et salinité ‰ moyennes mensuelles au bateau-feu « VARNE ».

1920			1921		
Mois	°C	Σ °/₀₀	Mois	°C	Σ °/₀₀
I	8,0	34,94	I	8,8	35,13
II	7,8	34,95	II	7,8	35,04
III	8,3	34,96	III	8,6	35,10
IV	9,6	34,99	IV	9,4	35,08
V	10,2	34,92	V	11,8	35,08
VI	12,3	34,93	VI	13,7	35,01
VII	15,7	35,05	VII	16,1	35,01
VIII	16,2	34,99	VIII	—	—
IX	15,6	34,98	IX	17,3	35,13
X	14,7	35,00	X	15,9	35,17
XI	12,8	35,10	XI	10,9	35,22
XII	9,6	35,09	XII	9,4	35,24
Moyenne	11,73	34,99	Moyenne	11,79	35,11

1922			1923		
Mois	°C	Σ °/₀₀	Mois	°C	Σ °/₀₀
I	7,7	35,25	I	8,1	35,19
II	8,4	35,33	II	8,3	35,22
III	8,3	35,39	III	8,7	35,29
IV	7,9	35,33	IV	9,5	35,18
V	10,0	35,53	V	10,7	35,12
VI	12,9	35,31	VI	12,0	35,12
VII	14,1	35,17	VII	14,6	35,13
VIII	15,4	35,17	VIII	16,3	35,04
IX	15,5	35,23	IX	15,9	35,09
X	13,9	35,24	X	14,7	35,16
XI	10,3	35,04	XI	12,1	35,21
XII	9,0	35,04	XII	9,0	35,23
Moyenne	11,11	35,25	Moyenne	11,65	35,16

TABLEAU 114.

Salinités ‰ au bateau-feu « WEST-HINDER » en surface et au fond.

Mois	1924			1934			1935			1937			1938		
	°C	Σ. surface	Σ. fond	°C	Σ. surface	Σ. fond	°C	Σ. surface	Σ. fond	°C	Σ. surface	Σ. fond	°C	Σ. surface	Σ. fond
I	4,0	34,14	34,07	5,2	33,60	34,87	8,7	34,69	34,69	7,8	34,33	34,27	7,4	34,65	34,56
	5,7	34,52	34,31	—	—	—	7,2	34,14	—	8,3	34,42	34,52	—	—	—
	6,7	34,49	34,51	—	—	—	4,6	34,14	33,06	7,1	34,36	34,33	—	—	—
	6,6	34,47	34,45	—	—	—	—	—	—	8,3	31,60	32,00	—	—	—
II	6,5	34,31	34,40	4,0	32,52	32,68	6,7	33,60	—	7,0	34,42	34,38	7,8	34,67	34,70
	5,6	33,96	34,14	—	—	—	—	—	—	7,9	34,33	34,42	4,6	33,08	33,22
	4,7	33,66	33,69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,5	33,03	33,42
	4,6	33,31	33,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	4,5	33,69	33,87	—	—	—	—	—	34,69	6,8	34,29	34,34	5,5	33,69	33,77
	4,3	33,30	33,24	—	—	—	7,3	34,69	34,69	6,7	34,37	34,47	5,4	33,35	33,51
	4,3	33,24	33,49	—	—	—	8,5	34,14	34,69	6,3	33,82	33,82	8,0	33,26	33,24
	4,5	33,10	33,10	—	—	—	—	—	—	7,5	34,13	34,18	7,4	33,69	33,78
	4,5	32,21	32,41	—	—	—	—	—	—	6,3	33,64	33,64	7,7	33,82	33,82
IV	5,0	32,41	32,43	5,8	32,68	32,63	9,2	34,69	34,69	6,8	33,42	33,42	7,2	31,89	32,63
	5,2	32,57	32,90	6,1	—	32,63	11,4	34,69	34,69	9,5	34,11	34,13	7,9	32,52	32,54
	5,6	33,08	33,15	8,0	32,68	—	8,6	34,69	34,69	9,1	34,42	34,43	8,0	32,20	32,90
	8,6	34,56	34,56	9,4	32,68	34,34	—	—	—	9,1	34,36	34,78	8,5	32,45	32,56
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,2	33,87	33,78	—	—	—
V	8,9	34,69	34,59	9,5	34,34	34,34	10,0	34,69	34,69	10,3	32,68	33,22	8,7	31,96	32,38
	9,5	34,56	34,70	10,1	34,34	34,14	10,2	32,52	32,52	12,3	33,43	33,82	9,6	32,10	32,01
	10,4	34,56	34,54	10,8	32,31	34,14	9,9	33,06	33,06	—	—	—	9,7	33,08	33,26
	11,9	34,42	34,42	11,1	34,36	32,65	10,5	32,52	33,06	—	—	—	11,7	31,85	34,54
	—	—	—	—	—	—	10,8	32,52	32,52	—	—	—	—	—	—
VI	12,2	34,38	34,16	12,0	34,14	34,14	12,2	33,06	33,60	13,9	33,24	33,30	12,5	34,22	34,18
	12,9	34,29	34,29	14,2	34,14	34,14	12,5	34,14	34,14	14,1	33,55	33,64	12,7	34,04	34,45

	—	—	—	15,2	34,14	34,14	13,2	34,14	34,14	14,2	33,39	33,39	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	14,7	34,14	34,14	15,2	33,16	33,21	—	—	—
VII	14,8	34,51	34,51	16,5	34,14	34,14	—	—	—	15,2	36,86	34,00	14,2	34,45	34,79
	15,6	34,51	34,47	17,6	34,14	34,14	—	—	—	14,5	33,82	34,27	13,8	34,83	34,85
	—	—	—	17,3	34,14	34,14	—	—	—	16,5	34,27	34,28	13,2	34,67	34,76
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,9	34,72	34,54
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,9	34,49	34,55
VIII	—	—	—	17,8	34,69	34,69	19,0	33,60	33,60	16,5	34,05	34,11	16,6	34,38	34,38
	—	—	—	17,8	34,69	34,69	19,0	33,60	33,60	17,0	33,97	33,91	18,6	34,29	34,31
	—	—	—	18,5	34,69	34,69	—	—	—	17,6	33,84	33,87	17,1	34,56	34,45
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,7	33,95	33,93	17,5	34,51	34,42
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18,0	33,49	33,45	—	—	—
IX	16,1	34,47	34,52	16,2	34,69	34,69	17,0	34,69	34,69	18,2	33,57	33,57	—	—	—
	16,3	33,06	34,52	18,9	34,69	34,69	17,0	34,69	34,69	17,0	32,36	33,11	—	—	—
	15,3	34,54	34,56	17,5	34,69	34,69	16,5	34,69	34,69	16,8	34,02	33,93	—	—	—
	—	—	—	17,1	34,69	34,69	16,9	34,69	34,69	16,0	33,87	33,80	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	16,3	34,69	34,69	—	—	—	—	—	—
X	15,5	34,52	34,52	14,2	34,69	34,69	15,0	34,69	34,69	16,2	33,57	33,53	—	—	—
	15,1	34,58	34,61	15,7	34,69	34,69	—	—	—	15,3	32,99	33,46	—	—	—
	14,0	34,45	34,45	14,8	34,51	—	—	—	—	14,0	33,04	33,13	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,4	34,22	34,35	—	—	—
XI	13,8	34,52	34,58	12,6	35,23	35,23	—	—	—	13,2	34,34	34,34	—	—	—
	10,3	34,18	34,16	11,5	34,14	34,69	—	—	—	10,3	32,88	33,80	—	—	—
	—	—	—	11,0	34,33	34,69	—	—	—	9,5	33,64	33,60	—	—	—
	—	—	—	10,6	34,33	34,69	—	—	—	9,8	33,46	33,30	—	—	—
	—	—	—	10,3	34,69	34,69	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XII	10,7	34,63	34,58	10,4	34,69	34,69	—	—	—	9,3	33,33	33,39	—	—	—
	8,6	34,56	34,60	10,3	34,69	34,69	—	—	—	9,2	33,60	33,69	—	—	—
	8,9	34,70	34,72	8,2	35,23	34,69	—	—	—	8,5	34,91	34,60	—	—	—
	8,8	34,78	34,74	10,4	34,69	35,23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,7	34,72	34,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

taire que l'indication des maxima et minima absolus pour l'eau de surface et l'eau du fond (tabl. 114, 115).

Après la fin des hostilités, on a pu songer à reprendre définitivement l'échantillonnage et les mesures. Pratiquement les travaux ont recommencé en septembre 1950. Les résultats de près de seize années de mesures régulières sont indiqués dans le tableau 116 (fig. 78).

TABLEAU 115.
Bateau-feu « WEST-HINDER ».
Maxima et minima des salinités en surface et au fond.

Année	Surface		Fond	
	Max.	Min.	Max.	Min.
1924	34,78	32,21	34,74	32,41
1934	35,23	32,52	35,23	32,63
1935	34,69	32,52	34,69	32,52
1937	34,42	31,60	34,78	32,00
1938	34,83	31,85	34,85	32,01

Nous avons tenu à séparer les résultats pour le jusant et le flot afin de rechercher si une différence essentielle pouvait être observée entre ces deux états de la mer.

Les différences sont généralement minimes et, une fois, en faveur de l'eau au jusant, une fois, en faveur de l'eau au flot, sans qu'on puisse établir à priori à quoi il faudrait imputer cette différence.

Comme pour la température, nous avons également construit un graphique des moyennes de la salinité, respectivement pour les périodes 1902-1913 et 1951-1966 (fig. 79).

Ce graphique donne lieu aux observations suivantes :

1° en 1902-1913, la salinité moyenne de 1911 se trouvait très en dessous de la moyenne générale;

2° durant la période 1951-1966, une pointe analogue s'est produite en 1959, mais en sens contraire, au-dessus de la moyenne annuelle générale. Elle tend vers 35 ‰;

3° La moyenne annuelle générale est, pour les deux périodes, respectivement 34,29 et 34,30 ‰.

Nous avons fait les mêmes comparaisons pour la salinité entre les deux périodes comme pour la température.

Les résultats donnent une moyenne respective de $S = 34{,}29$ et $S = 34{,}30$. Le gradient (en se basant sur les moyennes mensuelles) est de 2,94 pour la première, et 2,56 pour la seconde période.

TABLEAU 116.

Moyennes mensuelles de la salinité ‰ et de l'alcalinité
au bateau-feu « WEST-HINDER ».
(Période 1950-1955.)

Mois	Jusant						Nombre d'observations	Flot						Nombre d'observations
	Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀				Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀			
	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.		moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	
						1950								
IX	34,96	35,14	34,87	2,393	2,912	2,240	18	34,98	35,07	34,94	2,370	2,464	2,242	12
X	34,85	34,96	34,69	2,216	2,312	2,186	14	34,81	34,96	34,69	2,254	2,312	2,186	16
XI	34,87	35,05	34,69	2,276	2,329	2,186	23	34,73	34,81	34,70	2,217	2,245	2,186	7
XII	34,96	35,10	34,60	2,318	2,329	2,287	21	35,06	35,10	35,01	2,325	2,329	2,287	10
						1951								
I	34,96	35,10	34,72	2,343	2,363	2,312	22	34,94	35,10	34,83	2,312	2,346	2,287	9
II	34,79	34,90	34,56	2,277	2,329	2,253	11	34,78	34,97	34,54	2,234	2,371	2,253	17
III	34,68	34,97	34,27	2,120	2,287	2,102	15	34,58	34,97	33,96	2,148	2,287	2,060	16
IV	34,78	34,90	34,42	2,210	2,257	2,152	13	34,76	34,99	34,38	2,167	2,236	2,102	17
V	33,48	34,42	33,68	2,258	2,277	2,216	21	33,91	34,31	33,42	2,235	2,240	2,226	9
VI	33,35	33,64	32,77	2,269	2,284	2,242	14	33,46	34,43	32,43	2,266	2,304	2,222	16
VII	34,04	34,70	33,55	2,253	2,284	2,198	16	34,69	34,92	34,45	2,278	2,325	2,202	15
VIII	34,55	34,74	34,25	2,222	2,307	2,168	10	34,74	34,83	34,60	2,180	2,233	2,136	12
IX	34,39	34,60	34,25	2,216	2,242	2,209	5	34,41	34,65	34,31	2,214	2,253	2,185	9
X	34,34	34,51	34,11	2,240	2,298	2,195	9	34,53	34,78	34,36	2,265	2,298	2,206	4
XI	34,55	34,90	34,20	2,322	2,384	2,254	8	34,75	34,99	34,56	2,331	2,357	2,303	5
XII	34,87	34,96	34,78	2,397	2,427	2,384	4	34,76	34,90	34,65	2,348	2,433	2,248	9
Valeurs absolues		35,10	32,77		2,427	2,102	148		35,10	32,43		2,433	2,060	138

TABLEAU 116 (*suite*).

Mois	Jusant							Flot						
	Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀			Nombre d'observations	Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀			Nombre d'observations
	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.		moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	
							1952							
I	34,29	34,78	33,86	2,416	2,427	2,406	6	34,63	34,81	34,07	2,397	2,422	2,379	9
II	33,65	34,18	33,12	2,361	2,384	2,335	5	33,89	34,65	33,42	2,367	2,417	2,335	8
III	34,01	34,33	33,15	2,323	2,330	2,297	7	34,09	34,47	33,60	2,320	2,341	2,265	7
IV	33,64	33,98	33,10	2,359	2,378	2,342	5	33,65	33,98	33,46	2,347	2,357	2,332	7
V	34,32	34,52	34,05	2,334	2,348	2,316	5	34,35	34,67	34,05	2,338	2,353	2,332	9
VI	34,47	34,67	34,38	2,324	2,337	2,311	6	34,44	34,56	34,33	2,308	2,327	2,296	6
VII	34,43	34,51	34,33	2,313	2,327	2,295	4	34,45	34,60	34,29	2,318	2,332	2,300	8
VIII	34,72	34,83	34,61	2,309	2,311	2,306	3	34,67	34,83	34,52	2,303	2,333	2,295	8
IX	34,13	34,81	33,80	2,334	2,339	2,322	6	34,37	34,72	33,89	2,330	2,337	2,295	7
X	34,46	34,74	34,02	2,344	2,358	2,332	8	34,61	34,87	34,38	2,340	2,358	2,316	5
XI	34,17	34,69	33,87	2,409	2,420	2,372	7	34,48	34,87	33,87	2,385	2,420	2,353	5
XII	34,25	34,58	32,95	2,409	2,431	2,390	7	33,26	33,91	32,59	2,418	2,430	2,406	5
Valeurs absolues		34,83	32,95		2,431	2,295	69		34,87	32,59		2,430	2,265	84
							1953							
I	34,06	34,25	33,64	2,616	2,656	2,595	4	34,10	34,40	33,68	2,557	2,676	2,432	10
II	33,70	34,09	32,97	2,633	2,656	2,615	6	33,69	34,09	33,24	2,639	2,656	2,615	5
III	32,64	32,83	32,29	2,488	2,589	2,384	5	33,17	33,73	32,77	2,515	2,656	2,445	7
IV	32,60	33,69	32,07	2,683	2,696	2,647	4	33,95	34,23	33,57	2,655	2,696	2,597	8
V	32,66	32,94	31,98	2,633	2,691	2,590	5	33,61	34,23	32,79	2,600	2,623	2,573	7
VI	33,72	34,20	32,68	2,664	2,674	2,657	5	33,71	34,29	32,95	2,649	2,674	2,607	7
VII	34,39	34,67	33,75	2,636	2,657	2,623	4	34,48	34,61	34,29	2,622	2,640	2,607	10
VIII	34,32	34,38	34,14	2,489	2,523	2,472	6	34,43	34,54	34,33	2,528	2,607	2,489	6
IX	34,34	34,49	34,14	2,477	2,497	2,468	6	34,38	34,54	34,27	2,478	2,506	2,455	6
X	34,29	34,58	33,93	2,507	2,523	2,472	8	34,22	34,54	34,02	2,488	2,523	2,422	6
XI	34,59	34,72	34,38	2,428	2,489	2,388	5	34,67	34,90	34,43	2,398	2,455	2,371	7
XII	34,58	34,72	34,07	2,443	2,523	2,396	6	34,86	35,23	34,69	2,443	2,493	2,388	6
Valeurs absolues		34,72	31,98		2,696	2,384	64		34,90	32,77		2,696	2,371	85

1954

I	34,28	34,42	34,16	2,490	2,539	2,455	4	34,34	34,63	34,07	2,530	2,556	2,506	9
II	34,06	34,29	33,89	2,519	2,573	2,451	3	34,23	34,63	33,66	2,510	2,623	2,430	7
III	34,74	35,21	34,45	2,455	2,489	2,430	5	34,86	35,21	34,63	2,460	2,523	2,405	7
IV	34,27	35,28	32,90	2,489	2,539	2,455	6	34,25	34,78	33,26	2,507	2,590	2,455	7
V	33,91	34,22	33,57	2,546	2,590	2,523	4	33,71	34,49	33,30	2,513	2,581	2,459	8
VI	34,79	34,88	34,67	2,500	2,590	2,455	3	34,60	34,97	33,82	2,485	2,623	2,447	8
VII	34,80	35,05	34,52	2,544	2,640	2,388	6	34,82	34,97	34,61	2,480	2,590	2,354	8
VIII	34,68	34,74	34,61	2,524	2,607	2,472	4	34,76	34,92	34,61	2,525	2,623	2,489	8
IX	34,77	34,92	34,67	2,607	2,623	2,598	3	34,81	34,92	34,70	2,584	2,640	2,506	8
X	34,88	35,01	34,78	2,384	2,388	2,371	4	34,90	34,97	34,79	2,376	2,413	2,354	9
XI	35,01	35,10	34,92	2,438	2,489	2,396	7	34,94	35,05	34,83	2,421	2,480	2,388	6
XII	35,10	35,35	34,99	2,460	2,472	2,447	5	35,06	35,25	34,72	2,454	2,472	2,438	7
Valeurs absolues		35,35	32,90		2,640	2,371	54		35,25	33,26		2,640	2,354	92

1955

I	34,27	34,74	33,75	2,455	2,472	2,443	6	34,54	34,83	34,18	2,436	2,459	2,426	7
II	34,61	34,67	34,56	2,464	2,472	2,455	2	34,77	34,94	34,56	2,453	2,472	2,426	9
III	33,16	33,60	32,54	2,506	2,531	2,472	6	33,61	34,31	32,59	2,493	2,556	2,422	7
IV	32,90	33,64	32,38	2,406	2,455	2,304	6	32,85	33,64	32,03	2,448	2,523	2,354	7
V	34,58	34,92	34,23	2,538	2,590	2,485	6	34,59	35,07	33,60	2,565	2,640	2,489	7
VI	34,45	34,58	34,31	2,630	2,640	2,611	6	34,60	34,74	34,40	2,616	2,640	2,598	6
VII	33,53	34,49	31,82	2,586	2,623	2,531	6	34,00	34,56	33,31	2,586	2,623	2,548	7
VIII	32,85	32,92	32,80	2,578	2,628	2,548	4	32,96	33,55	32,46	2,630	2,766	2,539	8
IX	33,61	33,82	33,37	2,660	2,741	2,598	6	33,97	34,52	33,64	2,639	2,682	2,590	6
X	33,92	34,43	33,48	2,633	2,708	2,523	7	34,20	34,49	34,00	2,620	2,708	2,523	6
XI	33,82	34,43	32,52	2,682	2,724	2,649	6	33,94	34,48	33,30	2,710	2,758	2,649	5
XII	34,06	34,85	33,21	2,766	2,825	2,708	4	34,08	34,97	33,39	2,806	2,893	2,699	9
Valeurs alsolues		34,92	31,82		2,825	2,304	65		35,07	32,03		2,893	2,354	84

TABLEAU 116 (*suite*).

Mois	Jusant							Flot						
	Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀			Nombre d'observations	Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀			Nombre d'observations
	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.		moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	
							1956							
I	34,37	34,92	32,34	2,557	2,674	2,455	17	34,42	34,76	33,91	2,571	2,666	2,514	11
II	34,07	34,67	32,88	2,496	2,590	2,481	17	33,97	34,61	33,44	2,542	2,607	2,489	12
III	34,05	34,52	33,17	2,499	2,523	2,481	5	34,14	34,70	33,39	2,518	2,573	2,481	7
IV	33,07	33,42	32,36	2,590	2,607	2,573	4	33,92	34,70	33,15	2,538	2,573	2,514	9
V	33,52	33,78	33,35	2,542	2,598	2,523	4	33,01	33,68	32,47	2,537	2,565	2,514	7
VI	34,08	34,49	33,37	2,521	2,556	2,497	4	34,21	34,74	33,44	2,515	2,582	2,472	8
VII	34,40	34,56	33,96	2,512	2,556	2,439	7	34,45	34,61	34,09	2,497	2,531	2,472	5
VIII	34,49	34,58	34,42	2,445	2,455	2,439	4	34,48	34,70	34,36	2,441	2,506	2,405	7
IX	34,47	34,54	34,36	2,391	2,422	2,355	4	34,43	34,54	34,31	2,404	2,422	2,388	7
X	34,27	34,40	33,96	2,424	2,439	2,405	4	34,52	34,83	34,14	2,421	2,439	2,405	7
XI	33,44	33,96	33,22	2,386	2,489	2,329	7	33,64	33,87	33,31	2,365	2,388	2,355	6
XII	33,91	34,51	32,10	2,389	2,464	2,363	5	34,01	34,67	33,13	2,387	2,422	2,371	7
Valeurs absolues		34,92	32,10		2,674	2,329	82		34,83	32,47		2,666	2,355	93
							1957							
I	34,75	35,17	34,22	2,446(1)	—	—	6	34,51	35,01	34,09	—	—	—	3
II	34,97	35,03	34,87	2,388(2)	2,412	2,364	3	34,87	35,03	34,70	2,364(3)	2,372	2,360	5
III	34,65	34,69	34,60	—	—	—	2	34,63	34,83	34,51	—	—	—	5
IV	33,40	34,02	32,95	—	—	—	3	34,21	34,60	33,86	—	—	—	6
V	33,29	33,71	32,95	—	—	—	4	33,33	33,80	32,86	—	—	—	5
VI	32,35	32,54	32,20	—	—	—	5	32,80	32,95	32,59	—	—	—	3
VII	34,01	34,81	32,79	2,445	2,464	2,420	3	34,03	34,92	32,88	2,425	2,434	2,440	5
VIII	34,34	34,99	33,69	2,383	2,416	2,350	2	34,83	34,97	34,54	2,392	2,422	2,352	6
IX	34,67	34,87	34,58	2,427	2,496	2,384	4	34,72	34,87	34,45	2,384	2,414	2,360	5
X	34,27	34,42	34,05	2,363	2,416	2,312	3	34,20	34,69	33,77	2,426	2,532	2,360	6
XI	34,54	34,92	34,22	2,381	2,432	2,342	4	34,51	34,87	34,11	2,351	2,388	2,336	4
XII	34,34	34,58	34,05	2,366	2,416	2,338	5	34,11	34,38	33,95	2,352	2,414	2,322	4
Valeurs absolues		35,17	32,20		2,496	2,312	44		35,03	32,59		2,532	2,322	57

1958

I	34,44	34,97	33,64	2,439	2,450	2,414	4	34,71	34,97	34,60	2,405	2,452	2,362	5
II	34,62	34,92	34,23	2,429	2,444	2,416	5	34,91	35,01	34,74	2,401	2,410	2,390	3
III	34,03	34,49	33,24	2,437	2,486	2,420	4	34,41	34,83	33,86	2,389	2,428	2,360	5
IV	33,59	34,36	32,81	2,366	2,418	2,314	2	33,44	34,36	32,81	2,367	2,466	2,304	6
V	33,15	33,22	33,08	2,373	2,382	2,364	2	34,16	34,58	33,08	2,350	2,382	2,250	7
VI	34,46	34,52	34,36	2,340	2,342	2,336	3	34,45	34,51	34,31	2,332	2,362	2,288	6
VII	34,34	34,49	34,23	2,387	2,406	2,370	7	34,30	34,31	34,29	2,393	2,394	2,392	2
VIII	34,44	34,54	34,33	2,388	2,400	2,368	4	34,39	34,49	34,31	2,376	2,384	2,370	4
IX	34,30	34,52	34,04	2,366	2,384	2,356	5	34,29	34,40	34,18	2,350	2,376	2,312	4
X	34,35	34,67	33,98	2,357	2,378	2,328	6	34,51	34,69	34,33	2,357	2,364	2,350	3
XI	33,66	33,91	33,28	2,367	2,410	2,330	6	33,87	34,05	33,69	2,355	2,356	2,354	2
XII	33,64	34,14	33,37	2,369	2,378	2,356	3	34,03	34,52	33,15	2,381	2,424	2,362	6
Valeurs absolues		34,97	32,81		2,486	2,314	51		35,01	32,81		2,466	2,250	53

1959

I	34,36	34,79	33,24	2,386	2,398	2,378	6	34,38	34,63	34,13	2,415	2,460	2,370	2
II	33,34	33,69	32,99	2,403	2,404	2,402	2	33,67	33,95	33,51	2,411	2,432	2,392	6
III	33,85	33,86	33,84	2,389	2,390	2,388	2	33,48	34,00	32,59	2,407	2,456	2,378	7
IV	34,37	34,67	33,69	2,425	2,550	2,292	4	34,33	34,49	34,22	2,429	2,446	2,416	3
V	33,65	34,27	32,92	2,438	2,552	2,324	5	33,32	33,42	33,22	2,463	2,466	2,460	2
VI	33,44	34,00	32,45	2,416	2,492	2,364	5	32,87	33,21	32,54	2,408	2,424	2,392	2
VII	34,32	34,45	34,07	2,389	2,412	2,368	4	34,38	34,42	34,33	2,405	2,416	2,380	4
VIII	34,18	34,45	33,86	2,407	2,454	2,386	4	34,46	34,70	34,02	2,366	2,420	2,308	5
IX	33,01	33,48	32,41	2,403	2,426	2,374	3	33,29	33,84	32,99	2,422	2,464	2,390	5
X	34,15	34,76	33,03	2,390	2,416	2,376	3	33,94	34,81	33,10	2,387	2,410	2,368	4
XI	34,46	34,65	34,14	2,371	2,392	2,334	3	34,82	34,94	34,69	2,356	2,370	2,342	2
XII	34,74	34,81	34,67	2,392	2,414	2,370	2	34,91	35,03	34,79	2,364	2,408	2,336	3
Valeurs absolues		34,81	32,41		2,552	2,292	43		35,03	32,54		2,466	2,308	45

TABLEAU 116 (*suite*).

Mois	Jusant						Nombre d'observations	Flot						Nombre d'observations
	Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀				Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀			
	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.		moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	
						1960								
I	34,74	34,94	34,61	2,409	2,416	2,404	3	—	—	—	—	—	—	0
II	34,69	34,85	34,42	2,402	2,412	2,390	3	34,42	34,42	34,42	2,404	2,404	2,404	1
III	35,10	35,10	35,10	2,326	2,326	2,326	1	34,85	35,17	34,40	2,357	2,402	2,330	4
IV	34,89	34,90	34,88	2,443	2,460	2,426	2	34,47	34,65	34,29	2,472	2,476	2,468	2
V	—	—	—	—	—	—	0	34,23	34,45	33,89	2,437	2,474	2,410	3
VI	33,78	33,78	33,78	2,404	2,404	2,404	1	33,68	33,68	33,68	2,418	2,418	2,418	1
VII	—	—	—	—	—	—	0	35,01	35,05	34,96	2,262	2,274	2,250	2
VIII	—	—	—	—	—	—	0	34,83	34,83	34,83	2,230	2,244	2,216	2
IX	34,81	34,81	34,81	2,270	2,270	2,270	1	34,69	34,72	34,65	2,281	2,306	2,256	2
X	34,78	34,78	34,78	2,336	2,336	2,336	1	—	—	—	—	—	—	0
XI	34,44	34,67	34,29	2,315	2,352	2,294	3	34,49	34,65	34,33	2,345	2,346	2,344	2
XII	34,21	34,47	33,95	2,333	2,340	2,324	3	34,04	34,04	34,04	2,342	2,342	2,342	1
Valeurs absolues		35,10	33,78		2,460	2,270	18		35,17	33,68		2,476	2,216	20
						1961								
I	34,12	34,20	34,04	2,365	2,374	2,356	2	34,40	34,40	34,40	2,340	2,340	2,340	1
II	34,67	34,67	34,67	2,360	2,360	2,360	1	34,55	34,92	34,33	2,342	2,360	2,328	3
III	33,98	34,49	33,69	2,367	2,396	2,336	3	33,95	33,95	33,95	2,378	2,378	2,378	1
IV	34,00	34,31	33,69	2,388	2,400	2,376	2	34,20	34,20	34,20	2,370	2,370	2,370	1
V	34,19	34,56	33,68	2,358	2,396	2,326	3	33,95	33,95	33,95	2,324	2,324	2,324	1
VI	33,44	33,66	33,22	2,377	2,382	2,372	2	33,96	34,07	33,84	2,380	2,382	2,378	2
VII	34,21	34,42	34,42	2,397	2,404	2,390	2	34,07	34,65	33,49	2,444	2,444	2,396	2
VIII	—	—	—	—	—	—	0	34,81	34,97	34,49	2,340	2,382	2,284	5
IX	34,65	34,76	34,51	2,351	2,384	2,314	3	34,83	34,83	34,83	2,336	2,336	2,336	1
X	34,75	34,81	34,67	2,338	2,342	2,336	3	—	—	—	—	—	—	0
XI	34,42	34,72	34,22	2,349	2,386	2,312	3	34,32	34,81	33,84	2,366	2,400	2,332	2
XII	34,59	34,63	34,54	2,343	2,372	2,320	3	34,07	34,07	34,07	2,364	2,364	2,364	1
Valeurs absolues		34,81	33,22		2,404	2,312	27		34,97	33,49		2,444	2,284	20

1962

I	34,57	35,08	34,05	2,359	2,362	2,356	2	35,18	35,23	35,12	2,353	2,360	2,346	2
II	34,94	34,94	34,94	2,354	2,354	2,354	1	33,87	34,81	33,37	2,401	2,420	2,372	3
III	33,20	33,21	33,19	2,233	2,282	2,184	2	32,99	33,12	32,86	2,266	2,284	2,248	2
IV	33,97	34,70	33,53	2,329	2,348	2,296	3	34,97	34,97	34,97	2,310	2,310	2,310	1
V	33,01	34,09	32,43	2,328	2,378	2,300	3	32,39	32,39	32,39	2,352	2,352	2,352	1
VI	34,00	34,54	33,46	2,360	2,384	2,336	2	34,19	34,54	33,84	2,399	2,414	2,384	2
VII	33,53	33,84	33,22	2,413	2,424	2,402	2	35,08	35,77	34,38	2,360	2,400	2,320	2
VIII	34,69	34,69	34,69	2,376	2,376	2,376	1	34,98	35,35	34,60	2,401	2,444	2,370	3
IX	34,64	34,92	34,36	2,392	2,420	2,364	2	34,48	34,60	34,36	2,378	2,386	2,370	2
X	34,25	34,29	34,20	2,388	2,392	2,384	2	34,38	34,45	34,34	2,391	2,394	2,388	3
XI	34,28	34,47	34,09	2,354	2,410	2,298	2	34,49	34,85	34,13	2,301	2,302	2,300	2
XII	—	—	—	—	—	—	0	33,76	34,22	33,28	2,379	2,496	2,312	4
Valeurs absolues		35,08	32,43		2,424	2,184	22		35,77	32,39		2,496	2,248	27

1963

I	33,82	33,82	33,82	2,332	2,332	2,332	1	33,32	33,57	33,08	2,353	2,410	2,320	3
II	33,28	33,28	33,28	2,374	2,374	2,374	1	33,14	33,15	33,12	2,411	2,412	2,410	2
III	33,08	33,08	33,08	2,412	2,412	2,412	1	34,85	35,05	34,63	2,270	2,390	2,200	3
IV	34,37	34,58	34,16	2,400	2,416	2,384	2	34,81	34,83	34,78	2,389	2,390	2,388	2
V	34,69	34,70	34,67	2,403	2,414	2,392	2	34,81	35,14	34,58	2,369	2,402	2,324	3
VI	34,48	34,83	34,13	2,401	2,424	2,378	2	34,62	35,08	34,16	2,385	2,396	2,374	2
VII	34,86	34,88	34,83	2,659	2,932	2,386	2	34,66	34,96	34,34	2,370	2,382	2,364	3
VIII	34,54	34,54	34,54	2,412	2,412	2,412	1	34,79	34,90	34,63	2,372	2,426	2,340	3
IX	34,60	34,78	34,42	2,325	2,360	2,290	2	34,47	34,51	34,42	2,333	2,340	2,326	2
X	34,50	34,61	34,38	2,311	2,342	2,280	2	34,62	34,69	34,54	2,313	2,393	2,262	3
XI	34,78	34,78	34,78	2,264	2,264	2,264	1	34,63	34,78	34,43	2,275	2,292	2,248	3
XII	34,56	34,56	34,56	2,372	2,372	2,372	1	34,34	34,72	34,11	2,366	2,374	2,358	3
Valeurs absolues		34,88	33,08		2,932	2,264	18		35,14	33,08		2,426	2,200	32

TABLEAU 116 (*suite*).

Mois	Jusant						Nombre d'observations	Flot						Nombre d'observations
	Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀				Salinité °/₀₀			Alcalinité °/₀₀			
	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.		moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	
							1964							
I	33,89	34,47	33,06	2,283	2,392	2,120	3	33,51	33,89	33,12	2,204	2,346	2,062	2
II	33,71	34,04	33,37	2,362	2,364	2,360	2	33,68	33,68	33,68	2,403	2,414	2,392	2
III	34,27	35,08	33,46	2,455	2,644	2,266	2	33,94	34,22	33,66	2,344	2,356	2,332	2
IV	33,65	34,18	33,12	2,391	2,406	2,376	2	34,68	34,94	34,36	2,461	2,580	2,398	3
V	34,42	34,94	33,89	2,364	2,400	2,328	2	34,82	34,94	34,69	2,357	2,358	2,356	2
VI	34,27	34,47	34,07	2,346	2,402	2,290	2	34,37	34,40	34,34	2,392	2,414	2,370	2
VII	34,29	34,29	34,29	2,484	2,484	2,484	1	34,41	34,56	34,22	2,386	2,562	2,286	4
VIII	—	—	—	—	—	—	0	34,73	35,70	34,25	2,422	2,514	2,358	4
IX	—	—	—	—	—	—	0	34,69	35,53	34,13	2,387	2,542	2,330	5
X	—	—	—	—	—	—	0	34,47	34,70	34,13	2,279	2,354	2,234	4
XI	34,15	34,49	33,80	2,307	2,320	2,294	2	34,26	34,47	34,04	2,487	2,628	2,346	2
XII	34,37	34,58	34,16	2,220	2,308	2,132	2	34,57	34,78	34,16	2,280	2,316	2,244	3
Valeurs absolues		35,08	33,06		2,644	2,120	18		35,70	33,12		2,628	2,062	35
							1965							
I	34,73	34,76	34,69	2,357	2,368	2,346	2	34,61	34,70	34,51	2,388	2,400	2,376	2
II	32,66	32,66	32,66	2,324	2,324	2,324	1	32,90	33,75	32,01	2,416	2,442	2,370	3
III	—	—	—	—	—	—	0	33,52	34,29	32,54	2,378	2,408	2,358	5
IV	—	—	—	—	—	—	0	34,54	34,65	34,29	2,390	2,422	2,358	4
V	—	—	—	—	—	—	0	34,75	35,12	34,52	2,405	2,438	2,362	4
VI	34,60	34,60	34,60	2,362	2,362	2,362	1	34,86	35,03	34,78	2,379	2,414	2,352	4
VII	34,70	34,70	34,70	2,328	2,328	2,328	1	34,53	34,63	34,43	2,377	2,388	2,362	3
VIII	34,88	34,88	34,88	2,346	2,346	2,346	1	34,76	35,05	35,54	2,349	2,384	2,330	3
IX	—	—	—	—	—	—	0	34,80	35,08	34,60	2,365	2,426	2,332	5
X	34,78	34,78	34,78	2,360	2,360	2,360	1	34,52	34,81	34,11	2,377	2,393	2,354	3
XI	33,75	33,75	33,75	2,316	2,316	2,316	1	33,73	34,14	33,48	2,420	2,432	2,400	3
XII	—	—	—	—	—	—	0	34,92	35,25	34,69	2,374	2,418	2,326	5
Valeurs absolues		34,88	32,66		2,368	2,316	8		35,25	32,01		2,442	2,326	44

1966

I	34,50	34,97	34,02	2,432	2,484	2,380	2	34,34	34,34	34,33	2,413	2,432	2,394	2
II	34,16	34,16	34,16	2,370	2,370	2,370	1	34,77	34,83	34,65	2,349	2,442	2,250	3
III	34,52	34,96	34,09	2,462	2,514	2,418	4	34,59	34,83	34,25	2,416	2,430	2,404	5
IV	33,95	34,38	33,60	2,422	2,454	2,386	3	34,33	34,47	34,16	3,393	2,418	2,362	7
V	34,44	35,17	34,02	2,420	2,446	2,366	6	34,71	35,14	34,43	2,388	2,415	2,368	4
VI	34,26	34,56	33,96	2,404	2,438	2,368	5	34,46	34,65	34,29	2,371	2,408	2,354	5
VII	34,46	34,83	34,09	2,369	2,388	2,350	5	34,53	34,78	34,38	2,340	2,368	2,264	5
VIII	34,04	34,52	33,73	2,339	2,360	2,326	3	34,52	34,67	34,22	2,329	2,380	2,244	6
IX	34,23	34,29	34,20	2,295	2,342	2,256	3	34,27	34,63	33,93	2,295	2,360	2,256	6
X	34,41	34,60	34,20	2,315	2,360	2,234	3	34,18	34,23	34,11	2,293	2,326	2,272	3
XI	34,11	34,87	33,40	2,246	2,292	2,166	6	34,05	34,42	33,24	2,229	2,252	2,172	4
XII	34,23	34,38	34,11	2,258	2,304	2,192	6	34,35	34,47	34,04	2,226	2,268	2,170	5
Valeurs absolues		35,17	33,40		2,514	2,166	47		35,14	33,24		2,442	2,170	55

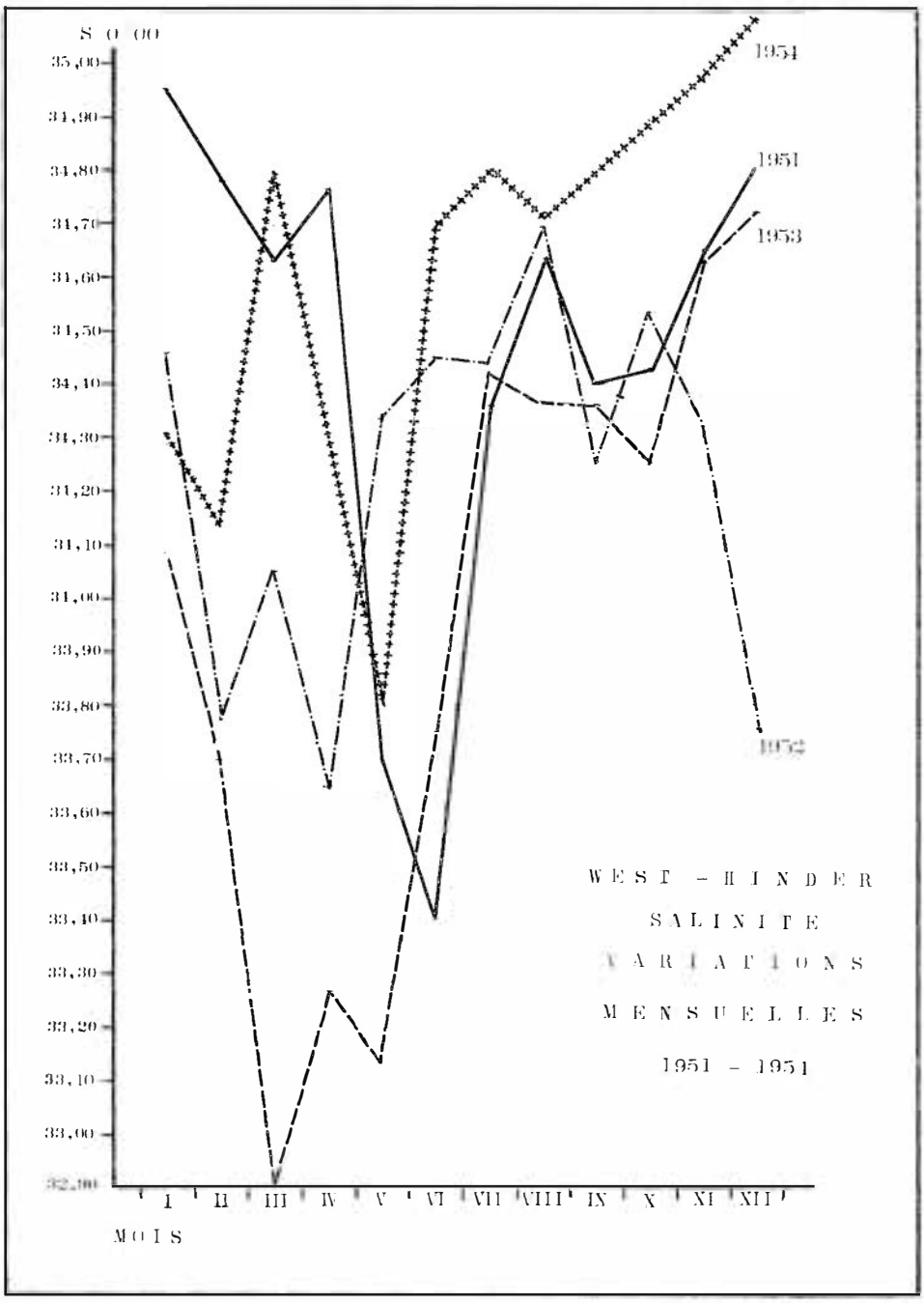


FIG. 78. — Salinité au bateau-feu « WEST-HINDER ».

La salinité la plus basse a eu lieu en 1911 : 33,57 ‰, et la plus élevée en 1959 : 34,96 ‰.

Nous avons en même temps dressé la liste de toutes les salinités dépassant 35 ‰ (tabl. 119) pour le jusant et le flot, depuis 1951 jusque 1966.

Les résultats ont été portés sur le graphique figure 80.

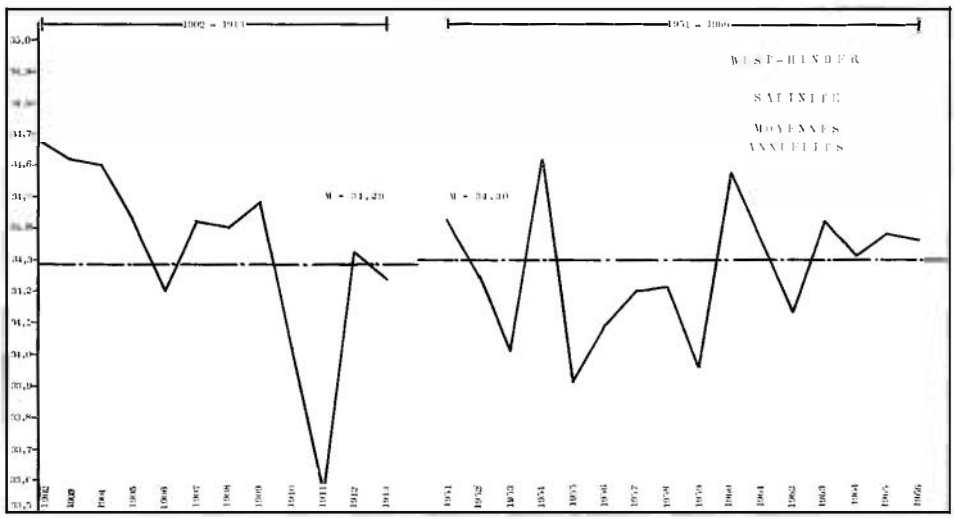


FIG. 79. — Salinités moyennes en surface 1902-1913/1951-1966.

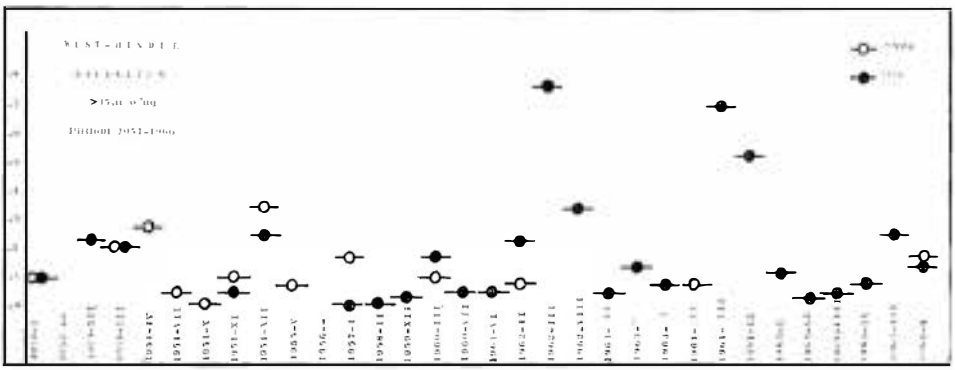


FIG. 80. — Salinités supérieures à 35 ‰ au « WEST-HINDER ».

La salinité annuelle moyenne au bateau-feu « VARNE » peut être considérée comme représentant les variations de la salinité de la plus grande partie de la Manche et de la Mer Flamande; elle est généralement en accord avec des valeurs similaires publiées par E. C. JEE (1919-1921).

TABLEAU

Salinité de l'eau de la mer
Moyennes mensuelles
(Période

Mois :	I	II	III	IV	V	VI
1951	34,95 (31)	34,78 (28)	34,63 (31)	34,77 (30)	33,61 (30)	33,41 (30)
1952	34,49 (15)	33,80 (13)	34,05 (14)	33,64 (12)	34,34 (14)	34,46 (12)
1953	34,09 (14)	33,70 (11)	32,95 (12)	33,50 (12)	33,21 (12)	33,71 (12)
1954	34,32 (13)	34,18 (10)	34,81 (12)	34,26 (13)	33,78 (12)	34,65 (11)
1955	34,42 (13)	34,74 (11)	33,40 (13)	32,87 (13)	34,58 (13)	34,52 (12)
1956	34,39 (28)	34,03 (29)	34,10 (12)	33,66 (13)	33,20 (11)	34,17 (12)
1957	34,67 (9)	34,91 (8)	34,64 (7)	33,94 (9)	33,31 (9)	32,52 (8)
1958	34,59 (9)	34,73 (8)	34,24 (9)	33,48 (8)	33,94 (9)	34,45 (9)
1959	34,37 (8)	33,59 (8)	33,56 (9)	34,35 (7)	33,56 (7)	33,28 (7)
1960	34,74 (3)	34,62 (4)	34,90 (5)	34,68 (4)	34,23 (3)	33,73 (2)
1961	34,21 (3)	34,58 (4)	33,97 (4)	34,07 (3)	34,13 (4)	33,70 (4)
1962	34,88 (4)	34,14 (4)	33,10 (4)	34,22 (4)	32,86 (4)	34,10 (4)
1963	33,45 (4)	33,19 (3)	34,41 (4)	34,59 (4)	34,76 (5)	34,55 (4)
1964	33,74 (5)	33,69 (4)	34,11 (4)	34,27 (5)	34,62 (4)	34,32 (4)
1965	34,67 (4)	32,84 (4)	33,52 (5)	34,54 (4)	34,75 (4)	34,80 (5)
1966	34,42 (4)	34,62 (4)	34,56 (9)	34,22 (10)	34,55 (10)	34,36 (10)
Moy.	34,50 (167)	34,24 (153)	34,13 (154)	34,04 (151)	33,88 (151)	33,98 (146)

Moyenne totale : 34,30

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures.

117.
du Nord en g ‰.
et annuelles.
1951-1966.)

VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moyennes
34,35 (31)	34,65 (22)	34,40 (14)	34,40 (13)	34,63 (13)	34,79 (13)	34,42 (286)
34,44 (12)	34,68 (11)	34,26 (13)	34,52 (13)	34,30 (12)	33,84 (12)	34,24 (153)
34,45 (14)	34,38 (12)	34,36 (12)	34,26 (14)	34,64 (12)	34,72 (12)	34,01 (149)
34,81 (14)	34,73 (12)	34,80 (11)	34,89 (13)	34,98 (13)	35,08 (12)	34,61 (146)
33,78 (13)	32,92 (12)	33,79 (12)	34,05 (13)	33,87 (11)	34,07 (13)	33,91 (149)
34,42 (12)	34,48 (11)	34,44 (11)	34,43 (11)	33,53 (13)	33,97 (12)	34,09 (175)
34,02 (8)	34,71 (8)	34,70 (9)	34,22 (9)	34,53 (8)	34,24 (9)	34,20 (101)
34,33 (9)	34,42 (8)	34,30 (9)	34,40 (9)	33,71 (8)	33,90 (9)	34,21 (104)
34,35 (8)	34,34 (9)	33,19 (8)	34,03 (7)	34,60 (5)	34,84 (5)	34,96 (88)
35,01 (2)	34,83 (2)	34,73 (3)	34,78 (1)	34,46 (5)	34,17 (4)	34,57 (38)
34,14 (4)	34,81 (5)	34,70 (4)	34,75 (3)	34,38 (5)	34,46 (4)	34,34 (47)
34,31 (4)	34,90 (4)	34,56 (4)	34,33 (5)	34,39 (4)	33,76 (4)	34,13 (49)
34,74 (5)	34,73 (4)	34,54 (4)	34,57 (5)	34,67 (4)	34,39 (4)	34,42 (50)
34,38 (5)	34,73 (4)	34,69 (5)	34,47 (4)	34,21 (4)	34,49 (5)	34,31 (53)
34,57 (4)	34,79 (4)	34,80 (5)	34,59 (4)	33,74 (4)	34,92 (5)	34,38 (52)
34,50 (10)	34,36 (9)	34,26 (9)	34,30 (6)	34,09 (10)	34,28 (11)	34,36 (102)
34,38 (155)	34,45 (137)	34,35 (133)	34,40 (130)	34,27 (131)	34,37 (134)	34,30 (1742)

TABLEAU 118.

Années	Jusant						Nombre d'observations	Flot						Nombre d'observations
	Salinité ‰			Alcalinité ‰				Salinité ‰			Alcalinité ‰			
	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.		moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	
1951	34,33	35,10	32,77	2,256	2,427	2,102	148	34,50	35,10	32,43	2,235	2,433	2,060	138
1952	34,20	34,83	32,95	2,356	2,431	2,295	69	34,26	34,87	32,59	2,346	2,430	2,265	84
1953	33,87	34,72	31,98	2,549	2,696	2,384	64	34,10	35,23	32,77	2,552	2,696	2,371	85
1954	34,63	35,35	32,90	2,491	2,640	2,371	54	34,60	35,25	33,26	2,487	2,640	2,354	92
1955	33,78	34,92	31,82	2,576	2,825	2,304	65	34,00	35,07	32,03	2,581	2,893	2,354	84
1956	34,07	34,92	32,10	2,491	2,674	2,329	82	34,10	34,83	32,47	2,488	2,666	2,355	93
1957	34,08	35,17	32,20	2,395 (24)	2,496	2,312	44	34,27	35,03	32,59	2,390 (33)	2,532	2,322	57
1958	34,17	34,97	32,81	2,386	2,486	2,314	51	34,26	35,01	32,81	2,369	2,466	2,250	53
1959	34,00	34,81	32,41	2,403	2,552	2,292	43	33,93	35,03	32,54	2,402	2,466	2,308	45
1960	34,58	35,10	33,78	2,367	2,460	2,270	18	34,56	35,17	33,68	2,354	2,476	2,216	20
1961	34,29	34,81	33,22	2,360	2,404	2,312	27	34,39	34,97	33,49	2,359	2,444	2,284	20
1962	33,98	35,08	32,43	2,350	2,424	2,184	22	34,26	35,77	32,39	2,365	2,496	2,248	27
1963	34,39	34,84	33,08	2,398	2,932	2,264	18	34,44	35,14	33,08	2,345	2,426	2,200	32
1964	34,20	34,29	33,06	2,346	2,644	2,120	18	34,42	35,70	33,12	2,368	2,628	2,062	35
1965	34,35	34,88	32,66	2,344	2,368	2,316	8	34,39	35,25	32,01	2,383	2,438	2,326	44
1966	34,29	35,17	33,40	2,353	2,514	2,166	47	34,42	35,14	33,24	2,336	2,442	2,170	55
Valeurs absolues		35,35	31,82		2,932	2,102	778		35,77	32,01		2,893	2,060	964

TABLEAU 119.

Salinités dépassant 35 ‰ au « WEST-HINDER ».

Années	Mois	Jusant	Flot	Années	Mois	Jusant	Flot
1951	I	35,10	35,10	1961	—	—	—
1952	—	—	—	1962	I	35,08	35,23
1953	XII	—	35,23		III	—	35,77
1954	III	35,21	35,21		VIII	—	35,35
	IV	35,28	—	1963	III	—	35,05
	VII	35,05	—		V	—	35,14
	X	35,01	—		VI	—	35,08
	XI	35,10	35,05	1964	III	35,08	—
	XII	35,35	35,25		VIII	—	35,70
1955	V	—	35,07		IX	—	35,53
1956	—	—	—	1965	V	—	35,12
1957	I	35,17	35,01		VI	—	35,03
	II	35,03	35,03		VIII	—	35,05
1958	II	—	35,01		IX	—	35,08
1959	XII	—	35,03		XII	—	35,25
1960	III	35,10	35,17	1966	V	35,17	35,14
	VII	—	35,05				

En ce qui concerne la Mer Flamande, on peut faire un rapprochement instructif entre la carte des salinités moyennes pour la surface de la mer du Nord par d'ARCY-THOMPSON (1909) pour la période 1903-1907, avec les cartes de H. J. B. WOLLASTON (1915-1923) pour la Mer Flamande au cours des hivers 1910, 1911 et 1913-1914 et, enfin, avec les cartes de R. E. S. SAVAGE (1923) pour la même région pendant l'hiver 1920-1921.

La salinité de la langue d'eau salée pénétrant en mer du Nord était, dans le premier et le troisième cas, 35,1 ‰, alors que dans le second cas elle était de 34,9 ‰. Toutefois les deux dernières années ne couvrant que le début de l'année, leur usage est donc justifiable, puisque la salinité maximale se place généralement en hiver.

Un autre point commun à ces deux périodes renseignées ici est l'extension de la circulation cyclonique au Sud de l'Irlande jusqu'aux environs d'Ouessant, en même temps que la haute salinité du courant contournant Land's End en 1921 et 1922.

Si nous comparons, comme nous l'avons proposé précédemment, les salinités au point F (bateau-feu « VARNE ») de 1920 à 1923, à celles mesurées au « WEST-HINDER » au cours de la période 1951-1954, ne possédant pas de mesures pour 1920-1923, ni celles exécutées peut-être à « VARNE » de 1951 à 1954, on arrive à dresser le tableau suivant (tabl. 120).

Tous ces chiffres de salinité, présentés de la façon la plus représentative, sont certes d'une grande valeur pour comprendre les différences biologiques entre deux différentes régions de la mer.

TABLEAU 120.

Tableau comparatif des salinités mensuelles moyennes ‰
aux bateaux-feu « VARNE » et « WEST-HINDER ».

Mois	« VARNE »	Mois	« WEST-HINDER » (Flot)
1920		1951	
I	34,94	I	34,94
II	34,95	II	34,78
III	34,96	III	34,58
IV	34,99	IV	34,76
V	34,92	V	33,91
VI	34,93	VI	33,46
VII	35,05	VII	34,69
VIII	34,99	VIII	34,74
IX	34,98	IX	34,41
X	35,00	X	34,53
XI	35,10	XI	34,75
XII	35,09	XII	34,76
1921		1952	
I	35,13	I	34,63
II	35,04	II	33,89
III	35,10	III	34,09
IV	35,08	IV	33,65
V	35,08	V	34,35
VI	35,01	VI	34,44
VII	35,01	VII	34,45
VIII	—	VIII	34,67
IX	35,13	IX	34,37
X	35,17	X	34,61
XI	35,22	XI	34,48
XII	35,24	XII	33,26
1922		1953	
I	35,25	I	34,10
II	35,33	II	33,69
III	35,39	III	33,17
IV	35,33	IV	33,95
V	35,53	V	33,61
VI	35,31	VI	33,71
VII	35,17	VII	34,48
VIII	35,17	VIII	34,43
IX	35,23	IX	34,38
X	35,24	X	34,22
XI	35,04	XI	34,67
XII	35,04	XII	34,86
1923		1954	
I	35,19	I	34,34
II	35,22	II	34,23
III	35,29	III	34,86
IV	35,18	IV	34,25
V	35,12	V	33,71
VI	35,12	VI	34,60
VII	35,13	VII	34,82
VIII	35,04	VIII	34,76
IX	35,09	IX	34,81
X	35,16	X	34,90
XI	35,21	XI	34,94
XII	35,23	XII	35,06

Comme R. E. CRAIG (1954) nous le dit, dans une mer telle que la mer du Nord, une différence de 0,1 ‰ entre, par exemple, 35,3 et 35,4 ‰ peut être très importante et digne d'attention, alors qu'à des valeurs plus basses, comme 33 ‰, une différence de 0,1 ‰ ne peut plus être regardée comme importante au point de vue biologique.

Dans les grandes parties de la mer du Nord, où l'influence de l'Atlantique se fait fortement sentir, les valeurs de la salinité sont, en général, relativement constantes et une variation de 0,1 ‰ peut être regardée comme significative, les limites des variations calculées depuis des années d'observation n'excédant probablement pas 0,2 ‰. Dans les parties à salinité inférieure, comme celles à 33 ‰, on trouve couramment des variations plus importantes que celles-là, fréquemment de l'ordre de 1 ‰.

En d'autres termes, la variabilité de la salinité est beaucoup plus élevée pour les valeurs basses que pour les valeurs élevées et la précision exigée par les recherches biologiques devient ainsi trop faible.

Au cours de la confection de cartes de salinité, R. E. CRAIG a éprouvé des difficultés dans la représentation concrète des faits : « When salinity charts are drawn for an area which includes both oceanic and coastal conditions, one finds that unnecessary detail is shown in the coastal regions, while small significant differences in the open seas may be missed out ».

Dans le but d'éviter cet écueil, R. E. CRAIG a mis au point un nouvel indice qu'il appelle D.C.I. (Defined Coastal Influence), dont la valeur est donnée par la formule :

$$1 + \log_{10} (35{,}5 - S)$$

dans laquelle S représente la salinité ‰.

Il est intéressant de rechercher ici si nous pouvons appliquer l'indice D.C.I. aux eaux du « WEST-HINDER », de même qu'à celles de certains points B, afin d'y rechercher l'influence côtière, très importante en ce qui concerne le comportement des espèces planctoniques.

Dans ce but nous avons dressé le tableau annexe 9 comprenant les salinités avec, en regard, l'indice D.C.I. correspondant.

3. **Réserve alcaline.**

Comme nous l'avons indiqué plus haut, l'observation de la réserve alcaline de l'eau de mer est très importante. Sa mesure n'a donc pas été négligée au « WEST-HINDER » et constitue une des principales données recueillies ces dernières années. Le dépouillement de la littérature nous permet de disposer d'un assez grand nombre de chiffres d'alcalinité et de comparer ainsi les résultats obtenus au « WEST-HINDER » et ailleurs (tabl. 122, 123, 124, 125; fig. 81 et 82) :

	Alcalinité	Observ.
E. RUFFIN, 1910. Station N	2,308	55
F. ZORELL. 1933. Croisière « POSEIDON »	2,208	7
Moyenne	2,258	62
« WEST-HINDER ». 1951-1954 (moyenne)	2,420	207
Station B (moyenne)	2,431	15

TABLEAU 121.

Bateau-feu « NOORD-HINDER ».

Valeurs moyennes de la température de surface et de la salinité en 1968, comparées aux valeurs obtenues au cours des dix années précédentes.

« NOORD-HINDER », 51°39′ N-02°34′ E.

Mois	°C 1968	Moyennes 1958-1967	Salinité °/oo 1968	Moyennes 1958-1967
I	6,4	7,2	35,13	34,86
II	5,6	6,0	34,53	34,83
III	5,0	6,1	34,58	34,68
IV	6,9	7,4	34,45	34,66
V	9,6	10,1	34,88	34,80
VI	12,3	13,0	34,82	34,68
VII	14,8	15,4	34,98	34,84
VIII	16,1	16,8	34,81	34,89
IX	16,5	16,8	34,66	34,82
X	15,3	15,2	34,75	34,76
XI	12,3	12,2	34,66	34,77
XII	9,4	9,4	34,79	34,80

TABLEAU 122.

Alcalinité de l'eau de mer au « WEST-HINDER ».
(Période 1951-1955.)

Années	Jusant	Flot	Jusant	Flot
	Moyenne maximale		Moyenne minimale	
1951	2,397	2,348	2,120	2,148
1952	2,416	2,418	2,309	2,303
1953	2,683	2,655	2,443	2,398
1954	2,607	2,584	2,384	2,376
1955	2,766	2,806	2,406	2,436
Toute la période	2,766	2,806	2,120	2,148
	Maxima et minima extrêmes			
1951	2,427	2,433	2,102	2,060
1952	2,431	2,430	2,295	2,265
1953	2,696	2,696	2,384	2,371
1954	2,640	2,640	2,371	2,354
1955	2,825	2,893	2,304	2,354
Toute la période	2,825	2,893	2,304	2,354

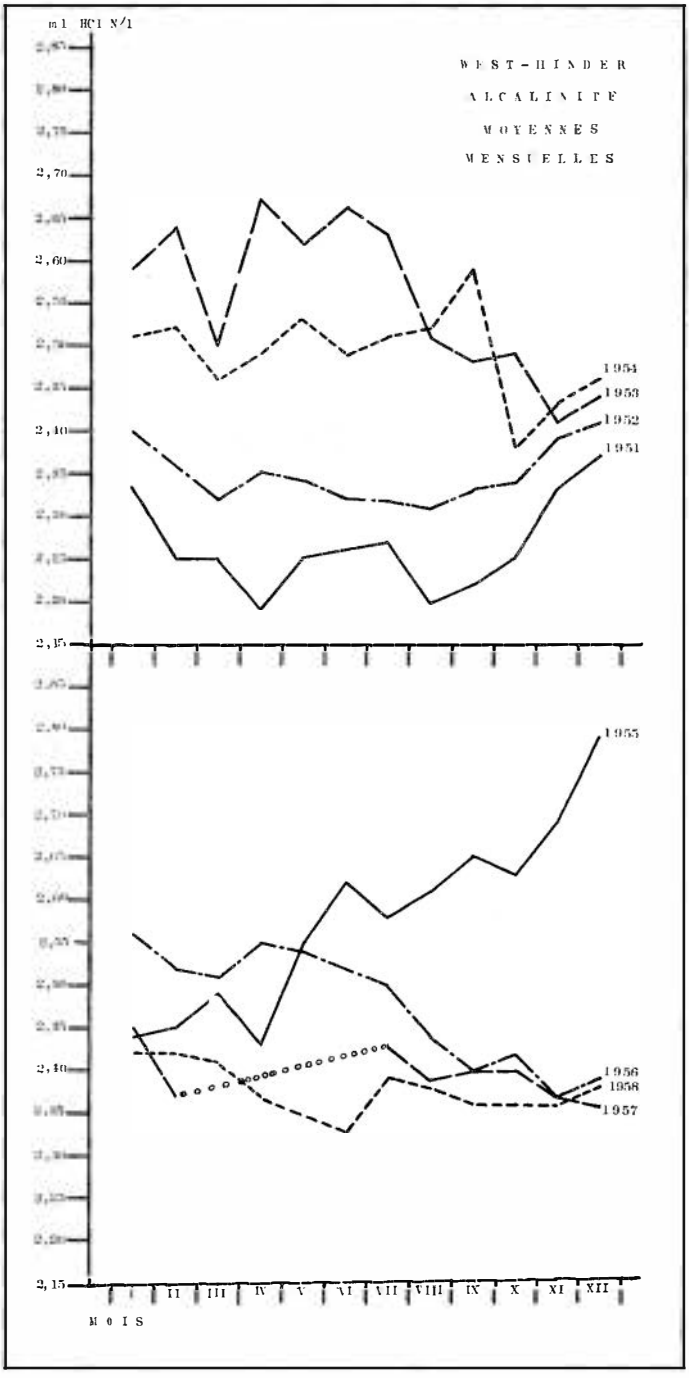


FIG. 81*a*. — « WEST-HINDER ». Alcalinité 1951-1958.

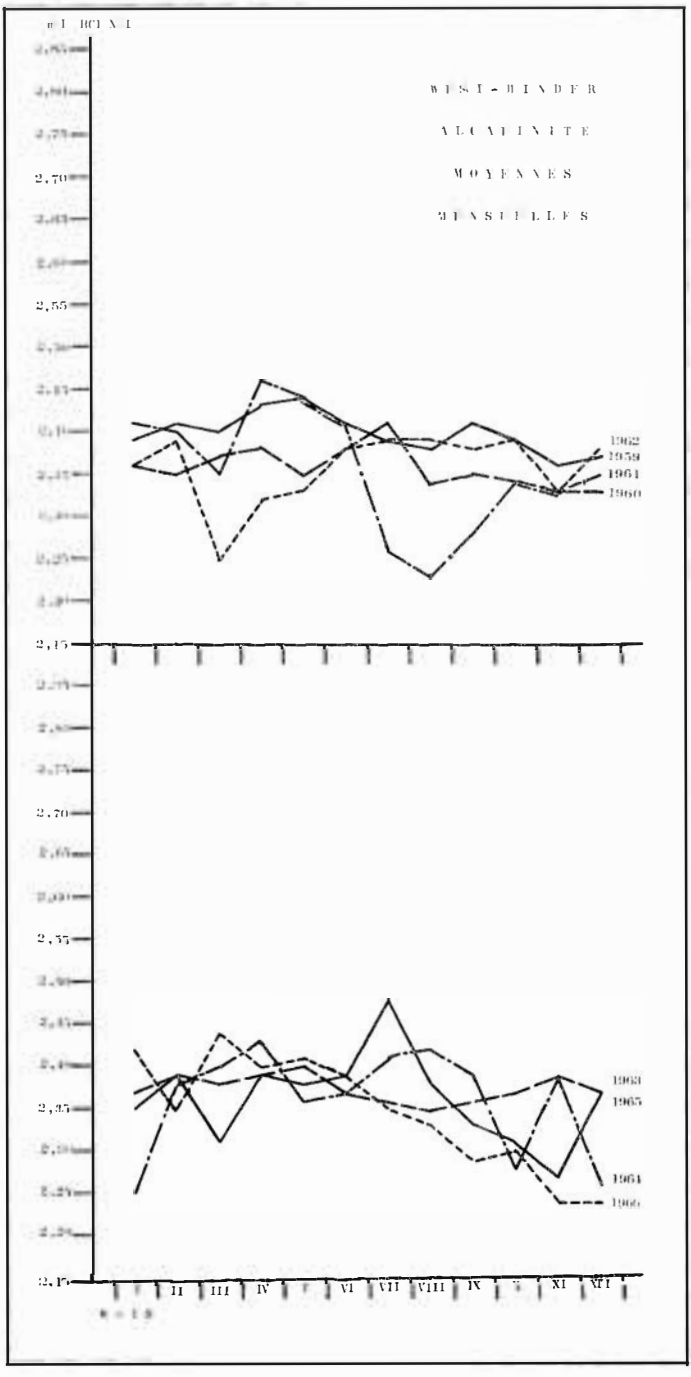


FIG. 81*b*. — « WEST-HINDER ». Alcalinité 1959-1966.

TABLEAU 123.

Alcalinité de l'eau de mer au « WEST-HINDER ».
(Période 1951-1955.)
Moyennes annuelles totales.

Années	Jusant	Nombre d'observations	Flot	Nombre d'observations	Total	Nombre d'observations
1951	2,256	148	2,235	138	2,245	286
1952	2,356	69	2,346	84	2,350	153
1953	2,549	64	2,552	85	2,550	149
1954	2,491	54	2,487	92	2,488	146
1955	2,576	65	2,581	84	2,579	149
Moyennes	2,403	400	2,481	483	2,411	883

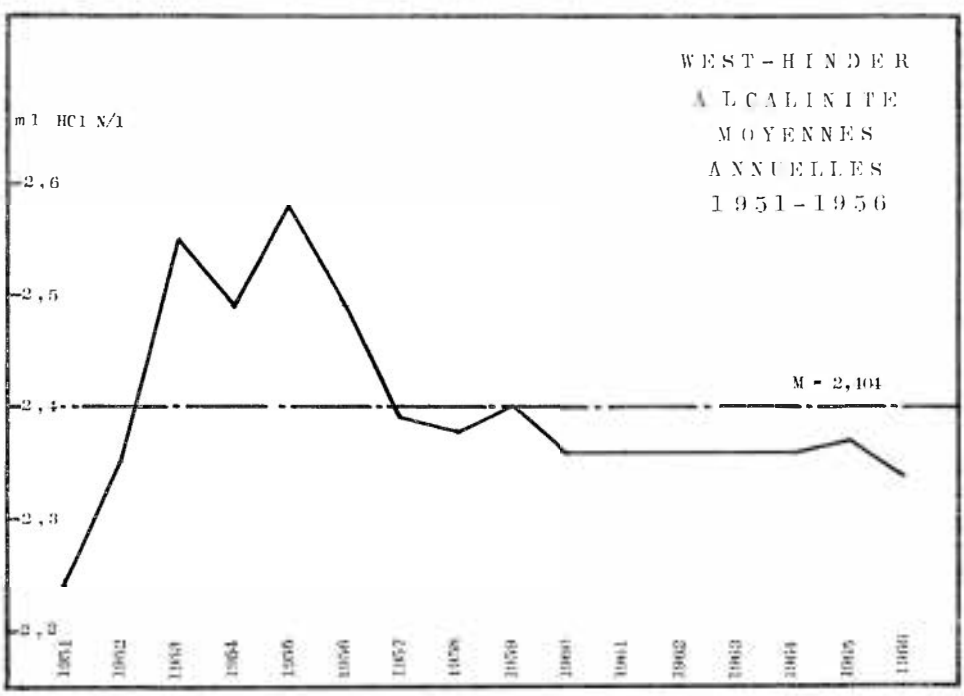


FIG. 82. — « WEST-HINDER ». Alcalinité.

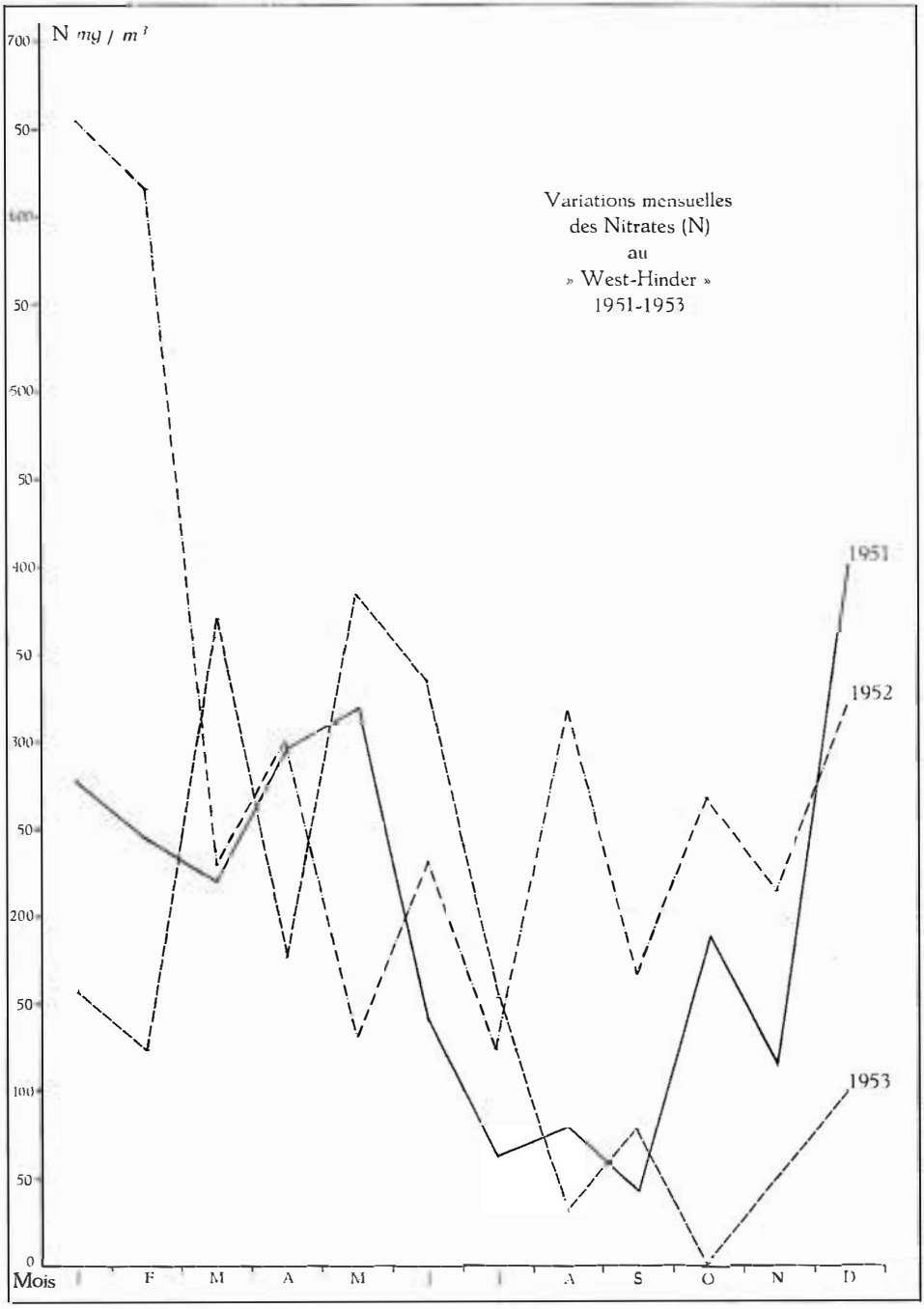


FIG. 83. — Nitrates au « WEST-HINDER ».

TABLEAU 124.

Moyennes mensuelles de l'alcalinité au bateau-phare « WEST-HINDER ».

(Période 1951-1955.)

Mois	1951	1952	1953	1954	1955
I	2,328	2,407	2,587	2,511	2,444
II	2,256	2,364	2,636	2,515	2,454
III	2,256	2,322	2,502	2,459	2,498
IV	2,189	2,353	2,670	2,498	2,428
V	2,247	2,337	2,617	2,530	2,552
VI	2,264	2,323	2,657	2,493	2,621
VII	2,266	2,316	2,629	2,513	2,586
VIII	2,202	2,306	2,509	2,525	2,612
IX	2,216	2,332	2,478	2,596	2,649
X	2,253	2,343	2,498	2,380	2,627
XI	2,327	2,397	2,414	2,430	2,695
XII	2,373	2,414	2,443	2,458	2,793

On remarque immédiatement que la réserve alcaline a une tendance très marquée à être supérieure en Mer Flamande, et aux diverses stations B, la moyenne de la réserve alcaline étant de 2,431.

On pourrait conclure à une augmentation progressive depuis la mer du Nord septentrionale vers le Pas-de-Calais. Il est d'ailleurs assez curieux de constater qu'à la station E-1 à l'entrée de la Manche (L. H. N. COOPER, 1933), la moyenne de 11 mesures en surface donne une alcalinité de 2,373 (tabl. 40).

Une autre remarque importante s'impose : il semble se dessiner une augmentation de la réserve alcaline qui a atteint son maximum probable en 1955. L'avenir montrera s'il y a là un phénomène régulier ou accidentel, c'est tout ce qu'on puisse en dire à l'heure actuelle (tabl. 125).

En ce qui concerne l'alcalinité spécifique, on sait qu'il existe une relation linéaire entre la réserve alcaline et la teneur totale en sels de l'eau de mer. A quelques exceptions près, cette relation est approximativement la suivante :

$$\frac{\text{Réserve alcaline} \times 10^3}{\text{Cl ‰}} = 0{,}123 \text{ (alcalinité spécifique).}$$

L'alcalinité spécifique a été calculée pour tous les prélèvements hebdomadaires.

Rappelons brièvement les calculs :

1° On exprime l'alcalinité en normalités,

2° Comme il faut multiplier ce premier chiffre par 10^3, il suffit de prendre la valeur de l'alcalinité telle quelle.

3° On divise ce résultat par la chlorinité Cl en g ‰.

L'alcalinité spécifique obtenue est nettement supérieure à l'indice publié par H. WATTENBERG (1933) pour les eaux de surface de l'Atlantique, notamment 0,1209.

TABLEAU

Alcalinité. Moyennes

Mois :	I	II	III	IV	V	VI
1951	2,328 (31)	2,256 (28)	2,256 (31)	2,189 (30)	2,247 (30)	2,264 (30)
1952	2,407 (15)	2,364 (13)	2,322 (14)	2,353 (12)	2,337 (14)	2,323 (12)
1953	2,587 (14)	2,636 (11)	2,502 (12)	2,670 (12)	2,617 (12)	2,657 (12)
1954	2,511 (13)	2,515 (10)	2,459 (12)	2,498 (13)	2,530 (12)	2,493 (11)
1955	2,444 (13)	2,454 (11)	2,498 (13)	2,428 (13)	2,552 (13)	2,621 (12)
1956	2,563 (28)	2,515 (29)	2,510 (12)	2,554 (13)	2,539 (11)	2,517 (12)
1957	2,446 (1)	2,374 (5)	—	—	—	—
1958	2,420 (9)	2,419 (8)	2,410 (9)	2,367 (8)	2,355 (9)	2,335 (9)
1959	2,393 (8)	2,409 (8)	2,403 (9)	2,427 (7)	2,445 (7)	2,414 (7)
1960	2,409 (3)	2,403 (4)	2,351 (5)	2,458 (4)	2,437 (3)	2,411 (2)
1961	2,357 (3)	2,347 (4)	2,370 (4)	2,382 (3)	2,350 (4)	2,379 (4)
1962	2,356 (4)	2,389 (4)	2,250 (4)	2,324 (4)	2,334 (4)	2,380 (4)
1963	2,348 (4)	2,399 (3)	2,306 (4)	2,395 (4)	2,383 (5)	2,393 (4)
1964	2,251 (5)	2,383 (4)	2,400 (4)	2,433 (5)	2,361 (4)	2,369 (4)
1965	2,373 (4)	2,393 (4)	2,378 (5)	2,390 (4)	2,405 (4)	2,376 (5)
1966	2,423 (4)	2,354 (4)	2,436 (9)	2,412 (10)	2,407 (10)	2,388 (10)
Total	2,438 (159)	2,418 (150)	2,386 (147)	2,400 (142)	2,411 (142)	2,415 (138)

En Mer Flamande on obtient des valeurs de l'ordre de 2,245 en 1953 et en l'espace de seize années, les mesures hebdomadaires donnent une moyenne de 2,344. Il est probable que le calcaire amené par les estuaires et les falaises du Pas-de-Calais n'est pas étranger à cette augmentation.

On ne possède malheureusement pas de données sur la réserve alcaline des eaux du Pas-de-Calais, de sorte qu'il n'est pas possible, actuellement, de vérifier si, de part et d'autre du détroit, l'alcalinité est également élevée.

C'est le moment de reprendre l'étude de l'influence côtière de R. E. CRAIG (1954). S'il est vrai que les mesures de la salinité peuvent nous montrer l'influence plus ou moins grande des apports d'eau atlantique ou d'eaux douces littorales, le nouveau facteur ne tient toutefois pas compte, et, dans l'esprit de son auteur, n'a d'ailleurs pas à en tenir compte, d'une autre influence très importante, notamment celle de l'alcalinité. Celle-ci, on le sait, est plus forte près des côtes qu'au large.

Dans ces conditions, afin d'arriver à une expression simple mais complète, nous nous demandons s'il n'y aurait pas lieu de modifier légèrement l'indice proposé par R. E. CRAIG en y introduisant l'alcalinité ou l'alcalinité spécifique.

25.

mensuelles de 1951 à 1966.

VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
2,266 (31)	2,202 (22)	2,216 (14)	2,253 (13)	2,327 (13)	2,373 (13)	2,245 (286)
2,316 (12)	2,306 (11)	2,332 (13)	2,343 (13)	2,397 (12)	2,414 (12)	2,350 (153)
2,629 (14)	2,509 (12)	2,478 (12)	2,498 (14)	2,414 (12)	2,443 (12)	2,550 (149)
2,513 (14)	2,525 (12)	2,596 (11)	2,380 (13)	2,430 (13)	2,458 (12)	2,488 (146)
2,586 (13)	2,612 (12)	2,649 (12)	2,627 (13)	2,695 (11)	2,793 (13)	2,579 (149)
2,506 (12)	2,442 (11)	2,399 (11)	2,422 (11)	2,376 (13)	2,388 (12)	2,489 (175)
2,433 (8)	2,390 (8)	2,403 (9)	2,405 (9)	2,366 (8)	2,360 (9)	2,392 (57)
2,388 (9)	2,382 (8)	2,359 (9)	2,357 (9)	2,364 (8)	2,377 (9)	2,378 (104)
2,397 (8)	2,384 (9)	2,415 (8)	2,388 (7)	2,365 (5)	2,375 (5)	2,402 (88)
2,262 (2)	2,230 (2)	2,277 (3)	2,336 (1)	2,327 (5)	2,335 (4)	2,360 (38)
2,409 (4)	2,340 (5)	2,347 (4)	2,342 (3)	2,356 (5)	2,348 (4)	2,360 (47)
2,387 (4)	2,395 (4)	2,385 (4)	2,390 (5)	2 328 (4)	2,379 (4)	2,359 (49)
2,486 (5)	2,382 (4)	2,329 (4)	2,312 (5)	2,272 (4)	2,368 (4)	2,365 (50)
2,406 (5)	2,422 (4)	2,387 (5)	2,279 (4)	2,397 (4)	2,256 (5)	2,361 (53)
2,365 (4)	2,348 (4)	2,365 (5)	2,371 (4)	2,394 (4)	2,374 (5)	2,373 (52)
2,355 (10)	2,332 (9)	2,295 (9)	2,304 (6)	2,239 (10)	2,243 (11)	2,344 (102)
2,420 (155)	2,390 (137)	2,402 (133)	2,395 (130)	2,390 (131)	2,415 (134)	2,404 (1698)

4. **Oxygène.**

Jusqu'à présent l'oxygène n'a pu être mesuré au bateau-feu « WEST-HINDER » pour des raisons d'ordre pratique. Toutefois, on peut admettre que ce gaz doit y suivre une évolution à peu près similaire à celle existant aux stations B_2 et B_3, B_{14} et B_{15}, situées de part et d'autre.

Nous avons eu l'occasion de montrer plus haut (tabl. 64) qu'en surface, la saturation atteint des valeurs légèrement supérieures ou inférieures à 100 %.

5. **Nitrates.**

Comme nous l'avons écrit autre part (L. VAN MEEL, 1953), les nitrates constituent le stade final de l'oxydation des matières azotées organiques, dissoutes dans l'eau ou englobées dans la vase, en passant par les phases ammoniaque-nitrites-nitrates.

TABLEAU 126.

Variations mensuelles des nitrates et phosphates au « WEST-HINDER ».
Moyennes.
(Période 1951-1953.)

Mois	NO_3 mg/l	PO_4 mg/l	N mg/m³	P mg/m³	Rapport N/P
			1951		
I	1,23	0,241	277,6	78,66	3,5
II	1,08	0,263	243,7	85,84	2,8
III	0,97	0,212	218,9	69,19	3,1
IV	1,31	0,213	295,6	69,52	4,2
V	1,41	0,275	318,2	89,76	3,5
VI	0,63	0,205	142,1	66,91	2,1
VII	0,27	0,155	60,9	50,59	1,2
VIII	0,35	0,203	78,9	66,25	1,1
IX	0,18	0,136	40,6	44,39	0,9
X	0,83	0,152	187,3	44,61	3,7
XI	0,50	0,113	112,8	36,88	3,0
XII	1,78	0,083	401,7	27,09	14,8
			1952		
I	2,90	0,125	654,5	40,80	16,0
II	2,73	0,140	616,1	45,69	13,4
III	1,02	0,117	230,2	38,18	6,0
IV	1,33	0,056	300,1	18,27	16,4
V	0,57	0,120	128,6	39,16	3,2
VI	1,03	0,137	232,4	44,71	5,1
VII	0,55	0,103	124,1	33,61	3,6
VIII	1,41	0,088	318,2	28,72	11,0
IX	0,74	0,125	167,9	40,80	4,1
X	1,19	0,068	268,5	22,19	12,1
XI	0,95	0,085	214,4	27,74	7,7
XII	1,43	0,096	322,7	31,33	10,3
			1953		
I	0,70	0,065	157,9	21,21	7,4
II	0,55	0,075	124,1	24,48	5,0
III	1,65	0,062	372,4	20,23	18,4
IV	0,78	0,050	176,0	16,32	10,7
V	1,71	0,082	385,9	26,76	14,4
VI	1,48	0,042	334,0	13,70	24,3
VII	0,69	0,0	155,7	0,0	—
VIII	0,14	0,0	31,5	0,0	—
IX	0,35	0,0	78,9	0,0	—
X	0,0	0,0	0,0	0,0	—
XI	0,23	0,0	51,9	0,0	—
XII	0,45	0,0	101,5	0,0	—

La production des nitrates se fait en plusieurs étapes, de sorte qu'il y a nécessairement une période latente lorsque le protoplasme est d'abord dégradé en sels ammoniacaux, qui à leur tour, doivent être convertis en nitrates.

Si nous comparons les chiffres obtenus au « WEST-HINDER », pendant les années 1951 à 1953, à ceux de E. RABEN cités par K. BRANDT (1929), nous voyons

chez eux que la teneur moyenne en nitrates en surface de la mer du Nord comporte de 120 à 140 mg d'azote N par m^3. On constate deux maxima (environ 200 mg de $N\text{-}NO_3$), l'un en février et mars, l'autre au début de septembre. En dehors de ces deux maxima on peut encore observer un léger accroissement en juin et en décembre (tabl. 126, fig. 83 et tabl. 127).

TABLEAU 127.

Comparaison des divers résultats de la détermination de l'azote nitrique en mer du Nord.
Résultats en mg N par m^3.

Mois	E. RABEN 1905	E. RABEN 1905	E. RABEN 1906	K. BRANDT 1927	E. RABEN 1914	« WEST-HINDER » 1951-1953
I	—	—	—	—	—	363,3
II	157	200	88	153	—	327,9
III	—	—	—	—	—	273,8
IV	—	—	—	—	—	257,2
V	217	116	87	143	160	277,5
VI	—	—	—	150	190	236,1
VII	—	—	—	60	—	100,2
VIII	79	87	93	85	—	142,8
IX	—	—	—	200	166	95,8
X	—	—	—	105	104	151,9
XI	101	86	87	89	136	126,3
XII	—	—	—	—	—	275,3

La concentration est la plus basse en juillet (en moyenne 60 mg N); la teneur la plus basse mesurée est de 30 mg N par m^3.

En août et aussi en novembre, on a trouvé fort peu de $N\text{-}NO_3$ en surface, en moyenne 80 mg par m^3.

Les chiffres au « WEST-HINDER » sont plus élevés et la moyenne de trois années (1951-1953) donne un maximum en janvier avec 363,3 mg au m^3 et un minimum en septembre avec 95,8 mg au m^3.

K. BRANDT (1929) estime que, en mer du Nord, on a mesuré des quantités de nitrates d'autant plus élevées que la station est plus profonde. Les algues planctoniques, consommant des quantités de nitrates, n'existant pas à ces profondeurs, l'enrichissement est ainsi possible.

D'autre part, la dégradation de la matière organique ayant surtout lieu près du fond, on a pu montrer qu'il se forme beaucoup d'ammoniaque et de nitrates, au cours de l'été, dans la vase du fond, mais ils y sont retenus provisoirement, de sorte que les nitrates des couches profondes atteignent un minimum en juillet et restent aussi très minimes en août. A partir de ce moment, les concentrations dans la vase diminuent, à partir de septembre, mais augmentent dans les couches aquatiques. Ceci provoque alors une forte floraison automnale.

L. H. N. COOPER (1933) a suivi les variations saisonnières de la teneur en azote ammoniacal dans les eaux de la Manche. Plus près du littoral, on trouve des variations de l'azote nitrique allant jusqu'à 200 mg par m^3.

La question des variations de l'azote nitrique sera reprise plus loin.

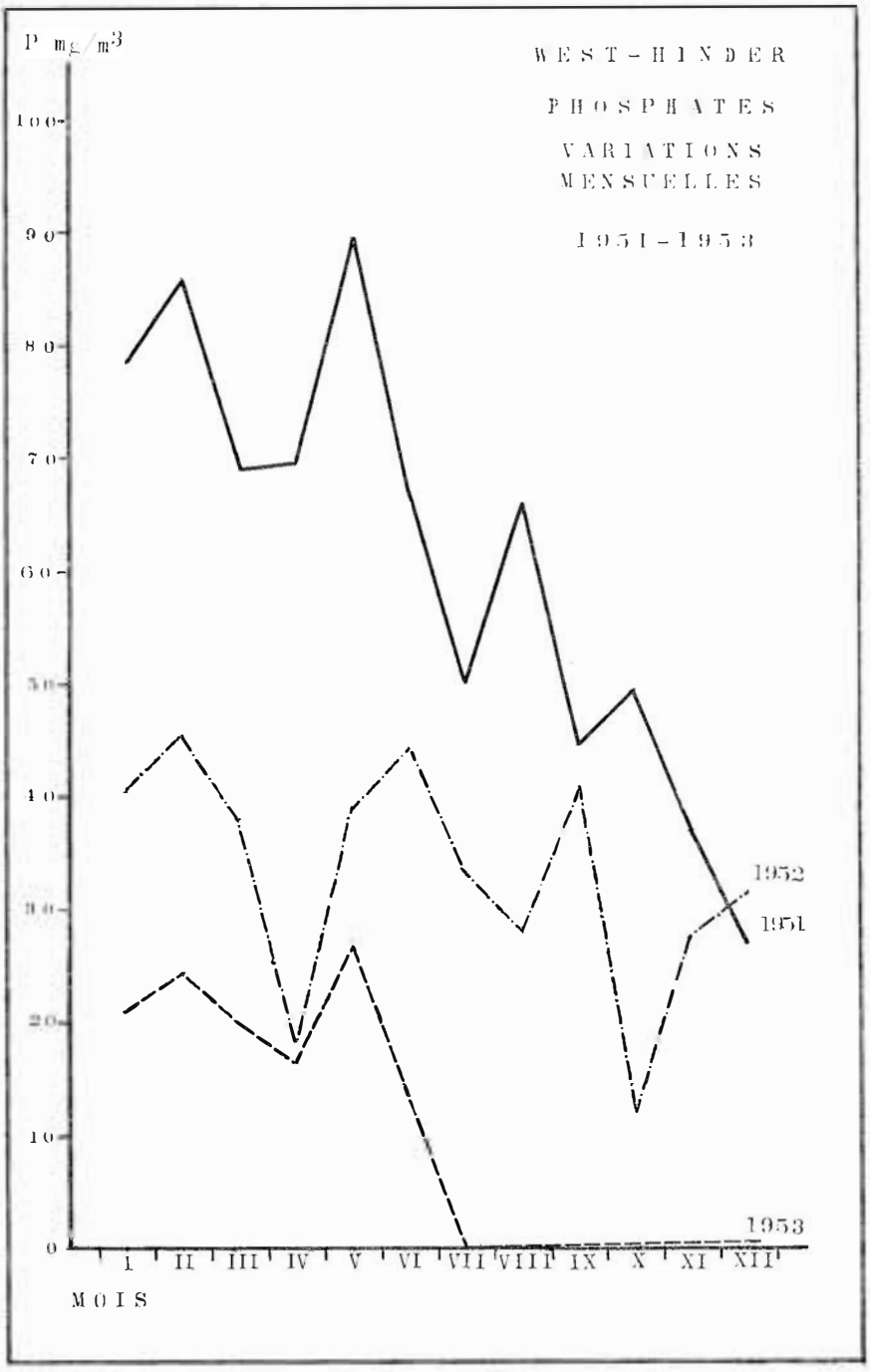


FIG. 84. — Phosphates au « WEST-HINDER ».

6. **Phosphates.**

Comme l'indique le tableau 126, les phosphates ont montré en 1951, 1952 et 1953 une tendance à diminuer progressivement, de sorte qu'on assiste depuis juillet 1953 à une déplétion complète. Le maximum observé au cours de ces trois années a été de 89,76 mg P par m^3 (fig. 84).

Comme le dit G. E. HUTSCHINSON (1952), le cycle général biologique des phosphates, dans la mer, conduit à une diminution proportionnelle à l'augmentation de la profondeur, mais il existe aussi des variations d'après la latitude. C'est pourquoi il est plutôt difficile d'estimer une moyenne pour l'océan, pris dans son ensemble; mais il est évident, suivant toutes les valeurs publiées, qu'une concentration de 3 atome-mg ou 93 mg par m^3 n'est pas trop éloignée de la concentration probable du phosphore total.

D'après W. R. G. ATKINS (1926), la concentration en phosphates de l'eau de mer diminue au printemps et augmente en automne. Au printemps, les phosphates de l'eau de surface sont utilisés et leur absence semble limiter la production du phytoplancton au printemps et plus tard, en été, l'absence de nitrates peut aussi être limitante.

TABLEAU 128.
Comparaison des diverses déterminations des phosphates en mer du Nord.
Résultats en P mg par m^3.

Mois	K. BRANDT 1904-1914	« WEST-HINDER » 1951-1953	Mois	K. BRANDT 1904-1914	« WEST-HINDER » 1951-1953
I	—	46,89	VII	45,4	28,06
II	67,2	52,00	VIII	53,6	31,6
III	60,6	42,5	IX	67,6	28,3
IV	—	35,7	X	51,5	22,26
V	32,7	51,8	XI	70,3	21,54
VI	29,2	41,77	XII	—	19,4
			Moyennes	53,1	35,15

En moyenne, en tenant compte que trois mois manquent à la liste de K. BRANDT, la moyenne au « WEST-HINDER » pour 9 mois est de 35,54 mg P/m^3. La moyenne pour les déterminations de K. BRANDT est de 53,1 mg P/m^3.

Le fait le plus marquant dans les graphiques construits par W. R. G. ATKINS (1930) pour les années 1923 à 1929 en Manche à E-1, en dehors de la grande similitude entre les différentes années, est la diminution rapide des phosphates au cours du printemps de chaque année. Elle diffère cependant d'année en année, aussi bien en ce qui concerne la date que le degré, comme le montre l'inclinaison de la courbe (fig. 50).

Les mesures ont été faites en mer du Nord (tabl. 126). Les variations y sont très semblables à celles observées en Manche. Les valeurs minimales se trouvent en juillet, au début, et en septembre 1923. Les échantillons de surface étaient

généralement exempts de phosphates (cfr nos résultats de juillet à décembre 1953 : P = zéro).

Si nous comparons les résultats de K. BRANDT de 1904 à 1914 à ceux obtenus au « WEST-HINDER » de 1951 à 1953 (tabl. 128), on remarque en premier lieu que les chiffres au « WEST-HINDER » sont moins élevés que ceux obtenus par K. BRANDT pour la mer du Nord septentrionale, sauf en mai et juin. La moyenne est toutefois fortement influencée par les valeurs nulles obtenues en 1953 à partir du mois de juillet.

H. R. SEIWELL (1928) a remarqué qu'au cours de la croisière du « CARNEGIE » les mesures des phosphates pour la région de la mer du Nord méridionale sont plus basses que celles de la Manche; l'eau de surface est presque totalement exempte de phosphates et la moyenne de ces stations a été de 3,44 mg P_2O_5 par m^3, soit 1,5 mg P au m^3.

Les mesures dans le Pas-de-Calais montrent des résultats se rapprochant très fort de ceux obtenus en mer du Nord (toujours d'après H. R. SEIWELL). La moyenne du P_2O_5, soit 1,59 mg P par m^3.

Comparons, enfin, les résultats obtenus au « WEST-HINDER » à ceux de F. A. J. ARMSTRONG à la station E-1 en Manche (1950-1953), après transformation de P en µg atomes par litre en P mg par m^3.

TABLEAU 129.

Comparaison entre les concentrations en phosphates en Manche et en mer du Nord.

P mg par m^3.

Mois	F.A.J. ARMSTRONG 1950-1953	« WEST-HINDER » 1951-1953	Mois	F.A.J. ARMSTRONG 1950-1953	« WEST-HINDER » 1951-1953
I	14,40	—	VII	8,27	45,4
II	14,62	67,2	VIII	8,17	53,6
III	13,19	60,6	IX	8,76	67,6
IV	7,12	—	X	10,4	51,5
V	5,88	32,7	XI	6,28	70,3
VI	7,37	29,2	XII	13,6	—

Les concentrations observées au « WEST-HINDER » sont donc beaucoup plus élevées qu'au point E-1 en Manche.

De son côté, M. GRAHAM, au cours de la croisière du « GEORGE BLIGH » en mer du Nord au mois d'août 1935, a mesuré 10,75 mg de P par m^3 en moyenne dans 24 stations.

M. GRAHAM et J. P. HARDING (1939) font remarquer que la grande quantité de phosphates dans la partie septentrionale est à imputer à l'accumulation de phosphates en dessous du thermocline, dont on trouve des indications, même à une époque précoce de l'année. La haute concentration du Sud de la mer du Nord a déjà été remarquée au cours d'autres croisières et est attribuée au sewage entraîné par le Thames.

En ce qui concerne le rapport N/P, le tableau 126 donne les valeurs de ce rapport trouvées au « WEST-HINDER » au cours des années 1951-1953.

Lorsqu'on les compare à celles données pour E-4 en Manche (tabl. 94 et 126) on remarque qu'en dehors de quelques exceptions, le rapport est généralement plus haut en E-4, probablement parce que nos chiffres de phosphates sont plus élevés. En règle générale, le rapport N/P trouvé au « WEST-HINDER » est situé entre les limites normales.

En Manche à E-4, le rapport moyen est de 16,3, semblable à celui de A. C. R. REDFIELD et varie entre 11,4 et 21,6. Au « WEST-HINDER » il varie entre 0 et 24,3 et le rapport moyen est de 6,4.

L. H. N. COOPER (1937) a pu distinguer des masses d'eau qui se différenciaient les unes des autres par un rapport plus ou moins élevé.

7. Sulfates.

Pendant un laps de temps de trois années, on a pu poursuivre la recherche hebdomadaire des sulfates, comme le montrent les tableaux 130 et tableau annexe 4. Ils soulignent une stabilité relativement grande de ce facteur, la différence annuelle entre maxima et minima étant pour 1951, 1952 et 1953 respectivement de

TABLEAU 130.

Moyennes mensuelles des concentrations en sulfates au « WEST-HINDER », 1951-1953.

Mois	Cl g °/oo	SO_4 g °/oo	Rapport SO_4/Cl	Mois	Cl g °/oo	SO_4 g °/oo	Rapport SO_4/Cl
		1951					
I	19,36	2,736	0,1413	VII	19,09	2,690	0,1409
II	19,23	2,703	0,1405	VIII	19,19	2,703	0,1408
III	19,18	2,696	0,1405	IX	18,90	2,669	0,1412
IV	19,24	2,703	0,1404	X	19,10	2,697	0,1412
V	18,60	2,613	0,1404	XI	19,00	2,696	0,1418
VI	18,42	2,608	0,1415	XII	18,80	2,654	0,1411
VII	19,04	2,676	0,1405				
VIII	19,14	2,690	0,1405				
IX	18,98	2,671	0,1407			1953	
X	19,00	2,672	0,1406				
XI	19,13	2,715	0,1419	I	18,90	2,698	0,1427
XII	19,25	2,736	0,1421	II	18,65	2,646	0,1418
				III	18,12	2,617	0,1444
				IV	18,54	2,638	0,1422
		1952		V	18,41	2,622	0,1455
				VI	18,67	2,644	0,1416
I	19,14	2,707	0,1414	VII	19,04	2,684	0,1409
II	18,75	2,659	0,1417	VIII	19,02	2,693	0,1415
III	18,79	2,664	0,1417	IX	19,03	2,677	0,1406
IV	18,65	2,633	0,1411	X	18,96	2,680	0,1413
V	18,96	2,701	0,1424	XI	19,18	2,699	0,1407
VI	19,10	2,727	0,1427	XII	19,22	2,702	0,1405

251,2-184,3 et 218,8 mg de SO_4 par litre. Les moyennes annuelles sont très rapprochées : 2695,3-2680,7 et 2664,0 mg litre (fig. 85).

En ce qui concerne le rapport SO_4/Cl, il est respectivement de 0,1412-0,1414 et 0,1418 pour les trois années, soit sur 137 analyses. J. THOULET avait obtenu le rapport 0,1400 pour l'Atlantique sur un nombre de 165 analyses.

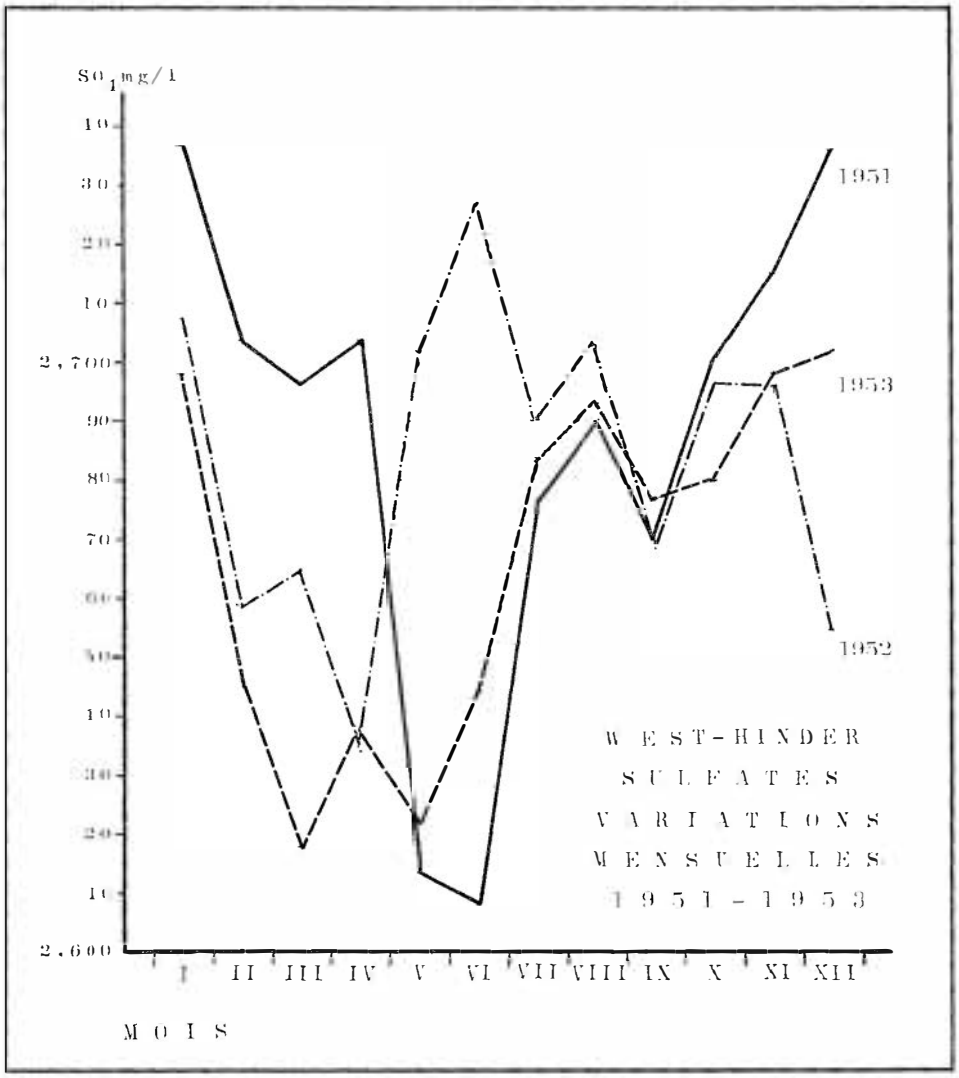


FIG. 85. — « WEST-HINDER ». Sulfates dans les eaux de surface.

TABLEAU 131.

Extrêmes et moyennes des concentrations en SO_4 au « WEST-HINDER ».

	1951	1952	1953
SO_4 g °/₀₀			
maximum	2,7832	2,7677	2,7342
minimum	2,532	2,5834	2,5154
moyenne	2,6953	2,6807	2,664
Rapport SO_4/Cl			
maximum	0,1483	0,1442	0,1490
minimum	0,1390	0,1388	0,1403
moyenne	0,1412	0,1414	0,1418

TABLEAU 132.

Tableau comparatif des moyennes annuelles de la salinité, de la chlorinité et de la concentration en sulfates au « WEST-HINDER ».

Année	Σ °/₀₀	Cl °/₀₀	SO_4 °/₀₀
1951	34,40	19,04	2,6953
1952	34,25	18,96	2,6807
1953	34,13	18,89	2,664

Il est prématuré de conclure à des périodicités dans les concentrations des sulfates, quoique les recherches sur ces trois années aient montré une diminution progressive de la concentration moyenne, parallèle d'ailleurs à celle de la salinité, comme le montre le tableau 132.

Si nous comparons nos résultats à ceux obtenus entre les îles Faeroe et l'Islande par M. KNUDSEN (1899) (tabl. 95), et de la « Norwegian North Atlantic Expedition » (1876-1878) (tabl. 96), nous obtenons le tableau suivant en ce qui concerne les eaux de surface (tabl. 133).

La transformation des résultats SO_3 en SO_4 a été obtenue en multipliant le premier par le facteur analytique 1,1998.

On se trouverait donc ici en présence d'une concentration plus élevée en sulfates due à la présence d'eau océanique, prouvée d'ailleurs par une salinité élevée, sauf à la station 24, où une salinité de 33,35 ‰ à côté d'une concentration en SO_4 de 2,6095 g ‰ correspondant à une eau de mer assez semblable à celle que l'on rencontre sur nos côtes.

L'eau de la Mer Flamande contient donc, en moyenne, 2,680 g SO_4 par litre, valeur obtenue au cours de trois années d'observations. Le rapport moyen SO_4/Cl devient ainsi : 0,14146. La valeur attribuée jusqu'ici à ce rapport par T. THOMPSON,

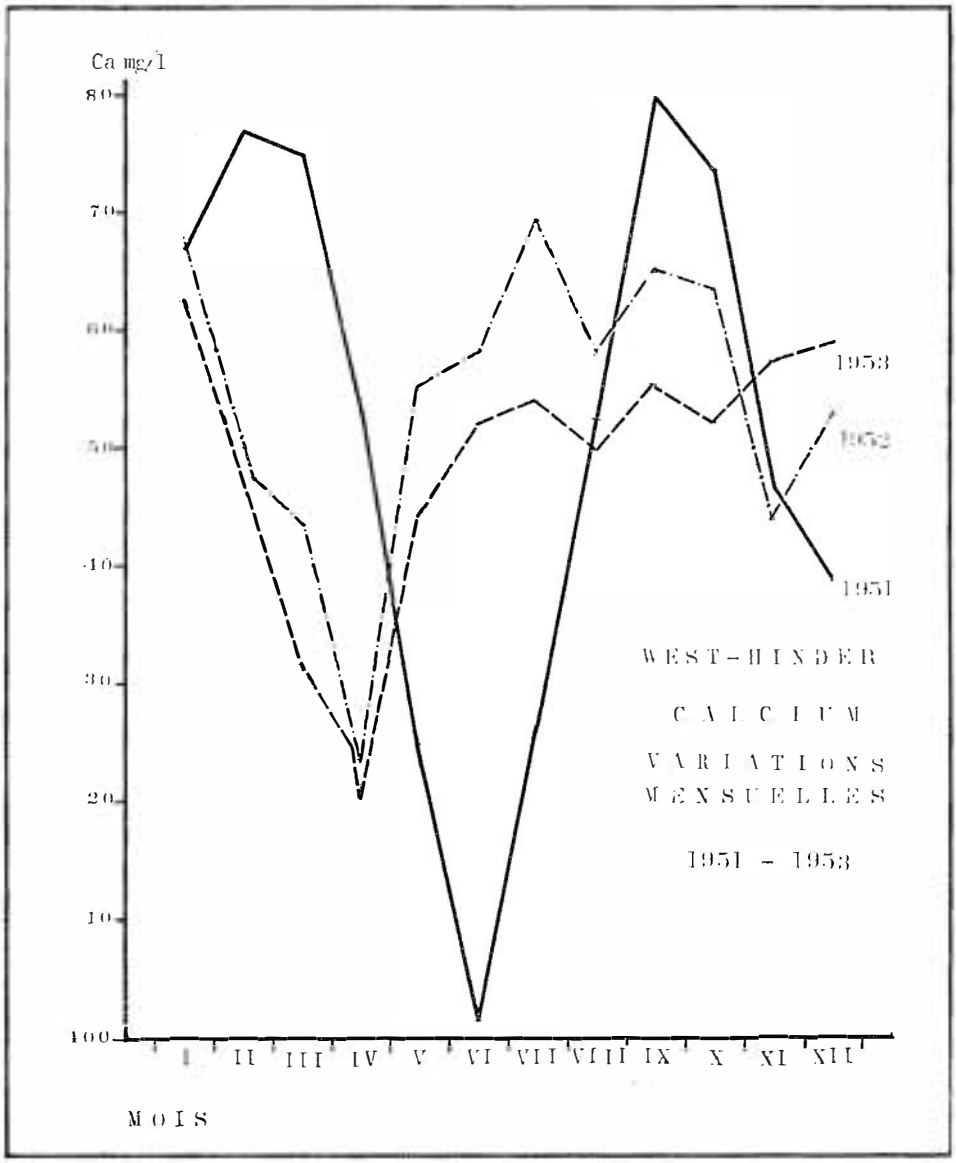


FIG. 86. — « WEST-HINDER ». Calcium dans les eaux de surface.

TABLEAU 133.

Tableau comparatif des concentrations en SO_4.

	Station	SO_3 g °/₀₀	SO_4 g °/₀₀	Σ °/₀₀
M. KNUDSEN, 1899	2	2,307	2,7679	35,36
	3	2,306	2,7667	35,38
	4	2,297	2,7559	35,30
	5	2,286	2,7427	35,04
	6	2,301	2,7607	35,23
	11	2,310	2,7715	35,17
	22	2,285	2,7415	34,78
	24	2,175	2,6095	33,35
NORVEGIAN NORTH ATLANTIC EXPEDITION	52	2,273	2,7271	35,3
« WEST-HINDER » (moyennes) :				
1951	—	—	2,6953	34,40
1952	—	—	2,6807	34,25
1953	—	—	2,6640	34,13

W. JOHNSON et H. WIRTH (1931) est de 0,1395. Toutefois, H. W. HARVEY (1949) ajoute que les eaux à faible salinité de la Baltique font exception avec un rapport moyen de 0,1414. Des recherches antérieures de T. THOMPSON, J. LANG et L. ANDERSON (1927) avaient montré l'existence de variations dans ce rapport, lorsque par suite des conditions naturelles, l'eau de mer est diluée ou quand la surface se prend en glace.

8. **Silicates.**

En ce qui concerne les silicates, nous ne pouvons faire état ici que de quelques chiffres ayant tout au plus la valeur d'un ordre de grandeur, notamment pour quelques mois de 1953 et de 1954.

En 1953 on a mesuré SiO_2=zéro de juillet à novembre. En décembre on a obtenu un chiffre moyen de 1,08 mg/litre. Au début de l'année 1953, SiO_2 s'élève à 1,712 à 4,28 mg/litre, de janvier à la mi-mai; on mesure SiO_2=zéro de mai à la mi-décembre et à la fin de l'année on obtient 1,49 mg/litre.

9. **Calcium.**

Comme il a été dit plus haut, le calcium occupe une place prépondérante parmi les corps divers que la mer tient en solution. Nous ne reviendrons pas ici sur les différentes théories au sujet de la répartition et des fluctuations du Ca dans l'eau de mer; nous rappellerons uniquement la marche à suivre pour le calcul de la concentration théorique, d'après la méthode de H. WATTENBERG.

Nous disions plus haut, que les observations de E. G. MOBERG et R. REVELLE (1937) et de H. W. WATTENBERG (1939) ont montré que, dans l'eau océanique, l'augmentation du rapport Ca/Cl avec la profondeur est équivalente à l'augmen-

tation de l'alcalinité. Ceci indique que des variations de l'alcalinité et du calcium ont une même origine, notamment, la précipitation ou la redissolution du carbonate de calcium.

Comme les variations du rapport alcalinité/chlorinité dans les eaux océaniques sont associées à des fluctuations correspondantes du rapport Ca/Cl, la teneur en Ca de l'eau de mer peut être déduite de l'alcalinité, par l'expression suivante :

$$\text{Ca (mg-atome/l)} = \frac{\text{Alcalinité}}{2} + 0.564 \times \text{chlorosité}$$

Calculs.

Chlorosité. On entend par chlorosité, le chiffre obtenu en multipliant la chlorinité d'un échantillon d'eau par la densité à 20 °C. Par les tables de M. KNUDSEN, on connaît la densité à 0°C ou σ_0. Pour passer à σ_{20}, il suffit de faire les opérations suivantes. Supposons une densité $\sigma_0 = 25{,}94$ pour $Cl = 17{,}87$. D'après la table de M. KNUDSEN (p. 41-42), pour une température de 20 °C, on a pour les densités comprises entre 25 et 26 :

$$3{,}226 - 3{,}170 = 0{,}056$$

on a alors :

$$\frac{0{,}94 \times 0{,}056}{100} = 0{,}05264$$

on additionne ce résultat au plus petit chiffre dans la soustraction primitive :

$$3{,}170 + 0{,}05264 = 3{,}22264$$

résultat qu'on soustrait de σ_0 soit

$$25{,}94 - 3{,}22264 = 22{,}71736$$

la densité σ_{20} sera alors : 1,02271.

Il est maintenant facile de calculer la chlorosité en multipliant la chlorinité par la densité à 20 °C.

On introduit cette valeur dans la formule de H. WATTENBERG et on obtient le Ca en mg atomes par litre. Il suffit de multiplier ce chiffre par le poids atomique du Ca 40,08 pour obtenir le poids réel en mg/litre.

Afin de faciliter les transformations nécessaires pour obtenir σ_{20}, nous transcrivons ici les nombres nécessaires :

Densité entre 24-25 : $3{,}170 - 3{,}115 = 0{,}057$;
Densité entre 25-26 : $3{,}226 - 3{,}170 = 0{,}056$;
Densité entre 26-27 : $3{,}282 - 3{,}226 = 0{,}056$;
Densité entre 27-28 : $3{,}338 - 3{,}282 = 0.056$;
Densité entre 28-29 : $3{,}394 - 3{,}338 = 0{,}056$.

La concentration moyenne en Ca pour 1951 et 1952 est respectivement 459,1 et 453,2 mg/litre, ce qui nous donne un rapport Ca/Cl moyen de 0,02388. Lorsqu'on compare cette concentration avec celle obtenue par E. GOEDECKE (1937) (tabl. 104), on voit que cet auteur renseigne en janvier 1935 et février 1936 une concentration en Ca de 474,1 mg/litre, valeur un peu supérieure aux moyennes trouvées au « WEST-HINDER » en 1951-1953, mais semblable à celle trouvée en mars 1951 : 474,6 mg Ca/litre.

E. GOEDECKE (1937) et K. KALLE (1937) ont fait remarquer qu'on peut reconnaître dans cette partie de la mer du Nord neuf régions naturelles, en ce qui concerne les eaux de surface, qui restent discernables aussi pour la teneur en Ca total. Les régions côtières situées devant les estuaires et dans des zones où l'influence de ces derniers se fait encore sentir, se distinguent par de très grosses valeurs des concentrations en Ca total (fig. 75).

Ainsi, les régions devant l'estuaire du Thames, du Rhin et de la Meuse, puis la région entre Seine et Somme et, plus loin, au nord de la région de Texel près du Helder.

En ce qui concerne le facteur Ca/Cl moyen assez élevé : 0,02388, les diverses valeurs obtenues généralement pour l'Atlantique nord par différents chercheurs, le placent entre 0,02090 et 0,2177. Disons tout de suite que la mer du Nord méridionale constitue un cas particulier et qu'il est difficile de comparer les rapports obtenus ici avec ceux de régions à influence côtière absolument inexistante.

Quant aux variations saisonnières, chaque année (1951-1953) a présenté une période à minimum, au mois d'avril, pour 1952 et 1953, et au mois de juin, pour 1951 (fig. 86).

10. **Magnésium.**

La concentration en magnesium et ses variations ont, en réalité, été fort peu étudiées. On sait, d'après les analyses de W. DITTMAR, recalculées par J. LYMAN et R. FLEMMING (1940), que le rapport du magnésium à la chlorinité est égal à 0,06801 (H. W. HARVEY, 1949). T. J. THOMPSON et H. F. WIRTH (1930), se basant sur un certain nombre d'analyses effectuées par d'autres chercheurs et sur les leurs propres, donnent à ce rapport la valeur de 0,06694.

Les rapports de Mg/Cl pour 1951-1953, au « WEST-HINDER », sont respectivement de 0,06890 et 0,06888, valeurs un peu supérieures au rapport publié par J. LYMAN et R. FLEMING.

Nous avons résumé, au début de ce travail (p. 312), les principales notions sur le magnésium que nous possédons. Comme on peut le voir par les résultats figurant dans le tableau 135, les variations sont minimes et n'ont pas excédé en 1951 une différence de plus de 62 milligrammes au litre. En 1952, les résultats mensuels donnent une différence encore moindre : 43,5 mg/litre. Ce qui permet de supposer, en attendant un nombre d'analyses plus considérable, que les concentrations, au « WEST-HINDER », semblent être relativement stables et ne varient que fort peu au cours de l'année.

A titre de comparaison encore, voyons les analyses de M. KNUDSEN (1899) faites sur les eaux entre les îles Faeroe et l'Islande (tabl. 134).

TABLEAU 134.

Comparaison entre les concentrations en magnésium obtenues au « WEST-HINDER » et en Atlantique nord.

	Stations	MgO mg/litre	Mg mg/litre
M. KNUDSEN	3	1.958,0	1.181,0
	11	2.050,0	1.236,0
	22	2.270,0	1.369,0
NORWEGIAN NORTH ATLANTIC EXPEDITION	52	2.249,0	1.356,0
		2.177,0	1.313,0
Mer Flamande 1951			1.321,5
1952			1.306,6

TABLEAU 135.

Variations mensuelles du calcium et du magnésium au bateau-feu « WEST-HINDER ».

Mois	Ca mg °/₀₀	Mg mg °/₀₀	Rapport Ca/Mg	Rapport Mg/Cl
		1951		
I	467,1	1324,6	0,3526	0,06842
II	477,2	1320,2	0,3614	0,06865
III	474,6	1313,0	0,3614	0,06845
IV	452,5	1342,0	0,3372	0,06975
V	425,0	1312,0	0,3230	0,07053
VI	401,6	1301,6	0,3085	0,07066
VII	426,6	1318,0	0,3236	0,06893
VIII	452,5	1306,0	0,3464	0,06823
IX	479,9	1320,0	0,3635	0,06954
X	473,3	1313,0	0,3604	0,06954
XI	446,6	1363,0	0,3276	0,07091
XII	438,3	1327,0	0,3302	0,06893
		1952		
I	468,3	1290,0	0,3630	0,06865
II	449,8	1281,0	0,3512	0,06912
III	431,6	1295,0	0,3332	0,07057
IV	423,3	1279,0	0,3309	0,06854
V	455,5	1304,5	0,3493	0,06909
VI	457,9	1322,5	0,3463	0,06913
VII	469,5	1313,5	0,3575	0,06859
VIII	457,9	1295,4	0,3535	0,06753
IX	464,9	1295,4	0,3589	0,06832
X	463,6	1313,5	0,3530	0,06876
XI	443,8	1300,0	0,3413	0,06951
XII	453,2	1318,0	0,3438	0,06886

TABLEAU 135 (*suite*).

Mois	Ca mg °/oo	Mg mg °/oo	Rapport Ca/Mg	Rapport Mg/Cl
		1953		
I	462,5	1345,0	0,3438	0,07116
II	448,5	1266,0	0,3542	0,06788
III	443,8	1254,8	0,3536	0,06924
IV	420,5	1244,9	0,3377	0,06714
V	443,8	1300,0	0,3413	0,07061
VI	452,0	1309,1	0,3452	0,07011
VII	453,8	1332,0	0,3406	0,06995
VIII	450,1	1311,4	0,3432	0,06894
IX	455,7	1319,3	0,3454	0,06932
X	452,0	1327,5	0,3404	0,07001
XI	457,5	1322,9	0,3458	0,06897
XII	459,0	1309,0	0,3506	0,06816

La transformation de MgO en Mg a été obtenue en multipliant la première valeur par le facteur analytique 0,6032.

*
* *

En guise de conclusion à ce chapitre, les données numériques, au sujet de l'eau du « WEST-HINDER » établies dans les pages précédentes, sont rassemblées sous forme de moyennes et font l'objet du tableau récapitulatif pour la période 1951-1953 (tabl. 136).

TABLEAU 136.

Tableau récapitulatif des moyennes et des facteurs moyens.

Eaux du « WEST-HINDER », période 1951-1955.	
Salinité Σ °/oo ...	34,19
Alcalinité HCl N °/oo	2,454
Sulfates SO_4 mg °/oo	2.672,0
Rapport SO_4/Cl ..	0,1412
Ca^{++} mg °/oo ...	452,3
Rapport Ca/Cl ...	0,02393
Mg^{++} mg °/oo ...	1.303,3
Rapport Mg/Cl ...	0,06895

Cette table représente le travail de cinq années d'analyses régulières, faites dans les conditions les meilleures possible. Elle constitue donc une contribution à la connaissance du milieu marin de la Mer Flamande.

Le tableau récapitulatif 136 a été publié dans notre étude sur le « WEST-HINDER » en 1957. Dans les deux tableaux suivants (tabl. 137 et 138), nous avons groupé les mesures de la salinité et de l'alcalinité que nous avons pu exécuter jusqu'en 1966. Nous avons joint à chaque moyenne mensuelle, le nombre de dosages effectués.

TABLEAU 137.

Moyennes mensuelles de la salinité ‰ au bateau-phare « WEST-HINDER ».
(Période 1951-1966.)

	1951	N	1952	N	1953	N	1954	N	1955	N	1956	N	1957	N	1958	N
I	34,95	31	34,49	15	34,09	14	34,32	13	34,42	13	34,39	28	34,67	9	34,59	9
II	34,78	28	33,80	13	33,70	11	34,18	10	34,74	11	34,03	29	34,91	8	34,73	8
III	34,63	31	34,05	14	32,95	12	34,81	12	33,40	13	34,10	12	34,78	7	34,24	9
IV	34,77	30	33,64	12	33,50	12	34,26	13	32,87	13	33,66	13	33,94	9	33,40	8
V	33,60	30	34,34	14	33,21	12	33,78	12	34,58	13	33,20	11	33,31	9	33,94	9
VI	33,41	30	34,46	12	33,71	12	34,65	11	34,52	12	34,17	12	32,52	8	34,45	9
VII	34,35	31	34,44	12	34,45	14	34,81	14	33,78	13	34,42	12	34,02	8	34,33	9
VIII	34,65	22	34,68	11	34,38	12	34,73	12	32,92	12	34,48	11	34,70	8	34,47	8
IX	34,40	14	34,26	13	34,36	12	34,80	11	33,79	12	34,44	11	34,70	9	34,30	9
X	34,40	13	34,52	13	34,26	14	34,89	13	34,05	13	34,43	11	34,22	9	34,40	9
XI	34,63	13	34,30	12	34,64	12	34,98	13	33,87	11	33,53	13	34,53	8	33,71	8
XII	34,79	13	33,84	12	34,72	12	35,08	12	34,07	13	33,97	12	34,24	9	33,90	9
Moyennes	34,42	286	34,24	153	34,01	149	34,61	146	33,91	149	34,09	175	34,20	101	34,21	104

	1959	N	1960	N	1961	N	1962	N	1963	N	1964	N	1965	N	1966	N	Total	N
I	34,37	8	34,74	3	34,21	3	34,88	4	33,45	4	33,74	5	34,67	4	34,42	4	34,50	167
II	33,59	8	34,62	4	34,58	4	34,14	4	33,19	3	33,69	4	32,84	4	34,62	4	34,24	153
III	33,56	9	34,90	5	33,97	4	33,10	4	34,41	4	34,11	4	33,52	5	34,56	9	34,13	154
IV	34,35	7	34,68	4	34,07	3	34,22	4	34,59	4	34,27	5	34,54	4	34,22	10	34,04	151
V	33,56	7	34,23	3	34,13	4	32,86	4	34,76	5	34,62	4	34,75	4	34,55	10	33,88	151
VI	33,28	7	33,73	2	33,70	4	34,10	4	34,55	4	34,32	4	34,81	5	34,36	10	33,98	146
VII	34,35	8	35,01	2	34,14	4	34,31	4	34,74	5	34,38	5	34,57	4	34,50	10	34,38	155
VIII	34,34	9	34,83	2	34,81	5	34,90	4	34,73	4	34,73	4	34,79	4	34,36	9	34,45	137
IX	33,19	8	34,73	3	34,70	4	34,56	4	34,54	4	34,69	5	34,80	5	34,26	9	34,35	133
X	34,03	7	34,78	1	34,75	3	34,33	5	34,57	5	34,47	4	34,59	4	34,30	6	34,40	130
XI	34,60	5	34,46	5	34,38	5	34,39	4	34,67	4	34,21	4	33,74	4	34,09	10	34,27	131
XII	34,84	5	34,17	4	34,46	4	33,76	4	34,39	4	34,49	5	34,92	5	34,28	11	34,37	134
Moyennes	33,96	88	34,57	38	34,34	47	34,13	49	34,42	50	34,31	53	34,38	52	34,36	102	34,30	1.742

TABLEAU 138.

Moyennes mensuelles de l'alcalinité au bateau-phare « WEST-HINDER ».
(Période 1951-1966.)

	1951	N	1952	N	1953	N	1954	N	1955	N	1956	N	1957	N	1958	N
I	2,328	31	2,407	15	2,587	14	2,511	13	2,444	13	2,563	28	2,446	1	2,420	9
II	2,256	28	2,364	13	2,636	11	2,515	10	2,454	11	2,515	29	2,374	5	2,419	8
III	2,256	31	2,322	14	2,502	12	2,459	12	2,498	13	2,510	12	—	—	2,410	9
IV	2,189	30	2,353	12	2,670	12	2,498	13	2,428	13	2,554	13	—	—	2,367	8
V	2,247	30	2,337	14	2,617	12	2,530	12	2,552	13	2,539	11	—	—	2,355	9
VI	2,264	30	2,323	12	2,657	12	2,493	11	2,621	12	2,517	12	—	—	2,335	9
VII	2,266	31	2,316	12	2,629	14	2,513	14	2,586	13	2,506	12	2,433	8	2,388	9
VIII	2,202	22	2,306	11	2,509	12	2,512	12	2,612	12	2,442	11	2,390	8	2,382	8
IX	2,216	14	2,332	13	2,478	12	2,596	11	2,649	12	2,399	11	2,403	9	2,359	9
X	2,253	13	2,343	13	2,498	14	2,380	13	2,627	13	2,422	11	2,405	9	2,357	9
XI	2,327	13	2,397	12	2,414	12	2,430	13	2,695	11	2,376	13	2,366	8	2,364	8
XII	2,373	13	2,414	12	2,443	12	2,458	12	2,793	13	2,388	12	2,360	9	2,377	9
Moyennes	2,245	286	2,350	153	2,550	149	2,488	146	2,579	149	2,489	175	2,392	57	2,378	104

	1959	N	1960	N	1961	N	1962	N	1963	N	1964	N	1965	N	1966	N	Total	N
I	2,393	8	2,409	3	2,357	3	2,356	4	2,348	4	2,251	5	2,373	4	2,423	4	2,438	159
II	2,409	8	2,403	4	2,347	4	2,389	4	2,399	3	2,383	4	2,393	4	2,354	4	2,418	150
III	2,403	9	2,351	5	2,370	4	2,250	4	2,306	4	2,400	4	2,378	5	2,436	9	2,386	147
IV	2,427	7	2,458	4	2,382	3	2,324	4	2,395	4	2,433	5	2,390	4	2,402	10	2,400	142
V	2,445	7	2,437	3	2,350	4	2,334	4	2,383	5	2,361	4	2,405	4	2,407	10	2,411	142
VI	2,414	7	2,411	2	2,379	4	2,380	4	2,393	4	2,369	4	2,376	5	2,388	10	2,415	138
VII	2,397	8	2,262	2	2,409	4	2,387	4	2,486	5	2,406	5	2,365	4	2,355	10	2,420	155
VIII	2,384	9	2,230	2	2,340	5	2,395	4	2,382	4	2,422	4	2,348	4	2,332	9	2,390	137
IX	2,415	8	2,277	3	2,347	4	2,385	4	2,329	4	2,387	5	2,365	5	2,295	9	2,402	133
X	2,388	7	2,336	1	2,342	3	2,390	5	2,312	5	2,279	4	2,372	4	2,304	6	2,395	130
XI	2,365	5	2,327	5	2,356	5	2,328	4	2,272	4	2,397	4	2,394	4	2,239	10	2,390	131
XII	2,375	5	2,335	4	2,348	4	2,379	4	2,368	4	2,256	5	2,374	5	2,243	11	2,415	134
Moyennes	2,402	88	2,360	38	2,360	47	2,359	49	2,365	50	2,361	53	2,373	52	2,344	102	2,404	1.698

CHAPITRE V

Les diverses masses d'eau en mer du Nord et leurs caractéristiques.

Les régions naturelles.

Les très nombreuses recherches dont la température et la salinité ont fait l'objet, ont conduit à des conclusions assez inattendues peut-être, mais du plus haut intérêt biologique. Elles ont été mises en évidence par G. DIETRICH (1950) qui, au moyen des variations de ces deux facteurs, depuis la surface jusqu'au fond, est parvenu à subdiviser la Manche et la mer du Nord en régions hydrographiques, favorisant ainsi, sans aucun doute, les recherches futures d'écologie marine.

Au moyen de deux exemples, pris l'un en mer du Nord centrale, l'autre en Manche, G. DIETRICH arrive à établir cette subdivision.

Dans le premier exemple, pris en mer du Nord centrale, la salinité reste presque complètement constante depuis la surface jusqu'au fond de 100 m. La fluctuation annuelle avec 0,3 ‰, est vaguement indiquée et le maximum annuel, de 35,12 ‰ en février, se dégage très faiblement. En ce qui concerne la répartition verticale de la température, après l'homothermie hivernale, il se produit une couche superficielle d'une épaisseur d'environ 20 m, qui, à l'approche de la convection automnale, progresse de plus en plus profondément jusqu'à la dissolution finale, dans l'homothermie hivernale, de la colonne aquatique. La variation annuelle dans cette couche superficielle comporte 8,3 °C. Sous cette couche s'en trouve une autre subissant une diminution de température très forte — le thermocline estival — qui se montre dans son plein développement en juillet-août. En dessous du thermocline on trouve une évolution annuelle régulière : l'homothermie complète jusqu'au fond y est maintenue durant toute l'année.

Le second exemple, pris en Manche, offre comme caractéristique principale une homogénéité presque complète, depuis la surface jusqu'au fond, non seulement en ce qui concerne la salinité comme pour le premier exemple, mais aussi pour la température. La fluctuation annuelle de la salinité, de 0,1 ‰, avec un maximum en décembre jusqu'en février, est insignifiante. La fluctuation annuelle de la température, de 6,8 °C, avec le maximum en septembre, reste de même relativement petite.

Les deux représentations, la régionale sur la carte et la locale dans les diagrammes (fig. 87), se complètent mutuellement. La première permet de reconnaître et de délimiter des régions naturelles ayant leur structure hydrographique propre, la seconde, de faire apparaître l'ensemble des phénomènes typiques qui caractérisent l'évolution annuelle de la stratification de ces régions, grâce au choix adéquat des points.

L'étude de G. DIETRICH est basée sur la température et la salinité. En laissant de côté la grande partie de son tableau consacrée à la Baltique, nous pouvons cependant retenir les détails suivants en ce qui concerne notre région.

Nous n'insisterons pas ici sur la méthode suivie par l'auteur pour aboutir à ses conclusions ; nous nous contenterons d'énumérer ces dernières.

1° Homohalinité thermique toute l'année (Σ ‰ au fond — Σ ‰ de la surface : <0.25 ‰).

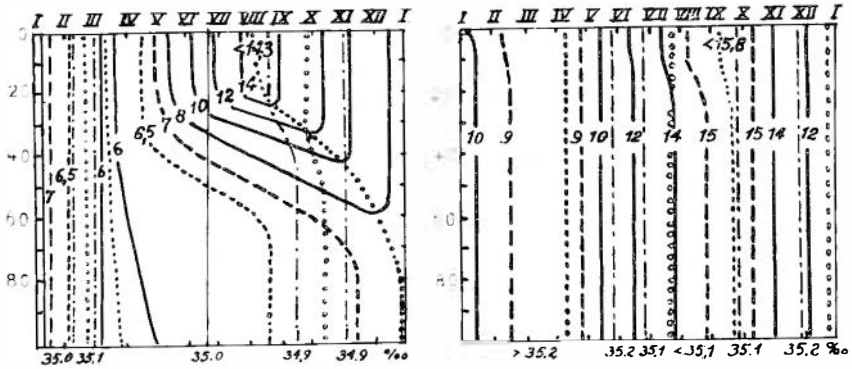


FIG. 87. — Températures et salinités en mer du Nord centrale et en Manche (G. DIETRICH, 1950).

A. — Stratification thermique périodique ou durant toute l'année (Région A_1) t° du fond — t° de la surface $>1°$ en août.

B. — Homothermie durant toute l'année (Région A_2) t° du fond — t° de la surface $<1°$ toute l'année) (mer d'Irlande sans la partie moyenne, Manche moyenne et orientale, mer du Nord méridionale, les eaux entre l'Ecosse du Nord et les îles Shetland, le Deutsche Bucht).

2° Stratification saline périodiquement ou toute l'année (Σ du fond — Σ ‰ de la surface $>0{,}25$ ‰).

A. — Couche superficielle avec évolution modérée annuelle de la salinité (déviation annuelle >3 ‰).

a) Couche profonde avec variation régulière annuelle de la salinité (Région B_1) (mer du Nord du Nord-Est, Baltique >100 m de profondeur.)

b) Couche profonde sans variation régulière de la salinité (Région B_2). (Baltique proprement dite avec des profondeurs dépassant 40-80 m.)

B. — Couche superficielle avec de fortes variations annuelles de la salinité (Déviation >3 ‰).

a) Couche profonde avec variations régulières annuelles de la salinité (Région B_3). (Skagerrak, sans la partie méridionale, Kattegat, Belt, fjords à entrées très profondes.)

b) Couche profonde sans variations régulières mensuelles de la salinité (Certains fjords).

Il y a dans cette coordination de l'ensemble envisagé, purement formelle en apparence, un sens plus profond : les six régions ont chacune certaines propriétés physiques et chimiques en commun, coordination basée d'ailleurs sur la stabilité de la stratification et de son évolution durant l'année.

D'après son degré de stabilité, la zone benthique est dominée par des influences convectives ou advectives et les possibilités de convection sont réellement réduites à mesure que la stabilité augmente, de sorte qu'un renouvellement de la couche inférieure, par brassage vertical, avec les couches près de la surface, devient absolument impossible. Seuls, des phénomènes d'ordre très subordonné, comme la diffusion et la conduction physique de la chaleur, se manifestent encore.

En ce qui concerne cette couche près du fond, le renouvellement de l'eau reste alors restreint à la diffusion latérale. Si, en plus, la configuration du fond infère aussi cette possibilité, le cycle annuel y devient impossible et le renouvellement reste lié à des circonstances inaccoutumées, conséquence, le plus souvent, de troubles météorologiques en surface.

Un principe de classification basé sur la stabilité de la stratification et son évolution dans le temps, doit considérer simultanément la force et l'évolution dans le temps, du renouvellement des eaux profondes. En se basant sur ces considérations, G. DIETRICH a subdivisé la mer du Nord et le Pas-de-Calais en plusieurs régions (fig. 88).

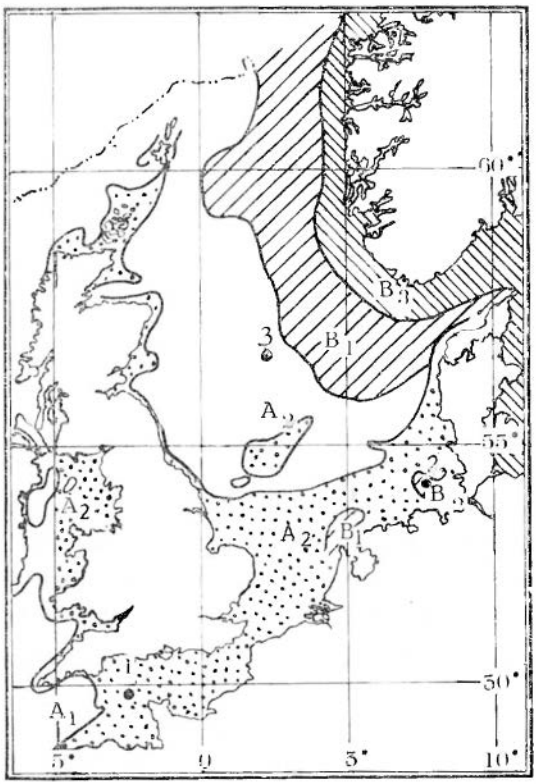


FIG. 88. — Régions hydrographiques en mer du Nord et en Manche (G. DIETRICH, 1950).
(Plateau continental atlantique, mer d'Irlande moyenne, mer du Nord centrale et occidentale.)

RÉGION A_1. — Cette région ne subit pas la stratification saline durant toute l'année, mais bien la stratification thermique, sauf en hiver. Elle garde la forme de progression annuelle de la stratification de l'océan Atlantique nord, qu'on y remarque dans les 200 premiers mètres. Cette stratification hivernale indifférente permet un profond renouvellement sur le plateau continental, jusqu'aux dernières couches d'eau. Du printemps jusqu'en automne, ce renouvellement convectionnel est rendu impossible par l'existence du thermocline. La figure 87 montre un exemple dans la mer du Nord centrale de la stratification caractéristique dans cette région.

RÉGION A_2. — Cette région n'est pas soumise à la stratification et demeure en circulation durant toute l'année. Contrairement à ce qui se passe dans la région A_1, un renouvellement convectif jusqu'au fond se manifeste continuellement. La figure 87 montre un exemple typique dans la Manche. Dans une couche d'eau peu profonde, de 10 à 20 m, en dehors du cas des estuaires, on peut s'attendre, malgré tout, à une circulation continue; la couche homogène peut, en effet, atteindre ces profondeurs et être maintenue en circulation, même aux époques de réchauffement intense de la couche superficielle, par l'action du vent et de la houle.

La région A_2 ne se limite toutefois pas à ce seul cas concret. Elle s'étend sur une vaste étendue, sur de réelles, plus grandes profondeurs : plus de 100 m. La colonne d'eau reste néanmoins en circulation durant toute l'année, de la surface jusqu'au fond, et ne subit pas la stratification thermique. Ces parties de la région A_2 sont régulièrement situées dans des territoires où les courants de marée sont intenses. Le brassage, sous l'action bien connue, en surface, du vent et des courants de marée, développe un très fort brassage de la masse. L'augmentation de la vitesse du courant est telle qu'il n'est plus possible qu'une stratification estivale s'établisse. La colonne entière reste ainsi non stratifiée durant toute l'année.

Ce brassage constant peut avoir une portée très considérable. Au sujet de l'exemple cité pour la Manche on peut rappeler ses effets en océanographie et en climatologie (G. DIETRICH, 1950), de même que dans le mécanisme de la sédimentation (O. PRATJE, 1950). Il exerce son influence sur la circulation de la matière nutritive et il serait particulièrement intéressant d'en étudier les conséquences biologiques.

Dans la région A_2, la turbulence peut augmenter de telle façon que non seulement la salinité mais aussi la température restent constantes durant toute l'année, respectivement à 1/100 ‰ et 1/100 °C près, dans toute la colonne d'eau.

Ceci constitue une preuve de la dissolution de la moindre tendance à stratification. La variation journalière de la température en surface qui dans notre région étudiée, sous nos latitudes, en été, atteint 0,2 °C, le montre aussi. Le brassage est ainsi complet.

Il reste à observer que le brassage de l'eau jusqu'au fond, dans des régions si riches en courants de marée, se produit en ordre de grandeur d'heures et de minutes. Pour cette raison, des variations climatiques, même minimes, en surface, influencent immédiatement la colonne entière.

Il faut observer, en outre, que des êtres vivants doués de mouvements minimes ou même immobiles, subissent, sous l'influence de ce brassage intensif, de fortes variations de pression, plus que probablement capables de limiter leur aire d'extension. On peut se demander à ce sujet si les très fortes variations de pression qui

se produisent lorsque des « bulles » d'eau remontent, en un laps de temps très court, du fond vers la surface, ne seraient pas néfastes aux animaux et limiteraient ainsi leur répartition. C'est un problème de physiologie à résoudre.

RÉGION B_1. — Parmi les régions à stratification saline durant toute ou partie de l'année, seule la région B_1 nous intéresse directement. C'est la partie Nord-Est de la mer du Nord. Les autres régions décrite par G. DIETRICH (1950) appartiennent à la Baltique, au Skagerrak, au Kattegat, au Belt, etc., ainsi qu'aux fjords.

Dans cette région B_1, la stratification saline ne s'établit que durant une partie de l'année seulement. A cause d'elle, cette région possède une stabilité certaine. Le renouvellement par courants de convection des couches du fond est ainsi rendu difficile ici, ou devient rare ou impossible dans les autres régions B. Néanmoins, le comportement dans la région B_1, subissant l'influence des eaux de la Baltique, il est utile de s'étendre aussi, dans les lignes générales, sur ces régions.

La limite entre A_1 et A_2 disparaît au cours de l'hiver. Pendant le restant de l'année, toutefois, excepté dans les cas où l'eau est peu profonde, cette limite reste, en réalité, indépendante des influences météorologiques ou saisonnières, par sa soumission à la force des courants de marée. Les limites entre A_1 et B_1 et entre B_1 et B_3 subissent de telles influences depuis la surface.

Avec l'éloignement des côtes, le début de la plus forte dilution se déplace vers l'été. Pendant cette période, l'extension de la couche moins salée vers l'Ouest et le Sud-Ouest, en mer du Nord, est favorisée par la diminution considérable de la stratification thermique et des mouvements atmosphériques. Le contraire se produit en hiver. Le faible courant sortant de la Baltique et la convection non entravée par une stratification thermique, favorisent l'abaissement d'une stratification saline; les vents dominants du Sud-Ouest repoussent alors les eaux moins salées vers la côte norvégienne. Ainsi se produisent des déplacements annuels des limites entre A_1 et B_1 et entre B_1 et B_3 en mer du Nord. En outre, on peut s'attendre à des déplacements dus aux conditions atmosphériques dépendant des variations du vent. Des vents soutenus peuvent influencer l'extension d'une couche superficielle d'environ 10 à 35 m, pauvre en sels. Les limites dans la figure 88 sont basées sur les conditions moyennes estivales et correspondent donc à l'extension moyenne annuelle de la couche peu salée.

Dans la région B_3, on se trouve en présence d'une convection générale très profonde, comme le montre la diminution considérable de l'oxygène près du fond au cours des mois d'été et d'automne, lorsque la saturation devient inférieure, dans le Belt, à 60 %, comme J. P. JACOBSEN l'a montré en 1913. Les vents forts d'Est et l'entrée d'un courant dans la Baltique peuvent cependant refouler la couche peu salée dans la Baltique (H. WATTENBERG, 1940).

Dans les régions B_1 et B_3, lorsque la convection est interrompue par la stratification, le renouvellement de l'eau de fond reste soumis aux conditions advectives. On remarque aisément dans le Belt, une diminution très forte de l'oxygène due à l'éloignement des régions à renouvellement par convection. Lorsque le renouvellement advectif n'est plus régulièrement possible chaque année, la couche profonde ne subit plus de variation annuelle régulière pour la salinité et la température (Région B_2) et l'eau profonde de ces régions s'appauvrit en oxygène et contient parfois de l'hydrogène sulfuré.

Dans une eau bordière comme la mer du Nord, on peut facilement reconnaître des régions naturelles et des masses d'eau à caractères assez bien délimités. Plusieurs chercheurs ont tenté de définir ces caractères biologiques, chimiques et physiques. Notons à ce sujet les travaux de A. DEFANT (1929), E. GOEDECKE (1937), G. DIETRICH (1959, 1954), J. JOSEPH (1953), K. KALLE (1937), J. KREY (1952), T. LAEVASTU (1963), L. OTTO (1967), R. C. SMITH (1968) et H. THORADE (1931).

On entend ici par « masses d'eau » (Wasserkörper, Body of water), d'après A. DEFANT (1929), des masses qui, par leur origine commune ou par suite de forces similaires agissant sur elles, sont à considérer comme de parfaites entités.

C'est aux variations semblables de leurs propriétés physiques, chimiques ou biologiques qu'on parvient à reconnaître ces masses. On pourrait accumuler, dans ce but et en théorie, toute une série de propriétés les plus diverses, en vue de caractériser une masse d'eau bien individualisée. En pratique, cependant, on s'est contenté, pour plusieurs raisons, de deux ou trois de ces facteurs, ainsi : la mesure de la température, de la salinité, de la densité qui en dérive, ensuite, de la détermination de la saturation de l'oxygène.

Entre ces masses, il se manifeste des différences notables dans leur comportement, surtout quant à leur stabilité vis-à-vis d'autres influences qui se font sentir en mer. Cette différenciation devient encore plus importante lorsqu'on envisage les concentrations des diverses substances dites nutritives (K. KALLE, 1937).

La connaissance de ces masses d'eau est importante; il n'est, en effet, pas impossible qu'elles puissent donner lieu à une localisation déterminée de populations phytoplanctoniques typiques.

Dans son étude au sujet des substances nutritives comme moyen hydrographique de distinguer des masses d'eau, K. KALLE (1937) est amené à en décrire neuf, indiquées sur la carte (fig. 89). Nous nous limiterons à la situation au mois de janvier 1935; l'année 1936 a été consacrée à l'étude de la région plus au nord, notamment le Deutsche Bucht, où K. KALLE a reconnu d'autres masses d'eau mais qui nous intéressent moins directement.

L'étude de K. KALLE a d'autant plus d'importance pour nous que les coordonnées du « WEST-HINDER » sont $\varphi = 51°22'25''$ — $\lambda = 2°27'45''$. Le bateau-feu se trouve ainsi entre le gisement des stations « POSEIDON » 23 et 24 soit, respectivement, $\varphi = 51°34'$ — $\lambda = 2°36{,}5'$ et $\varphi = 51°33'$ — $\lambda = 2°21'$.

1. Le phénomène principal qui domine toute la région examinée est l'existence de la ligne légèrement ondulante qui traverse la mer du Nord méridionale en diagonale, en direction du Nord-Est. Elle représente la concentration maximum de la salinité des eaux océaniques.

De cette ligne se détachent trois embranchements, deux en direction ouest, un vers l'Est. Ces trois branches latérales produisent avec les langues d'eau de sens opposé, des phénomènes typiques traités plus en détail ci-après.

2. La branche la plus septentrionale en direction ouest, forme, un peu plus au Sud, avec une eau côtière, s'avançant en sens contraire, au moment de l'interpénétration, une espèce de tourbillon que K. KALLE désigne par « W » (gisement environ $\varphi = 50°45'$ N — $\lambda = 2°20'$ E). K. KALLE a choisi la dénomination : « NW-HOOFDEN-WIRBEL ». Il semble s'agir ici de la dissolution ultime du dernier



FIG. 89. — Croisière du « POSEIDON ». Résultats généraux. (K. KALLE, 1937.)

rameau de la masse d'eau reconnue par G. BOHNECKE (1922) s'écoulant sur un large fond, vers le Sud, le long de la côte écossaise-anglaise.

Cette observation ne constitue pas un fait nouveau ou singulier. P. M. VAN RIEL (1928) l'avait déjà signalé lorsqu'il étudia les moyennes mensuelles de la salinité en mer du Nord méridionale.

3. Au large de l'estuaire du Thames (environ $\varphi = 51°30'$ N — $\lambda = 1°40'$ E), l'eau de la rivière produit une langue d'eau s'avançant vers le Nord-Est avec, comme composante de sens contraire, la branche inférieure de la ligne d'eau océanique à salinité élevée. K. KALLE appelle cette région : « THEMSE ZUNGE mit GEGENZUNGE ».

4. Une masse d'eau est constituée par une eau côtière particulière située à $\varphi = 50°10'$ N et $\lambda = 1°$ E, qui n'est cependant pas identique à celle observée à la station 41 du « POSEIDON » à $\varphi = 49°55'$ — $\lambda = 0°40{,}2'$, soit beaucoup plus bas dans la Manche.

Cette eau constitue le « Sekundäres Kanalküstenwasser ».

5. Une autre eau côtière très caractéristique se trouve devant le cap Gris-Nez (gisement environ $\varphi = 50°55'$ N — $\lambda = 1°35'$ E). K. KALLE l'a nommé « KAP GRIS-NEZ KUSTENWÄSSER ».

6. Se rattachant à la région précédente, on trouve, en direction Nord-Est, une région plus large qui, par ses propriétés caractéristiques, se différencie distinctement de son entourage : c'est la région dénommée « BIOLOGISCHES ALTWASSER ».

7. Plus vers le Nord-Est, on rencontre une région très étendue, au large des estuaires Rhin-Meuse, complètement dominée par l'afflux de grandes masses d'eau sortant des deux fleuves par un delta collectif et leur mélange avec l'eau de mer. K. KALLE le désigne par « RHEIN-MAAS GEBIET ». Un examen attentif permet de subdiviser cette région en trois sections :

a) Une dirigée vers le Nord-Ouest : « SÜDLICHE ZUNGE », rencontrant une langue opposée (gisement $\varphi = 52°$N — $\lambda = 3°$ E),

b) Une « MITTLERE ZUNGE » dirigée vers le Nord (environ $\lambda = 3°20'$ E),

c) Une troisième dirigée vers l'Est, s'étirant le long de la côte vers le Nord-Nord-Est : « KÜSTENZUNGE ».

8. La masse d'eau suivante, très reconnaissable, est formée par les eaux sortant du « TEXEL ZEEGAT » et se dirige vers l'Ouest « TEXELZUNGE » (gisement : $\varphi = 53°$ N — $\lambda = 4°30'$ E).

9. Il reste enfin deux régions qui se distinguent de leur entourage par les rapports caractéristiques de leurs substances nutritives en solution. D'après leurs concentrations basses, K. KALLE les a appelées : « MINIMUM GEBIETE » (gisement respectivement $\varphi = 52°45'$ N — $\lambda = 4°$ E et $\varphi = 53°40'$ N — $\lambda = 4°45'$ E).

Le tracé légèrement ondulé de la ligne de salinité maximum qui représente les parties résiduelles de l'eau océanique entrée par le Pas-de-Calais et se dirigeant vers le Nord, se différencie très clairement.

Tout aussi aisés à reconnaître sont : le tourbillon « N. W. HOOFDEN-WIRBEL », la langue d'eau du Thames et l'embranchement opposé, de même que l'eau côtière au cap Gris-Nez.

L'eau côtière secondaire de la Manche ($\varphi = 50°16' — \lambda = 0°58'$) (n° 4) ainsi que le « BIOLOGISCHES ALTWASSER » ont une salinité qui n'est pas typiquement exprimée, en général.

On reconnaît très facilement la région de mélange Rhin-Meuse avec les particularités de la langue méridionale avec la langue d'eau opposée, la langue d'eau moyenne et la langue côtière, ainsi que la langue d'eau du Texel. Ces régions ne sont cependant pas très nettement caractérisées.

Au contraire, les deux régions biologiques à minimum ne sont pas situées par le comportement des isohalines.

En ce qui concerne la turbidité (fig. 33, p. 158), alors que le maximum de la salinité et le minimum de la turbidité coïncident dans la partie méridionale, où le courant océanique ne subit pratiquement pas de perturbation, ces deux paramètres caractéristiques de l'eau océanique se fourchent au Nord de $\varphi = 52°$. Le maximum de salinité se dirige d'ici vers l'Ouest et le minimum de la turbidité vers l'Est. A cet endroit, en effet, la salinité élevée diminue par l'afflux d'eau douce du Rhin venant de l'Est; le minimum de la turbidité, au contraire, ayant son origine à l'Ouest, est notablement augmenté par les masses d'eau extrêmement troubles se trouvant devant la côte anglaise, et dévié vers l'Est.

Sauf la masse d'eau secondaire de la Manche et la langue d'eau inférieure Rhin-Meuse, qu'on reconnaît en tout cas, quoique un peu plus faiblement, dans un gisement plus au Sud, toutes ces masses d'eau sont caractérisées par les rapports de la turbidité.

La répartition des silicates (fig. 72, p. 287), en mer du Nord, rappelle, dans les grandes lignes, les phénomènes fondamentaux déjà décrits plus haut, légèrement modifiés cependant.

Pour la première fois, on remarque l'apparition de la masse d'eau secondaire de la Manche. L'eau côtière au cap Gris-Nez est, au contraire, peu apparente. Le « BIOLOGISCHES ALTWASSER » (n° 6) paraît s'étendre vers le Nord sous la forme d'un ensemble de nombreux lambeaux. On peut supposer que cette formation ne serait qu'accidentelle, le vrai minimum des silicates se trouvant en général dans la région du véritable « BIOLOGISCHES ALTWASSER ». Toutes les autres masses d'eau apparaissent, en moyenne, d'une manière claire et non équivoque.

L'image formée par la répartition des phosphates, au contraire, est inexpressive par le fait des relations particulières de ces derniers. Il tombe sous les sens que les très petites différences entre les concentrations minima et maxima ne donnent pas lieu à beaucoup de particularités. Et cependant, malgré tout, en ce qui concerne ce facteur, on retrouve chacune des masses d'eau dont il a été question, si peu nettement caractérisées qu'elles soient. En ce sens, le « BIOLOGISCHES ALTWASSER » constitue un cas particulier car il se différencie non par une concentration minimum des phosphates mais bien par un maximum relatif.

Parmi les substances nutritives dont il est question ici, les nitrites sont, sans aucun doute, les corps les plus labiles. Cependant, leur répartition en mer du Nord est plus nette. En se référant à la carte (fig. 89) des résultats généraux obtenus au cours de la croisière du « POSEIDON » et à la carte de répartition des nitrites (fig. 41, p. 220), on ne retrouve pas le cours de la salinité maximum et la plupart des caractéristiques indiquées à ce sujet n'apparaissent plus.

Les seules masses d'eau qui subsistent de tout ce qui a été décrit plus haut sont : la langue d'eau du Thames, la masse d'eau secondaire de la Manche, la langue d'eau côtière Rhin-Meuse et la partie inférieure des deux régions à minimum (n° 9). Malgré qu'il ne reste pas beaucoup de points d'attache avec la répartition de la salinité, on se trouve en présence d'un fait tout nouveau dans la répartition des nitrites.

Débutant à $\varphi = 52° N$ — $\lambda = 3° E$, se dessine une ligne environ parallèle à la ligne de salinité maximum, mais décalée vers le Nord-Est d'environ 20 milles marins représentant la concentration maximum des nitrites, soit 20 à 23 mg $N\text{-}NO_2$ par m^3, valeur absolument insolite pour les eaux océaniques de surface.

K. KALLE a proposé le terme de « SEKUNDÄRES NITRITMAXIMUM » pour ce phénomène qui semble posséder une signification plus générale. Son cours parallèle à la ligne de salinité maximum indique que sa formation a sans aucun doute une relation avec l'eau océanique et que, d'autre part, son début à la hauteur de l'estuaire Rhin-Meuse précise qu'il existe une connection avec les grandes quantités d'eaux de ces fleuves qui se déversent en mer.

Il est clair qu'on ne se trouve pas simplement en présence ici d'un prolongement des grandes concentrations de nitrites de l'eau douce des estuaires, puisque les deux maxima sont complètement séparés. Que l'eau douce puisse conserver de si hautes concentrations lors de son mélange à l'eau de mer, est à peine admissible. Il faut donc qu'il y ait des phénomènes secondaires qui provoquent, sur place, ce maximum élevé.

K. KALLE a essayé d'expliquer cet état de choses le mieux possible. Du point de vue biologique, cette bande de concentration maximum des nitrites constitue une région de mélange particulièrement intense. Le brassage qui constitue une modification de la salinité et des conditions d'existence optimales pour diverses associations d'organismes marins, a pour conséquence la mort de la plus grande partie des organismes planctoniques les plus délicats. Le catabolisme de ces restes d'organismes donne lieu à la mise en liberté, dans le milieu ambiant, de quantités de matières organiques. Une nouvelle communauté se développe dans ces conditions, constituée avant tout de bactéries. Il est donc, entre autres, possible que des bactéries nitreuses se développent en masse et manifestent leur présence par la production de nitrites, leur produit de déassimilation.

Il s'agirait donc ici, dans les très grandes lignes, d'un grand milieu fermé : « Région de mort » ou, autrement dit, d'une région à très forte activité catabolique et anabolique. De futures recherches devront établir la réalité de cette hypothèse.

Dans le cas du « SEKUNDÄRES KANALKÜSTENWASSER » à la station 42 du « POSEIDON », il se pourrait qu'on se trouve devant un phénomène analogue, à une échelle plus petite, puisqu'il ne s'agit ici que de concentrations de l'ordre de 10 mg de $N\text{-}NO_2$ par m^3.

Les masses d'eau d'une nature plus biologique qui ne se laissent pas caractériser par la seule salinité, sont particulièrement intéressantes. En premier lieu, la masse d'eau secondaire de la Manche qui, en plus petit, a probablement la même fonction que le mélange d'eau océanique et de la masse d'eau du delta Rhin-Meuse.

Ensuite, dans le cas du « BIOLOGISCHES ALTWASSER », il semble s'agir d'une masse d'eau très intéressante aussi du point de vue hydrographique. Tout semble indiquer que cette masse d'eau serait littéralement coincée entre la côte, l'eau océanique ascendante vers le Nord et les eaux du Rhin-Meuse se dirigeant vers l'Ouest. Cette masse serait ainsi réduite à elle-même et manifesterait un système hydrographique et biologique propre, correspondant à un appauvrissement en substances nutritives. Comme dérivés du P, on n'y trouve que les phosphates minéraux. Que ces derniers accusent une concentration un peu plus élevée que le P organique, renforce l'opinion que les manifestations vitales sont réduites à zéro et que des processus vitaux antérieurs, ne jouent pratiquement plus aucun rôle ici.

Les deux régions à minimum présentent un égal intérêt biologique. Tout se passe comme si, ici aussi, il s'agissait de reliquats de masses d'eau dans lesquelles les cycles vitaux sont achevés et qui attendraient une « fertilisation » par l'apport de nouvelles substances nutritives allochtones, par mélange avec d'autres masses d'eau de manière à rectifier une circulation de la matière qui n'est plus apte à servir de milieu à des cycles vitaux ultérieurs.

Toutes ces questions devraient être éclaircies au moyen de données supplémentaires, aussi du domaine biologique, qui pourraient nous renseigner davantage sur la fréquence et la légitimité de tels milieux à minimum.

L'étude de E. GOEDECKE (1937) sur les concentrations en Ca total et les rapports de l'alcalinité dans les « HOOFDEN », correspondant à la mer du Nord méridionale ou « MER FLAMANDE », en relation avec les recherches anciennes sur les concentrations en Ca, ont aussi conduit l'auteur à considérer ces concentrations comme pouvant contribuer à la reconnaissance des masses d'eau.

En résumant les résultats numériques obtenus par G. GOEDECKE, il est possible de constater, sans erreur possible, qu'à côté de la détermination des substances nutritives proprement dites, la détermination des concentrations du Ca et de la réserve alcaline, sont à même de servir comme moyen d'identifier les masses d'eau dans la région des « HOOFDEN ».

Plus on examine les résultats des dosages du calcium dans les eaux de surface, en les comparant aux résultats du dosage des substances nutritives, à la température et à la salinité, plus on se convainc que ce n'est pas toujours uniquement la répartition géographique des diverses composantes qui est à même de bâtir l'ensemble des masses d'eau dans les « HOOFDEN ». C'est bien plutôt la synthèse de toutes ces déterminations séparées qui permettra de conclure à la réelle existence de ces masses d'eau.

E. GOEDECKE définit ces dernières comme un ensemble qui se transporte en même temps que les masses d'eau des alentours en se renouvelant constamment à un point d'origine, sans qu'elles perdent leurs propriétés hydrographiques fondamentales en se mêlant à d'autres masses d'eau.

L'auteur a réussi à déterminer ainsi jusqu'à 12 régions dans les « HOOFDEN »; d'après son interprétation, ces différentes masses se retrouveraient toujours lors de recherches subséquentes et se prêteraient même à la représentation cartographique. Il est cependant encore prématuré de vouloir tracer des frontières rigides dans le territoire étudié, sur la base de ces premiers résultats; car on ne possède pas encore une conception claire de la situation moyenne de ces masses et de leurs variations saisonnières.

TABLEAU 139.

Les diverses masses d'eau en mer du Nord méridionale (*).

Auteurs K = KALLE; G = GOEDECKE		Dénominations
1.	K	Linie max. S °/oo
	G	Kanalstrom- und Hoofdenwasser
2.	K	N.W. Hoofden Wirbel
	G	N.W. Region
3.	K	Themsezunge
	G	Gebiet der Themse Mündung
4.	K	Sekundäres Kanalküstenwasser
	G	—
5.	K	Kap Griz-Nez Küstenwasser
	G	Küstenwasserregion vor Kap Griz-Nez
6.	K	Biologisches Altwasser
	G	Biologisches Altwasser (?)
7.	K	Rhein-Maasgebiet
	G K	Hauptgebiet des Holländisches Küstenwassers Südliche Zunge
	G K	Südliche Zunge Mittlere Zunge
	G K	Mittlere Zunge Küstenzunge
	G	Küstenzunge
8.	K	Texelzunge
	G	Küstenwasser region vorn Helder
9.	K	Minimumgebiete
	G	Minimumgebiete
10.	K	—
	G	Küstengebiet von Yarmouth-Lowestoft
11.	K	—
	G	Küstenwassergebiet zwischen Seine und Sommemündung
12.	K	—
	G	Region der Terschellingbankwasser

(*) Nous n'avons pas traduit les dénominations, les considérant comme des noms propres.

Dans une publication de 1934, A. WULFF avait indiqué quatre masses basées sur la salinité et des recherches planctoniques : 1. les eaux côtières de la Belgique et des Pays-Bas; 2. l'eau de la Manche; 3. la région des ramifications du tourbillon SW du Doggerbank; 4. le courant d'eau côtière est de l'Angleterre.

E. GOEDECKE a rassemblé dans un tableau sa nomenclature et la dénomination correspondante de K. KALLE, des diverses masses d'eau reconnues. Nous avons adopté les noms originaux sans chercher à déterminer un équivalent en langue française. En ce qui concerne les valeurs numériques, nous renvoyons à la publication originale (tabl. 139).

Comme il fallait s'y attendre, la concentration en calcium total croît depuis le centre des « HOOFDEN » — la région du courant de la Manche — en direction des côtes. La différence entre la répartition du Ca total dans le « DEUTSCHE BUCHT » et dans les « HOOFDEN » se manifeste dans le tracé des lignes «iso », beaucoup plus irrégulier dans l'eau du large des « HOOFDEN » que dans le « DEUTSCHE BUCHT ». Si elles s'étirent ici, pour ainsi dire, parallèlement à la côte, elles sont probablement influencées en « MER FLAMANDE » par la configuration spéciale de celle-ci avec sa large ouverture sur la mer du Nord septentrionale et la complication des courants qui règnent ici.

Les régions secondaires à minimum (fig. 89, p. 386) se confondent à peu près avec la ligne sinueuse à salinité maximum traversant la mer du Nord en diagonale.

Les régions devant les estuaires sont caractérisées par de fortes concentrations en Ca total; ce sont notamment les régions devant l'estuaire du Thames, devant l'estuaire Rhin-Meuse, ensuite entre la Seine et la Somme et, enfin, la région du Priel, dans le Waddenzee, du Texel Zeegat près du Helder.

Sur la côte anglaise, les deux régions devant Lowestoft-Yarmouth et la région au Nord-Ouest de la sortie des « HOOFDEN » se manifestent clairement. Les régions au-delà de la région nord-ouest sont des régions à concentrations en Ca total élevées.

Dans l'étude de L. OTTO (1967) sur les propriétés optiques et les masses d'eau de la mer du Nord méridionale, nous trouvons aussi des mentions relatives aux masses d'eau décrites dans tout ce qui précède. Au cours des recherches effectuées à bord du « WILLEM BEUKELSZ » du 30 janvier au 3 février 1967, on a surtout examiné la partie est de la « MER FLAMANDE » et prêté une attention particulière à la différence entre les masses d'eau résultant du mélange d'eau de mer et d'eaux provenant de sources continentales. L'auteur distingue notamment un mélange d'eau de l'Escaut et d'eau du Pas-de-Calais, et une autre originaire du mélange d'eau du Rhin et de la Meuse avec de l'eau provenant du Pas-de-Calais. Chacune de ces masses était supposée donner une relation linéaire entre la fluorescence et sa salinité.

L. OTTO a aussi proposé une masse : « WADDEN SEA WATER MASS ».

Il semble qu'on puisse faire une distinction entre l'eau côtière anglaise et l'eau côtière continentale et subdiviser cette dernière en d'autres masses dans lesquelles l'influence des apports d'eau douce est prédominante.

A. E. KRISS, se plaçant au point de vue bactériologique (1960), arrive à la conclusion qu'au contact de masses d'eau différentes on constate un accroissement

du nombre de bactéries, à cause de la mortalité parmi les populations planctoniques sensibles aux variations du milieu. Il rejoint ainsi les idées de K. KALLE au sujet des masses d'eau à minimum signalées pour les nitrites (1937). L'accumulation de matières organiques a pour conséquence une augmentation rapide des bactéries.

L'auteur pense pouvoir conclure que les variations dans la densité de la population bactérienne pourraient servir d'indice à certains phénomènes hydrologiques, dans des zones de convergence de masses d'eau d'origine différente, régions de mélange d'eau de mer et d'eau de rivière ainsi que le thermocline.

La microbiologie marine et ses relations avec l'hydrologie se trouvent encore dans un stade peu avancé, mais la découverte de formes bactériennes aisément discernables, associées à des masses d'eau bien définies, suggère la possibilité d'utiliser ces formes comme indicatrices de l'origine des masses d'eau et même pour la détermination quantitative des échanges d'eau.

Après avoir examiné les travaux de G. DIETRICH, K. KALLE, G. GOEDECKE, L. OTTO et finalement de A. E. KRISS, nous arrivons aux recherches très récentes de T. LAEVASTU (1963) et de J. H. FRASER (1965).

Dans le « Serial Atlas of marine environment », édité par l'« American geographical Society », T. LAEVASTU (1963) a défini dans le fol. 4, les caractéristiques des types d'eau en surface de la mer du Nord.

Pour des raisons d'ordre pratique, l'auteur définit les types de masses d'eau par les propriétés de la couche d'eau de surface (environ 1 m d'épaisseur), aisément observables au cours des traversées. Ces eaux ne possèdent pas de propriétés chimiques ou physiques constantes. C'est pourquoi, en plus des propriétés conventionnelles caractérisant les masses aquatiques, comme la température et la salinité, plusieurs autres propriétés sont à envisager. Les plus utiles, parmi elles, sont :

a) la turbidité, ensemble de plusieurs facteurs comme la présence de quantités élevées de phytoplancton, de matières colloïdales ou de matières organiques en suspension, ramenées du fond par les courants de convection, ou transportées par l'eau douce,

b) des propriétés biologiques, comme la présence de zooplancton spécifique et/ou des associations phytoplanctoniques et/ou des espèces indicatrices,

c) des propriétés physiques comme la profondeur de l'eau et/ou le type de la côte.

Les limites et les particularités des variations saisonnières de ces propriétés adoptées pour la caractérisation, sont également spécifiées ainsi que les variations saisonnières des brassages dans le sens horizontal et vertical.

TYPES DE MASSES D'EAU DE LA MER DU NORD.

Dans les tableaux accompagnant l'Atlas, T. LAEVASTU énonce les caractéristiques de huit types de masses d'eau en mer du Nord. Il indique en même temps les synonymes survenus par suite des classifications antérieures sur des bases différentes : K. KALLE, sur la base de propriétés hydrographiques et chimiques; F. S. RUSSELL, sur des associations zooplanctoniques et espèces indicatrices; M. GRAHAM, sur celle des types planctoniques; T. BRAARUD, F. RINGDAL GAARDER et J. GRONTVED, sur les associations phytoplanctoniques printanières.

Dans l'état actuel de l'étude, cependant, il est impossible d'attribuer des valeurs numériques exactes aux propriétés physiques (valeurs moyennes, ou stade saisonnier).

L'auteur ne renseigne pas les associations planctoniques, celles-ci n'étant pas encore clairement définies. Il indique enfin des références pour une classification biologique.

La figure 91 montre les limites moyennes d'hiver et d'été pour les huit types d'eau proposés par T. LAEVASTU. Il convient de considérer ces limites comme d'assez larges zones de transition, variables en un certain sens de saison en saison et d'année en année. Ces variations sont également la conséquence des variations dans les venues d'eau.

On a tenu compte des données au sujet de ces dernières d'après K. KALLE (1949).

Ces limites se rapportent aux conditions régnant à la surface. Elles peuvent être sensiblement différentes de celles se manifestant dans les eaux benthiques de certaines régions.

Les conditions en eau profonde peuvent être déterminées par les courants sur le fond, le brassage et la stratification.

On peut utiliser aussi la turbidité de l'eau en vue d'une caractérisation aisée et rapide du type d'eau (J. JOSEPH, 1953); cependant, le nombre de mesures effectuées jusqu'à présent en ce sens est encore trop restreint.

Variations saisonnières.

Les variations saisonnières se différencient par des modifications diverses des propriétés locales de l'eau de surface, causées par des processus d'échange eau-air, brassage vertical et diffusion latérale, et par des oscillations de l'étendue de la masse d'eau, dues aux fluctuations des venues d'eau et la direction et la force des vents dominants.

La température est la propriété des eaux de surface qui se mesure le plus aisément. Elle constitue ainsi la variation saisonnière la plus indicatrice et pour cette raison elle a été figurée par T. LAEVASTU. Dans chacun des graphiques, le gros trait central désigne les variations de la moyenne mensuelle de la température de surface (tirées des cartes I.C.E.S. établies à Lowestoft), les traits plus minces désignent les maximum et minimum mensuels moyens de la température de surface pour toute l'étendue du type de masse d'eau.

Plusieurs déviations de ces courbes indiquent différents processus, caractéristiques pour le type donné de masse d'eau. L'époque du « turn-over » en automne,

s'il se manifeste, est indiquée par une inflexion subite dans la courbe de la température moyenne; le réchauffement intensif vernal est indiqué par l'étroitesse entre les valeurs maxima et minima. La température près du fond est généralement indiquée à l'endroit où la ligne de la température mensuelle rejoint, est tangente à la courbe de température minime.

1. **Eau nord-atlantique.**

Caractéristiques. — Salinité élevée (>35 ‰); pauvre en substances nutritives; turbidité basse; relativement chaude en hiver, plus froide en été; variations de la température relativement minimes durant les saisons, ca 6°C; homohaline, mais stratification thermique; pas d'influence côtière directe; profondeur environ 100 m.

Répartition. — Périmètre de la mer du Nord entre les Orcades et les Shetland, en moyenne cependant au Nord des Shetland, se dirigeant vers le Sud et se mélangeant dans le tourbillon au Nord-Est du Doggerbank. La largeur de cette zone est considérablement plus élevée en hiver.

Synonymes. — K. KALLE : N. Atlantic Water; F. S. RUSSEL : N. Atlantic Water; M. GRAHAM : mixed oceanic and coastal water; T. BRAARUD et al. : Central Atlantic Community, le 1/3 septentrional, les 2/3 méridionaux : Atlantic Southward Extension Community.

2. **Eau de la Manche.**

Caractéristiques. — Salinité élevée (>35 ‰); pauvre en substances nutritives; turbidité basse; relativement chaude, principalement en hiver; variation saisonnière de la température ca 10 °C; homohaline et homotherme; influence côtière modérée; région peu profonde.

Répartition. — Entre par le Pas-de-Calais et s'avance en une bande étroite vers le Nord-Est pour atteindre le tourbillon NE du Doggerbank.

Synonymes. — K. KALLE : Channel water; F. S. RUSSEL : Channel water; T. BRAARUD et al. : Southern Bight Community.

3. **Eau du Skagerrak.**

Caractéristiques. — Salinité basse (<34 ‰); pauvre en matières nutritives; turbidité moyenne à basse; température basse; variation saisonnière ca 13,5 °C; variation saisonnière de la salinité prononcée; stratification durant toute l'année; influence côtière modérée; région profonde.

Répartition. — Mélange d'eau de la Baltique s'écoulant le long de la côte norvégienne. Une langue de cette eau atteint souvent la région centrale de la mer du Nord, vers le 59° N (type 7) et il s'y produit un certain mélange entre 57° et 58° N avec les eaux du type 8.

Synonymes. — K. KALLE : Skagerrak water; F. S. RUSSEL : Skagerrak water; M. GRAHAM : eau à *Sagitta setosa;* T. BRAARUD et al. : South norvegian coastal Community.

4. **Eau côtière écossaise.**

Caractéristiques. — Salinité moyenne (34-35 ‰); concentration des substances nutritives moyenne; turbidité moyenne à élevée; variation saisonnière de la température ca 7 °C; homohaline et homotherme; influence côtière très forte et brassage intense; région relativement peu profonde.

Répartition. — Eau atlantique, se dirigeant vers le Sud le long de la côte en provoquant des tourbillons dans les baies. Reçoit de l'eau douce de plusieurs rivières et subit un brassage sous l'influence de courants de marée très forts. La bande répartie le long de la côte est relativement étroite.

Synonymes. — K. KALLE, F. S. RUSSELL : Mixed scottish coastal water; M. GRAHAM : mixed oceanic and coastal water (comme le type 1); T. BRAARUD et al. : moitié septentrionale : Orkney-Shetland Community; moitié méridionale : Western coastal Community.

5. **Eau côtière anglaise.**

Caractéristiques. — Salinité basse (34-34,5 ‰); concentration en substances nutritives élevée; turbidité élevée; température basse; variation saisonnière de la température ca 11 °C; homohaline et homotherme; influence côtière très prononcée; région peu profonde.

Répartition. — Enclave sous forme de carène entre l'eau de la Manche (type 2) et l'eau nord-atlantique (type 1). Le courant se dirige généralement vers le Nord-Est, il atteint le centre d'un tourbillon au Sud du Doggerbank.

Synonymes. — K. KALLE : English coastal water; F. S. RUSSELL : English coastal water; M. GRAHAM : Mixed oceanic and coastal water et eau à *Sagitta setosa;* T. BRAARUD et al. : East Anglia coastal Community.

6. **Eau côtière continentale.**

Caractéristiques. — Salinité basse (<34 ‰); concentration élevée en substances nutritives; turbidité élevée; relativement froide en hiver, chaude en été; variation saisonnière de la température ca 13,5 °C; légère stratification haline au large des estuaires, mais généralement mélangée; influence côtière prononcée; région peu profonde.

Répartition. — Une bande étroite le long de la côte continentale (plus large dans le German Bight) et coulant vers le Nord dans le Skagerrak-Kattegat le long des côtes danoises.

Synonymes. — K. KALLE : Continental coastal water; F. S. RUSSELL : Continental coastal water, subdivisé en Flemish coastal et German Bight water; M. GRAHAM : coastal water; T. BRAARUD et al. : German Bight Community.

7. **Eau de la mer du Nord septentrionale.**

Caractéristiques. — Salinité moyenne à élevée (<34,5 ‰); concentration en substances nutritives moyenne à basse; turbidité basse; variation saisonnière de

la température ca 10 °C; stratification haline; influence côtière minime; région relativement profonde.

Répartition. — Eau principalement nord-atlantique (type 1) modifiée par des échanges locaux dans la mer du Nord. Englobe quelques mélanges des types 3 et 4. Courant variable et sous l'entière dépendance des vents (généralement en direction Sud-Est); bande étroite en hiver.

Synonymes. — K. KALLE; F. S. RUSSELL : North Central (subdivision de la mer du Nord centrale); M. GRAHAM : mixed oceanic and coastal water; T. BRAARUD et al. : Viking Bank and Cut Community.

8. **Eau de la mer du Nord centrale.**

Caractéristiques. — Salinité moyenne (34-35 ‰); concentration en substances nutritives moyenne; turbidité moyenne; variation saisonnière de la température ca 10,5 °C; homohaline; profondeur moyenne (relativement peu profonde sur le Doggerbank).

Répartition. — Couvre la partie centrale de la mer du Nord, surtout au-dessus du Doggerbank et plus haut vers le Nord-Est. C'est un mélange de 5 autres types.

Synonymes. — K. KALLE : Central North Sea water; F. S. RUSSELL : South Central (une subdivision de l'eau de la mer centrale); M. GRAHAM : Doggerbank Swirl et eau à *Sagitta setosa*; T. BRAARUD et al. : Doggerbank Community.

Le même problème envisagé du point de vue de la concentration en substances nutritives donne lieu à toute une série de considérations intéressantes qui complètent et amendent la subdivision précédente.

Les divers processus d'interaction de ces concentrations avec le phytoplancton, le zooplancton, le benthos et, finalement, avec la productivité ont été étudiés par G. A. RILEY (1946, 1963); H. W. HARVEY (1950); J. H. STEELE (1959); E. STEEMAN-NIELSEN (1963); J. H. RYTHER (1963). Pour la mer du Nord ce sont en particulier J. H. STEELE (1958) et D. H. CUSHING (1959) qui ont coté la productivité à divers niveaux trophiques et par rapport à toute une gamme de facteurs écologiques.

Dans les limites de toute classification d'une région complexe et variable telle la mer du Nord, on peut remarquer que les types de masses d'eau telles qu'elles ont été définies par T. LAEVASTU (1963), ou, mieux encore, comme elles ont été amendées par J. H. FRASER (1965), possèdent des degrés assez distinctifs dans la concentration des substances nutritives. Dans chaque type, cependant, il existe des variantes, associées à des influences océaniques, baltiques ou côtières.

En général, la concentration élevée dans la mer du Nord septentrionale, peut être attribuée à un courant d'eau océanique; dans la mer du Nord méridionale, c'est l'apport du drainage terrestre par les grandes rivières, qui détermine sa richesse.

L'eau, en mer du Nord septentrionale, subit la stratification thermique d'avril à octobre. Cette stratification conduit à des gradients très bien marqués dans les

concentrations des substances nutritives au niveau du thermocline et les cycles saisonniers de ces dernières apparaissent comme très différents dans les couches supérieure et inférieure.

La plus grande partie de la mer du Nord méridionale, la mer d'Irlande et la Manche orientale est virtuellement non stratifiée et le gradient vertical de ces concentrations est généralement peu prononcé (fig. 90).

Les variations de la concentration dans le courant de l'année ne se manifestent pas partout en même temps en mer du Nord et les eaux adjacentes, à cause des conditions écologiques diverses auxquelles les différentes populations phytoplanctoniques sont soumises. Les changements qui en résultent, cependant, soulignent plutôt la diversité des types de masses d'eau impliquées.

Variations annuelles et saisonnières.

Les concentrations les plus élevées survenant après brassage et minéralisation au cours de l'hiver, constituent l'indice initial du potentiel de productivité du phytoplancton. Ce phénomène conduit probablement à des situations dont les conséquences se font sentir à une très longue échéance.

Cet aspect de la question a été longuement étudié par L. H. N. Cooper (1938). Des relevés pour les maxima hivernaux en ce qui concerne les phosphates, les nitrates et les silicates ont été rassemblés par les laboratoires d'Aberdeen et de Lowestoft. Ces séries d'observations sont encore trop brèves pour permettre d'y discerner des tendances, mais, à présent, il semble bien se manifester des variations appréciables d'année en année (R. Johnston et P. G. W. Jones, 1965).

Le moment de production intense du phytoplancton vernal est très important pour les larves *Nauplii* de *Calanus,* fraîchement écloses et d'autres Copépodes constituant la nourriture du poisson à l'état larvaire.

Ce moment peut varier d'année en année, tout au plus de six semaines dans une région bien déterminée et dépend généralement de la rigueur et de la persistance de l'hiver. Ainsi l'hiver de 1961, précédant les concentrations des éléments figurés dans l'Atlas, a été d'une rigueur et d'une persistance moyennes et la croissance du phytoplancton a débuté à une date à peu près normale dans la région.

Phosphore minéral. — Le P se trouve dans l'eau de mer sous un certain nombre de formes; en partant de leur solubilité et leur réactivité, on a groupé celles-ci comme phosphate minéral libre, phosphate organique dissous, phosphore particulé.

Pour des raisons pratiques, le phosphate minéral (orthophosphate) a été étudié le plus couramment. La figure 70 montre les réapparitions bimensuelles dans les couches superficielles, exprimées comme d'habitude en microgramme-atome de $P\text{-}PO_4$ par litre, équivalent à 10^{-6} M PO_4 ou 30,98 microgrammes de P par litre.

Il apparaît clairement que les sources moyennes de phosphate minéral libre sont l'eau océanique qui exerce une influence très étendue dans la mer du Nord septentrionale, et les eaux des rivières de régions agricoles et industrielles de la Grande-Bretagne et de l'Europe septentrionale, qui affectent les eaux côtières de la mer du Nord méridionale.

Les données concernant le P total et ses subdivisions : P minéral, P organique, P particulé ne sont pas très abondantes et ont été groupées dans les figures de l'Atlas afin de fournir pour un certain type de masse d'eau de T. LAEVASTU, des valeurs admissibles comme étant assez représentatives.

Les huit histogrammes figurés dans l'Atlas montrent, pour autant qu'il soit possible, l'abondance relative de ces différentes formes de P. Ces histogrammes sont en général conformes à l'interprétation classique de H. W. HARVEY (1955), mais, en pratique, il se manifeste des déviations assez conséquentes de l'allure de la courbe telle qu'on l'avait prévue. Ceci pourraît être dû en partie aux difficultés dans l'échantillonnage et les procédés analytiques. Le P total reflète ainsi la quantité variable réelle du détritus en suspension et de la matière vivante de l'échantillon.

Dans les eaux peu profondes, la matière en suspension est soumise à l'influence des vents locaux (K. KALLE, 1937) et les variations des concentrations du P total sont relativement élevées, dans la Baie de Kiel par exemple (K. KALLE, 1937, 1956), pour laquelle les données du Bulletin Hydrographique (1951-1956) ont été groupées de manière à les réduire à des nombres plus réguliers.

Azote minéral. — Le cycle de l'azote en mer suit une courbe similaire à celle du P, les trois composés minéraux NH_3-NO_2-NO_3 pouvant être assimilés par le phytoplancton, du moins par certaines espèces (H. W. HARVEY, 1955). D'après la concentration relativement élevée de l'azote minéral et le phosphate disponible, l'assimilation observée de l'azote peut s'estimer de 7 à 20 fois plus élevée que celle du P, par rapport à l'utilisation des nitrates.

L'unité d'expression pour les nitrates est 1 microgramme-atome N-NO_3 par litre équivalant à 10^{-6} M nitrate ou 14,01 microgramme N par litre.

Dans les analyses de routine, on mesure généralement $NO_3 + NO_2$ puisque c'est la méthode analytique la plus aisée. Des mesures sûres de N-NH_4 n'ont pas été exécutées sur les eaux de la mer du Nord sur une échelle assez vaste permettant l'établissement de certaines valeurs typiques et des variations saisonnières.

Les concentrations en nitrites sont généralement minimes et n'ont pas été relevées dans les cartes de répartition des nitrates (actuellement nitrates + nitrites) de l'eau de surface. Le cycle du N est beaucoup plus compliqué que le cycle du P car, outre les trois formes de N minéral, il existe probablement plusieurs formes différentes de N organique soluble et insoluble, provenant des protéines et acides nucléiques de plantes et d'animaux ainsi que des produits d'excrétion.

Les cartes de répartition des nitrates sont moins complètes que les cartes correspondantes des phosphates, mais il est évident que plusieurs caractéristiques parallèles se présentent. Elles permettent de déterminer, par exemple, que les masses d'eau riches en nitrates sont les eaux océaniques et côtières. L'importante amenée d'eau océanique destinée à pourvoir à la haute concentration en nitrates de la mer du Nord septentrionale est très apparente. Cette quantité est néanmoins insuffisante pour équilibrer la quantité croissante de phosphates en vue d'une consommation par le phytoplancton.

Dans les eaux côtières de la mer du Nord méridionale, au cours de l'hiver, les concentrations des phosphates sont parfois trois fois plus élevées qu'en haute mer; l'augmentation du gradient correspondant des nitrates est d'environ 7.

On a pu observer, en outre, dans les eaux stratifiées de la mer du Nord septentrionale et de la partie ouest de la Manche, des maxima pour les nitrates, fin été et début automne, à une profondeur proche du thermocline. Il est vraisemblable qu'il s'agit ici du catabolisme bactérien du phytoplancton.

La silice minérale. — Comme le pense H.W. HARVEY (1955), la silice se trouve dans l'eau probablement en solution vraie plutôt qu'à l'état colloïdal, encore que les avis sont partagés à ce sujet. Cette opinion, en opposition avec des idées antérieures, est également partagée par L. G. SILLEN (1961).

La silice se trouve également sous forme particulée, dont la solubilité varie considérablement. On est beaucoup moins d'accord cependant au sujet de la nature du silicate qui réagit, dans les conditions normales, avec le molybdate. On sait aussi qu'on observe des résultats très différents d'après l'échantillonnage, la conservation et les procédés analytiques des différents laboratoires. En réalité, de telles différences ne sont pas assez considérables pour rendre obscure la présentation de la silice en solution.

Des échantillons prélevés en double pour les laboratoires d'Aberdeen et de Lowestoft, en vue de l'analyse contradictoire, ont montré des cas individuels de différences tout au plus de 2 microgrammes atome de Si par litre. La différence moyenne pour l'ensemble des échantillons était d'un ordre de grandeur beaucoup moindre.

L'unité d'expression habituelle est 1 microgramme-atome Si-silicate par litre, équivalant à 10^{-6} M silicate ou 28,06 microgrammes Si par litre.

Les informations au sujet de la répartition des silicates sont tellement peu nombreuses que certaines cartes ne sont pas aussi complètes qu'on ne l'aurait voulu. En général, cette répartition ressemble un peu à celle des nitrates. De même que pour P et N, en moyenne, leur origine est l'eau océanique et l'eau des grandes rivières. On ne possède pas de données permettant d'entamer une discussion sur les fluctuations annuelles des concentrations de la silice soluble.

Nous ne voulons pas terminer ce chapitre sans attirer l'attention sur le rôle que les populations bactériennes pourraient avoir à jouer dans la détermination des masses d'eau. En 1894, B. FISCHER avait déjà observé la pullulation de bactéries aux lisières des courants de surface. Il émit l'hypothèse que ce phénomène pourrait être dû à l'accumulation, à ces endroits, de masses de matières organiques mortes, dérivant avec le courant.

V. BUTKEVICH a remarqué en 1932 l'accroissement de la population bactérienne aux points de contact d'eau atlantique chaude et d'eau froide de la mer de Barents. D'après lui, une accumulation de bactéries aurait lieu dans des zones de mélange d'eaux dissemblables, provoquant ainsi la mort des organismes planctoniques, sensibles aux modifications apportées à leur milieu vital. On trouve aussi de très grandes quantités de ces micro-organismes à proximité des estuaires dans la zone de contact de l'eau douce avec l'eau de mer. Dans ces conditions, non seulement un fort gradient de température, mais aussi, les différences de salinité provoquent un accroissement de la population bactérienne, dans la zone de convergence de masses d'eau d'origine différente.

Il est clair qu'au contact d'eaux de densités déterminées, se crée une interphase dans laquelle la matière organique s'accumule, provoquant ainsi un développement accru de la population bactérienne.

Il n'est pas impensable que ces populations pourraient, elles aussi, servir de caractéristiques hydrologiques à des masses d'eau dissemblables (A. F. KRISS, 1963).

L'étude de zones de répartition, dans les mers et les océans, de formes microbiennes possédant une morphologie bien déterminée, n'en est encore qu'à ses débuts. La description rigoureuse de formes bien différenciées, associées à des eaux de composition définie, permettrait d'en faire usage dans des buts hydrologiques, aussi bien en vue de la détermination de l'origine de certaines eaux, que pour l'étude d'échanges d'eaux toujours possibles pour différentes raisons.

De tout ce qui précède se dégage la conviction que l'étude d'une mer, quelle qu'elle soit, du point de vue des masses d'eau et des régions naturelles, en se basant sur des paramètres très divers, ne saurait être que très fructueuse et d'un intérêt primordial tant pour la recherche fondamentale que pour la recherche appliquée.

Plusieurs auteurs s'occupant du zoo- ou du phytoplancton ont essayé eux aussi de subdiviser la mer du Nord en secteurs. Nous aurons l'occasion d'y revenir dans les chapitres consacrés au plancton.

Nous terminons ce chapitre consacré à l'étude des diverses masses d'eau de la mer du Nord et des régions naturelles, par la carte des communautés planctoniques d'après J. H. FRASER (1965) avec les subdivisions basées sur le travail de T. LAEVASTU (1963), par la carte des limites estivales et hivernales des types d'eau d'après T. LAEVASTU (1963) et celle des régions hydrographiques en mer du Nord par G. DIETRICH (1950).

La question des régions naturelles et des types d'eau en mer du Nord sera d'ailleurs reprise dans le second volume.

J. FRASER (1965) a subdivisé la mer du Nord en plusieurs régions en se basant sur l'étude de T. LAEVASTU (1963) pour la région méridionale.

Les subdivisions ont été modifiées considérablement dans le Nord. Il les a dénommées successivement : 1. North Atlantic water; 2. Channel water; 3. Skagerrak water; 4. Scottish coastal water; 5. English coastal water; 6. Continental coastal water; 7. Northern North Sea water; 8. Central North Sea water (fig. 90).

En 1963, T. LAEVASTU a délimité des types d'eau en mer du Nord et a recherché les limites estivales et hivernales de ces types. Il les a subdivisés comme suit (fig. 91) :

Primary or original water types.

1. North Atlantic water; 2 Channel water; 3. Skagerrak water.

Secondary or mixed water types :

4. Scottish coastal water; 5. English coastal water; 6. Continental coastal water; 7. Northern North Sea water; 8. Central North Sea water.

La carte originale de T. LAEVASTU porte en même temps l'évaluation en km^3 par an des eaux douces et salées s'engageant en mer du Nord, en se basant sur les chiffres de K. KALLE (1949).

Enfin, d'après la carte de G. DIETRICH, T. LAEVASTU (1963) a délimité 4 régions principales : 1. une région homohaline durant toute l'année, stratification

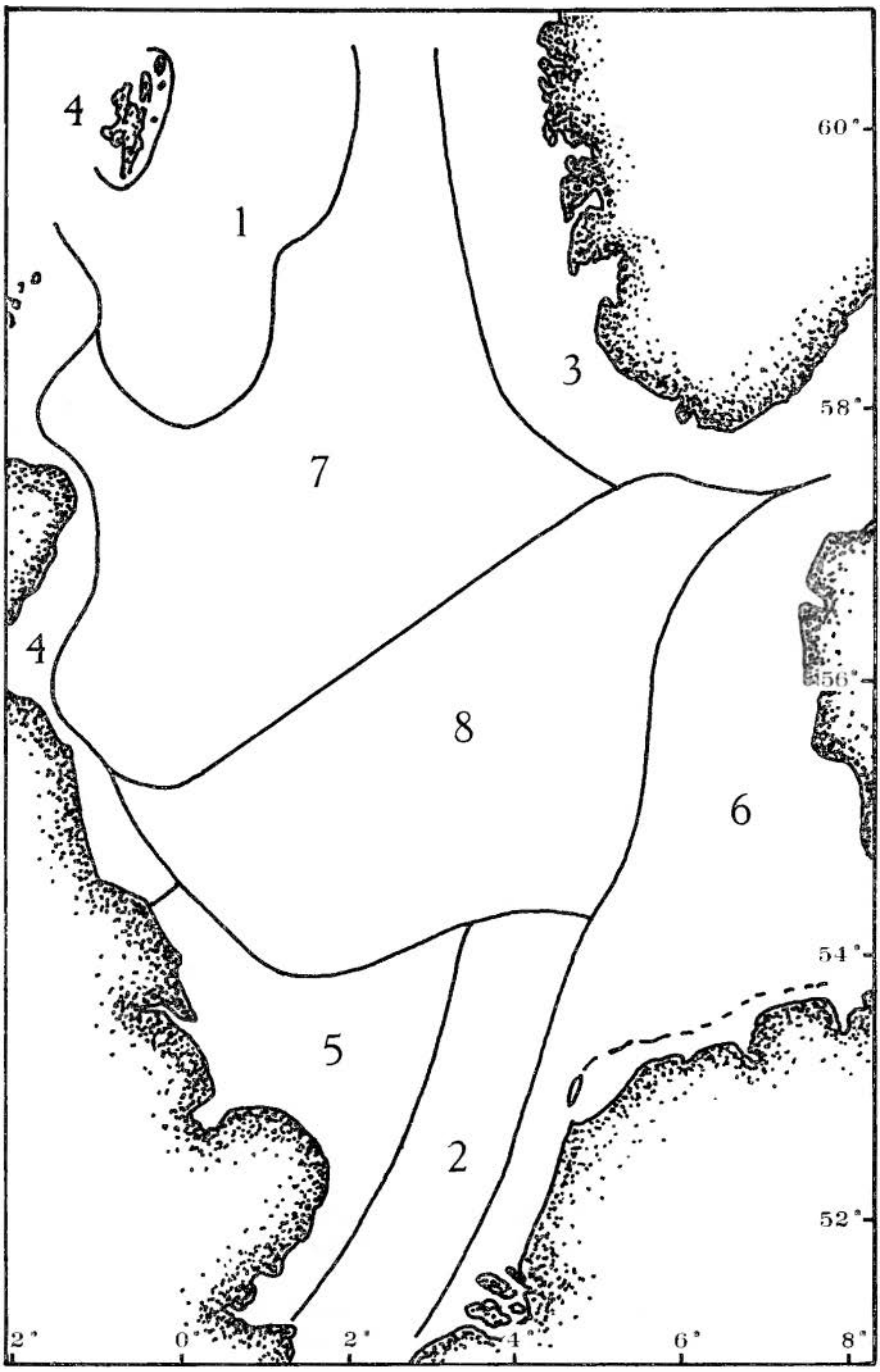


FIG. 90. — Communautés planctoniques d'après J. FRASER (1965).

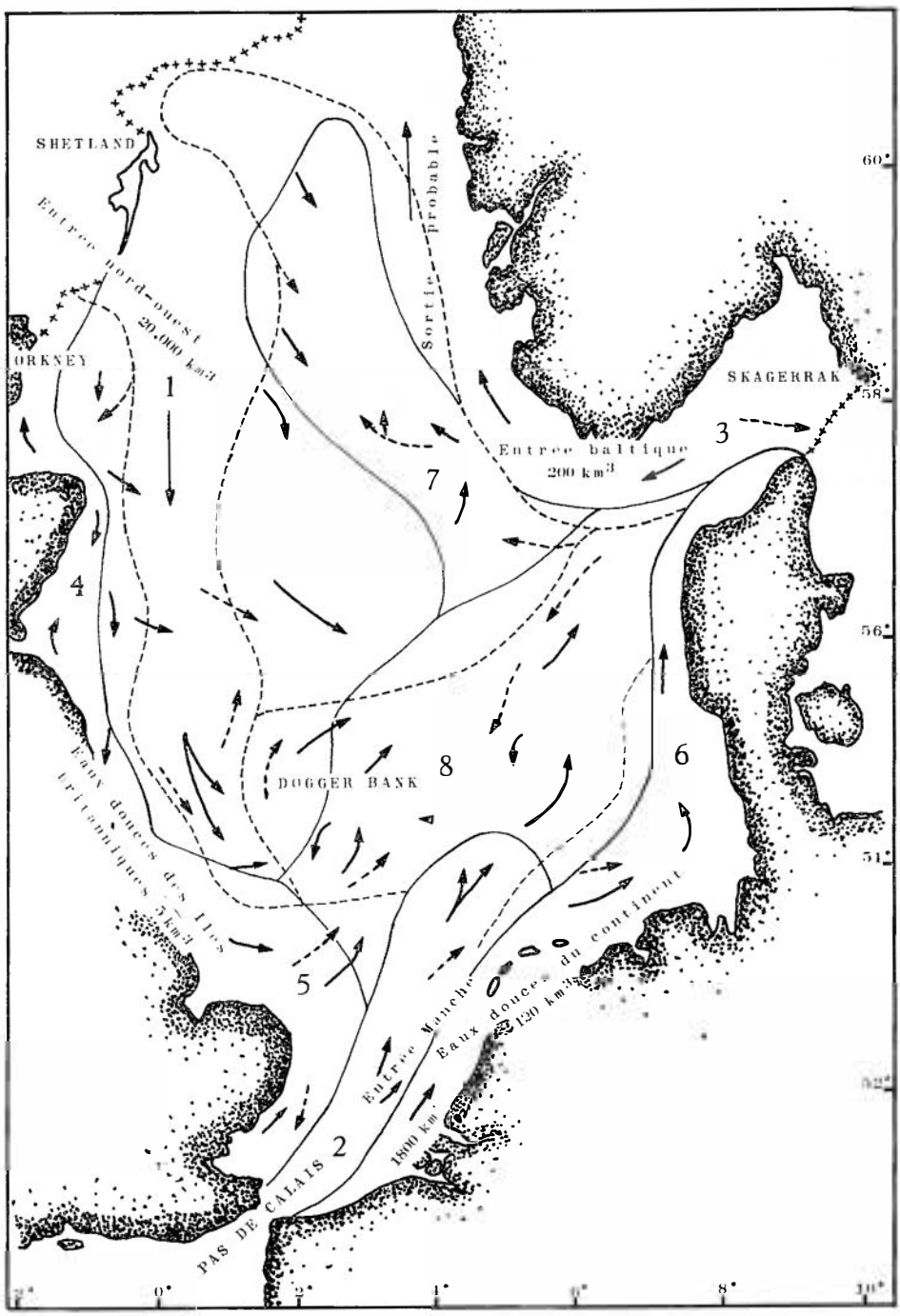


FIG. 91. — Limites estivales et hivernales des types d'eau en mer du Nord (T. LAEVASTU,1963).

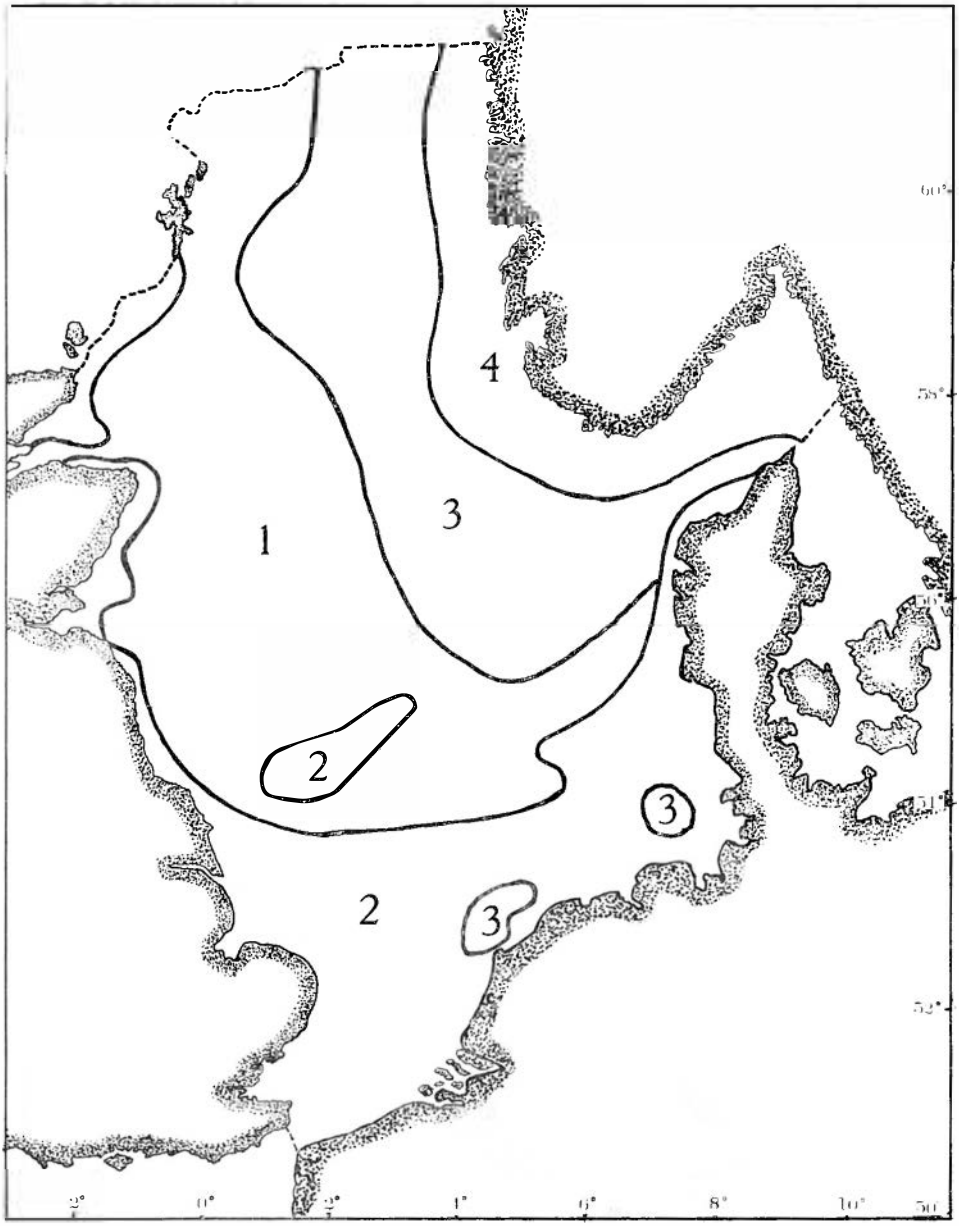


FIG. 92. — Régions hydrographiques en mer du Nord d'après E. DIETRICH.

thermique saisonnière ou durant toute l'année; 2. une région homohaline et homotherme l'année entière; 3. stratification haline saisonnière ou durant toute l'année. Les variations annuelles de la salinité sont petites et un peu irrégulières dans les couches superficielles, plus régulières dans les couches benthiques; 4. stratification haline saisonnière ou durant toute l'année. Variations prononcées de la salinité dans les couches superficielles, régulières et moins prononcées dans les couches du fond (fig. 92).

Les masses aquatiques sont plus intéressantes quand, d'une nature plus biologique, elles ne sont pas reconnaissables par leur salinité. Ainsi l'eau côtière secondaire de la Manche, qui, comme il a été montré, a probablement la même fonction en petit que, plus au Nord, l'eau mélangée de l'océan et du Rhin-Meuse. Par contre, il semble que le « Biologische Altwasser » soit une masse d'eau particulièrement intéressante au point de vue hydrographique. Tout porte à croire que cette eau, entre les côtes, est comme englobée entre l'eau océanique du Nord et les masses du Rhin et de la Meuse s'avançant vers l'Ouest et est ainsi presque abandonnée à elle-même et possède dès lors son propre système hydrographique et biologique; de là son appauvrissement progressif en substances nutritives. On n'y trouve plus que des phosphates, en quantités relativement élevées, ce qui confirme que les activités biologiques sont pratiquement réduites à zéro et que même des dégradations de processus biologiques antérieurs ne jouent réellement plus de rôle pratique.

Les régions à minimum biologique présentent un même intérêt biologique. On dirait réellement que, là aussi, il s'agit d'un reste de masse aquatique dans laquelle le cycle biologique est terminé et qui n'attend que le mélange avec d'autres masses pour recommencer son activité au moyen de nouvelles substances nutritives.

Il nous manque, dit K. KALLE, pour prouver définitivement ces hypothèses, des recherches plus étendues, basées sur des éléments biologiques qui pourraient nous donner une réponse au sujet de la répétition régulière et du mécanisme de ces régions à minima.

Il est impossible de reprendre en entier les observations faites par le « POSEIDON » en février 1936; nous devons nous contenter de citer quelques remarques de K. KALLE (1937).

On connaît de la Manche et des Hoofden un phénomène caractéristique, une sorte de pulsation de ces deux masses aquatiques, dont l'origine est à attribuer aux marées et à l'influence des vents et du temps. Une des conséquences « tangibles » de ces pulsations est l'existence dans les Hoofden d'îlots ovoïdes complètement isolés des masses d'eau environnantes d'eau océanique très salée. La formation de ces îlots est explicable par les courants dans le Pas-de-Calais, comme K. KALLE (1937) le montre en se basant sur les mesures de J. N. CARRUTHERS (1935) au bateau-feu « VARNE ».

*
* *

Nous avons donc essayé de condenser, dans ce chapitre, nos connaissances générales au sujet des divers facteurs physiques et chimiques agissant en mer du Nord et en Manche. On a pu se convaincre que, si les uns sont bien ou relativement bien connus, d'autres, au contraire, demandent des investigations approfon-

dies; il en est même certains dont nous ignorons encore presque tout. Si nous voulons connaître le comportement de ces deux biotopes, non seulement dans leur comportement hydrographique, mais surtout dans leurs variations biologiques, un grand nombre de recherches de grande envergure seront nécessaires, dans le genre de celles effectuées par le « POSEIDON ».

L'idée de G. DIETRICH (1950) de subdiviser la mer du Nord en régions naturelles mérite d'être creusée et étendue. Mise en rapport avec nos connaissances actuelles ou futures sur la répartition et la succession des associations planctoniques tant animales que végétales, cette idée ne peut être que féconde et il y a, sans aucun doute, moyen d'en tirer parti à beaucoup de points de vue, tant théoriques que pratiques et utilitaires.

CHAPITRE VI

Le milieu marin aux points internationaux B.

Comme nous l'avons écrit au début de cette étude, la Belgique avait reçu en partage plusieurs points situés sur des traversées entre la Grande-Bretagne et notre pays, ainsi que sur une ligne entre la Grande-Bretagne et la France (cap Gris-Nez et Gravelines) (fig. 2, p. 19).

G. GILSON organisa plusieurs croisières périodiques le long de ces traversées, depuis 1903 jusqu'en 1908. En 1951, le Zeewetenschappelijk Instituut, Oostende, put organiser de nouvelles croisières le long des mêmes traversées, au moyen du bateau « HINDERS » appartenant à l'Administration de la Marine. Seules les deux traversées méridionales ont pu être effectuées. La traversée Blankenberge-Orfordness n'a plus été faite.

Nous disposons ainsi de deux séries de données numériques : G. GILSON, tableau annexe 3, et Zeewetenschappelijk Instituut à notre intention (tabl. annexes 4, 5, 6 et 7). Cette seconde série a pu être poursuivie jusqu'en 1965. Il lui manque cependant un certain nombre de mois durant lesquels le bateau « HINDERS » dut être revisé ou réaménagé, en cale sèche. Ce sont évidemment des *hiatus* dans les observations qu'il n'y a pas moyen de combler.

Les prélèvements ont été effectués chaque fois à plusieurs niveaux, le bateau n'étant pas ancré, de la surface jusqu'au fond, jusqu'à 55 m à certains endroits. A l'époque de G. GILSON, on n'a mesuré que la température et dosé la salinité. Dans la série 1951-1965, nous y avons ajouté d'abord l'alcalinité, ensuite, d'après les possibilités, la saturation de l'oxygène. Le manque de personnel ne nous a pas permis d'étendre nos recherches et de déterminer quantitativement d'autres paramètres, dont la connaissance aurait été des plus intéressantes.

Dans la partie de ce travail consacrée à la salinité, nous avons déjà eu l'occasion de citer quelques résultats enregistrés aux stations B-13, B-14 et B-15, par le « VICTOIRE » et le « ZINNIA », en 1933, 1934 et 1935 (tabl. 21 et 22). On sait que B-14 est situé à mi-chemin environ sur la traversée Deal-Gravelines, B-13 au large de Gravelines et B-16 au large de Deal sur la partie inférieure du banc « GOODWIN SANDS ».

Dans le tableau annexe 5, nous avons groupé tous les résultats obtenus en surface aux points B-13, B-14, B-15 et B-16, depuis 1951 à 1965.

En règle générale, la salinité en B-13, large de Gravelines, est inférieure à celle mesurée en B-16 (large de Deal). Le matériel numérique assez abondant, permet de constater :

en B-13 (sur 95 dosages)		en B-16 (sur 89 dosages)	
Moyenne	33,95 ‰	Moyenne	34,60 ‰
Maximum	34,74 ‰	Maximum	35,25 ‰
Minimum	32,14 ‰	Minimum	30,41 ‰

On remarque dès lors qu'en surface l'eau, le long des côtes anglaises, a eu une tendance à montrer une salinité nettement plus élevée. En B-14, situé à mi-chemin sur la ligne Deal-Gravelines, sur 93 dosages, on note : Moyenne 34,56 — Maximum 35,12 — Minimum 33,64 ‰.

Dans un tableau (tabl. 120), nous avons rassemblé toutes les données au sujet des salinités dépassant 35 ‰ dans le Pas-de-Calais et la mer du Nord méridionale.

Nous en avons extrait, pour la période 1903-1908 et la période 1951-1965, pour le Pas-de-Calais, les salinités dépassant 35 ‰ sur la ligne Dover-cap Gris-Nez, les points B-10, B-11 et B-12.

En B-12, le maximum connu a été de 35,25 ‰ en novembre 1907; en B-11, centre de la traversée : 35,43 ‰, en février 1904; en B-10, devant le cap Gris-Nez 35,19 ‰, en novembre 1905.

TABLEAU 120.

Salinités dépassant 35 ‰ dans le Pas-de-Calais et la mer du Nord méridionale. (Périodes 1903-1908 et 1951-1966.)

1. — PERIODE 1903-1908.

A. — Pas-de-Calais : Ligne B-10 — B-12.

Dover – Cap-Gris-Nez.

	Côte anglaise	Milieu	Côte française
XI.1903	B-12 : 35,23	B-11 : 35,39	B-10 : 35,14
II.1904	<	B-11 : 35,43	<
V	B-12 : 35,07	B-11 : 35,35	<
XI	B-12 : 35,08	<	<
II.1905	B-12 : 35,08	B-11 : 35,21	<
V	B-12 : 35,12	B-11 : 35,19	<
VIII	—	B-11 : 35,14	<
XI	B-12 : 35,17	B-11 : 35,28	B-10 : 35,19
II.1906	<	B-11 : 35,19	<
V	<	<	<
VIII	B-12 : 35,01	<	<
XI	B-12 : 35,03	B-11 : 35,10	<
II.1907	<	<	<
IV	<	B-11 : 35,14	<
VIII	B-12 : 35,16	B-11 : 35,17	<
XI	B-12 : 35,25	B-11 : 35,23	<
II.1908	<	B-11 : 35,05	<

TABLEAU 120 (*suite*).

B. — Mer du Nord : Ligne B-1 — B-8.

Blankenberge-Orfordness.

	Côte anglaise	Milieu	Côte belge
XI.1903	B-7 : 35,01 B-6 : 35,37	B-5 : 35,39 B-4 : 35,39 B-3 : 35,19 (N.-H.) B-2 : 35,12	<
II.1904	B-7 : 35,30 B-6 : 35,35	B-5 : 35,39 B-4 : 35,37 B-3 : 35,28 (N.-H.) B-2 : 35,01	B-1 : 35,83 (W)
V	<	B-4 : 35,08 B-3 : 35,12	<
XI	<	B-5 : 35,03 B-4 : 35,10	<
II.1905	B-6 : 35,05	B-5 : 35,07 B-4 : 35,12 B-2 : 35,05	<
V	<	B-5 : 35,28 B-4 : 35,21 B-3 : 35,03	<
VIII	<	B-5 : 35,16	<
XI	B-7 : 35,10 B-6 : 35,16	B-5 : 35,10	<
II.1906	<	B-5 : 35,28 B-4 : 35,26 B-3 : 35,21 B-2 : 35,10	<
V	<	<	<
VIII	<	<	<
XI	B-6 : 35,08	B-4 : 35,01	<
II.1907	<	B-4 : 35,10	<
IV	<	B-5 : 35,05 B-4 : 35,10	<
VIII	B-7 : 35,01 B-6 : 35,17	B-5 : 35,21 B-4 : 35,17 B-3 : 35,01	<
XI	B-8 : 35,23	B-5 : 35,23 B-3 : 35,12	<
II.1908	<	B-5 : 35,32	<

N.-H. = NOORD-HINDER; W = Wandelaar.

2. — PERIODE 1951-1965.

Pas-de-Calais.

Dover-Cap Gris-Nez.

	Côte anglaise	Milieu	Côte française
VII.1951	<	B-14 : 35,01	<
VIII-IX	<	<	<
X	B-16 : 35,03	<	<
VII-VIII-IX.1952	<	<	<
VII-VIII.1953	<	<	<
IX	B-16 : 35,01	<	<
X	<	<	<
XI	B-15 : 35,08	<	<
I-II-IV-V-VII-IX.1954	<	<	<
X	B-15 : 35,10	<	<
XII	<	B-14 : 35,10	<
I.1955	<	<	<
II	B-16 : 35,03	<	<
III-IV	<	<	<
V	B-15 : 35,05	<	<
VI-VII-VIII-IX-X-XI-XII	<	<	<
I-II-III-IV-VII.1956	<	<	<
VIII	B-16 : 35,01	<	<
IX-X	<	<	<
I.1957	<	<	<
II	B-15 : 35,43 B-16 : 35,25	<	<
III	B-15 : 35,25 B-16 : 35,28	<	<
IV-V-VI-VII-VIII	<	<	<
IX-X-XI.1958	<	<	<
XII	B-15 : 35,10	<	<
I-II-III-IV-V-VI.1959	<	<	<
VII	B-16 : 35,05	<	<
III.1960	B-15 : 35,32 B-16 : 35,07	B-14 : 35,12	<

TABLEAU 120 (*suite*).

	Côte anglaise	Milieu	Côte française
I.1961	<	<	<
II	B-15 : 35,17	<	<
III	B-16 : 35,05	<	<
IV-V-VI-VII	<	<	<
VIII	B-15 : 35,05	<	<
IX-X	<	<	<
XI	B-15 : 35,03	<	<
I.1962	<	B-14 : 35,12	<
IV	B-15 : 35,41 B-16 : 35,05	<	<
III.1963	B-15 : 35,07	<	<
V	<	<	<
VII	B-15 : 35,16	<	<
VIII	B-15 : 35,08 B-16 : 35,21	<	<
I-V-VI.1964	<	<	<
VII	B-15 : 35,14	<	<
VIII-X	<	<	<
V-VII-VIII.1965	<	<	<
IX	B-15 : 35,16	<	<

La même traversée n'a plus été effectuée en 1951-1965, mais bien celle de Deal à Gravelines.

En B-16 — large de Deal : 35,28 ‰ en mars 1957; en B-14 — mi-chemin sur la traversée : 35,12 ‰ en mars 1960 et janvier 1962.

Au large de Gravelines, la salinité de 35 ‰ n'a jamais été atteinte au cours de ces années.

De 1903 à 1908, la traversée Blankenberge-Orfordness a été effectuée à plusieurs reprises.

En B-8, devant Orfordness on a obtenu une fois 35,23 ‰, en novembre 1907. En B-7 : 35,30 ‰ en février 1904. Vers le milieu de la traversée, en B-5 : 35,39 ‰ en novembre 1903 et février 1904; en B-4 : 35,39 ‰ également en novembre 1903, en février 1904 elle était très légèrement inférieure avec 35,37 ‰; en B-2 on a obtenu 35,12 ‰ en novembre 1903.

Vers Blankenberge, on n'a jamais atteint 35 ‰, à l'exception de février 1904, où on a atteint exceptionnellement 35,82 ‰, mais ce chiffre nous semble douteux, étant donné le gisement du point.

On remarque donc dans le Pas-de-Calais l'influence de l'eau de la Manche et, au Nord de la Mer Flamande, celle des eaux de l'Atlantique ayant tourné l'Ecosse.

La comparaison d'ailleurs avec les salinités dépassant 35 ‰ au « WEST-HINDER » de 1951 à 1960 (tabl. 119) permet un certain nombre d'observations.

Au « WEST-HINDER », en 1952, 1956 et 1961, la salinité de 35 ‰ n'a pas été atteinte; sur la ligne Deal-Gravelines, on a mesuré en 1956, en août : 35,01 ‰ et, en 1961, en février 35,17 ‰, en mars et août, 35,05 ‰ et, en novembre, 35,03 ‰.

Les maxima en B-15 et B-16 s'observent au cours de 1957 et 1960 avec, respectivement en B-15 : en février 1957 35,43 ‰, en mars 1960 35,32 ‰; en B-16 en février 1957 35,25 ‰ et en mars 1957 35,28 ‰.

Des minima ont été obtenus en B-15 en novembre 1961 : 35,03 ‰ et en B-16 en août 1956 et septembre 1952 chaque fois 35,01 ‰ et des résultats inférieurs à 35 ‰ pour tout le restant de l'année correspondant à des valeurs également inférieures au « WEST-HINDER » en 1956.

Les cartes mensuelles des isohalines en mer du Nord par P. M. VAN RIEL (fig. 24-a et suiv.) montrent une forte avancée d'eau de la Manche à 35 ‰ en janvier et février 1929 jusqu'au-delà de la région du Pas-de-Calais. Nous avons mesuré au « WEST-HINDER », en janvier 1951 : 35,10 ‰ et en janvier 1957 : 35,17 ‰. En février, une rétraction se manifeste et nous avons obtenu en 1957 : 35,03 ‰, en 1958 : 35 ‰, mais l'eau salée de la Manche était presque perceptible en mars 1954.

En ce qui concerne l'alcalinité (réserve alcaline), nous disposons de mesures en surface exécutées en B-13, B-14, B-15 et B-16.

En B-13 (large de Gravelines)	en B-16 (large de Deal)
sur 87 dosages	sur 81 dosages
Moyenne 2,444	Moyenne 2,391
Maximum 2,714	Maximum 2,725
Minimum 2,170	Minimum 2,155

En B-14, à mi-chemin de la traversée	En B-15
sur 85 dosages	sur 82 dosages
Moyenne 2,394	Moyenne 2,379
Maximum 2,674	Maximum 2,632
Minimum 2,177	Minimum 2,132

Le tableau 118 groupe toutes les moyennes mensuelles et annuelles de la réserve alcaline au « WEST-HINDER » : sur un total de 1.698 observations, on a obtenu une moyenne de la réserve alcaline de 2,404. La moyenne la plus élevée a été observée au mois de janvier pour 16 années (159 observations) : 2,438 et, par année, 2,793 en décembre 1955 (tabl. 125, p. 362-363).

En moyenne on a obtenu :

au flot 2,402 (758 observations). Maximum absolu : 2,932.
au jusant 2,406 (940 observations). Maximum absolu : 2,893.

La moyenne obtenue en B-13, au large de Gravelines, est un peu plus élevée qu'au « WEST-HINDER », mais ici le maximum absolu est de loin supérieur à celui enregistré en B-16. Il en est de même pour les résultats obtenus à Deal. Nous nous trouvons ici, nous semble-t-il, devant un cas intéressant d'influence côtière.

Oxygène. — Nous avons également pu organiser le dosage de l'oxygène depuis le mois d'avril 1959 jusqu'en septembre 1965. Malheureusement, aucune de ces années n'est tout à fait complète, pour des raisons en dehors de notre volonté, ce qui nous empêche d'établir des graphiques valables.

Nous avons observé :

En B-13	En B-14	En B-16
sur 40 dosages	sur 38 dosages	sur 37 dosages
Moyenne 110,6 %	Moyenne 108,6 %	Moyenne 108,6 %
Maximum 161,2 %	Maximum 142,1 %	Maximum 165,2 %
Minimum 90,8 %	Minimum 94,3 %	Minimum 94,3 %

En ce qui concerne la saturation, limitons-nous d'abord aux mesures effectuées en surface. Nous notons une sursaturation générale pouvant atteindre des valeurs élevées, excepté quelques cas :

	B-13	B-14	B-15	B-16
1959			VI-98,4 %	
1960	XI-99,7 %		IX-99,1 %	X-97,8 %
	XII-94,8 %	XII-98,0 %	XII-97,9 %	XII-97,0 %
1961	V-98,6 %	I-97,0 %	VI-99,0 %	I-96,5 %
			VII-99,9 %	VII-94,5 %
				VIII-99,0 %
				X-98,6 %
1962			IV-99,8 %	I-99,9 %
1963	VII-98,1 %			VII-98,0 %
1964	I-90,8 %	I-94,3 %	I-99,5 %	I-94,3 %
	V-98,7 %	V-98,6 %		
	X-97,8 %	X-96,2 %		

Ces légers déficits de la saturation en surface sont trop minimes pour avoir une signification profonde, surtout que la plupart du temps ils se manifestent au cours de la saison hivernale, sauf quelques exceptions qu'on peut à la rigueur assimiler à la saturation : (99,0-99,9 %) et qui ne sont en réalité imputables qu'à l'imperfection inévitable des mesures.

Nous avons examiné, dans les lignes précédentes, la situation telle qu'elle s'est présentée en surface en ce qui concerne la salinité, l'alcalinité et l'oxygène dissous. Voyons maintenant les variations de la température et des trois autres paramètres aux différents niveaux atteints.

Température. — En général, à tous les points B examinés depuis le mois de juillet 1951, on n'observe que de minimes variations, atteignant la plupart du temps 1 dizième ou quelques centièmes de degré seulement, sauf en de rares exceptions. Ainsi, le 12 juillet 1951 en B-13, on a mesuré en surface : 16,2 °C; à 20 m de pro-

fondeur : 16,1 °C; le 11.VIII.1951, en B-14, en surface : 17,5 °C, à 20 m de profondeur : 17,45 °C.

On pourrait ainsi conclure à une homothermie très approchée.

Salinité. — A peu près le même phénomène se produit pour la salinité. Quelquefois cependant, une langue d'eau un peu plus salée est située en profondeur. C'est le cas notamment pour B-15, le 12.VII.1951, où on note successivement : en surface : 34,87 ‰; à 20 m : 35,05; à 40 m : 35,05. Le 19.V.1952, en surface : 34,99 ‰; à 15 m : 34,96; à 30 m : 34,90; à 45 m : 35,14 ‰.

Nous ne pouvons multiplier ces exemples et, comme nous l'avons déjà fait remarquer, les nombreux *hiatus* dans les observations s'opposent à l'établissement de graphiques représentatifs. Le tableau annexe 7 permet d'étudier la question de plus près.

Quoi qu'il en soit, ici aussi, nous croyons pouvoir conclure, dans les très grandes lignes, à une homohalinité très approchée, sinon de fait, due probablement à la turbulence et au peu de profondeur de la couche aquatique.

Réserve alcaline. — En ce qui concerne l'alcalinité, il se manifeste parfois des différences réelles entre les couches de surface et les couches benthiques. En B-15, le 12.VII.1951, on a noté : en surface : 2,447; à 20 m : 2,447; à 40 m : 2,610, phénomène dû probablement à l'influence de la dissolution de calcaire dans les couches profondes près des sédiments. Parfois, l'alcalinité est un peu plus élevée dans les couches superficielles. En B-15, le 19.V.1952, en surface : 2,342; à 15 m : 2,342; à 30 m : 2,337; à 45 m : 2,337. Différence due, sans doute, à l'influence de l'assimilation chlorophylienne.

Oxygène. — On a observé, en général, des sursaturations, même en profondeur. Lorsque nous prenons le cas de B-15, étant le point le plus profond de la série, nous observons successivement :

	1959				1960				
m	IV	V	VI	VII	III	IV	V	VII	VIII
1	148,4	131,3	98,4	102,5	104,5	101,0	108,6	105,4	104,7
20	104,2	130,7	95,5	107,4	107,3	102,7	109,0	104,9	103,8
40	109,0	—	—	113,9	104,8	99,9	119,3	103,9	103,2
50	107,0	132,7	95,7	—	104,0	—	—	—	104,5

et ainsi de suite.

Plus près de nous, quelques mesures encore de 1964-1965, toujours en B-15.

	1964				1965	
m	V	VI	VII	VIII	VIII	IX
1	115,5	129,6	127,6	110,2	111,7	110,7
20	120,1	119,0	128,6	103,8	115,8	127,4
40	118,0	126,6	162,2	106,4	125,7	120,4
50	120,3	130,0	138,0	100,0	129,7	112,1

Aux points B, à profondeur beaucoup moindre, la situation est à peu près similaire. Les seuls déficits inférieurs à 90 %, plus ou moins importants, observés ont été : 87,6 % en B-14 à 30 m, le 28.IV.1960; 84 %, en B-14 à 29 m, le 12.V.1964.

Le point 22. — Nous avons tenu à examiner ce point situé au large de Nieuwpoort après tous les autres, étant donné qu'il constitue un peu un cas particulier par son gisement devant l'estuaire de l'Yser.

Salinité. — Durant la période 1951-1965, la salinité moyenne (sur 97 observations) a été de 33,45 ‰, avec un maximum de 34,67 et un minimum de 29,42 ‰. Les principaux minima ont été observés :

29,42 ‰	IV.1955	30,95	III.1959
30,75	IV.1954	30,43	VI.1959
30,41	VII.1955	30,17	XI.1960
30,73	VIII.1955	30,59	IV.1961

Les maxima égaux ou supérieurs à 34 ‰ ont été observés 48 fois sur 97 observations, soit dans 49,4 % des cas.

Réserve alcaline. — 2,454 constitue la moyenne de 89 déterminations; le maximum : 2,826 et le minimum : 2,154.

Oxygène. — Sur 39 observations, la moyenne a été de 109,1 %, le maximum de 153,0 % et le minimum de 85,4 %. Un tel minimum ne s'est présenté qu'une seule fois en janvier 1964. Nous n'avons observé que 8 cas de % de saturation inférieurs à 100 % :

99,8 %	IV.1960	93,4	VII.1961
99,0	V.	99,4	XI.
97,5	XII.	96,8	III.1963
99,7	I.1961	85,4	I.1964

En ce qui concerne les valeurs observées près du fond à ±15 m, nous voyons :

		surf.	fond :
1960	IV.	99,8 %	98,3 %
	V.	99,0	116,4
	X.	100,5	96,7
	XII.	97,5	100,9
1961	I.	99,7	103,4
	V.	101,7	95,8
	VII.	93,4	94,3
	XI.	99,4	97,0
1963	III.	96,8	108,9
	VII.	103,3	92,3
	IX.	114,6	98,2
1964	I.	85,4	93,7
	VIII.	100,8	96,2
	X.	110,3	93,1
1965	V.	102,4	99,4

Les déficits ne sont donc pas considérables. Dans tous les autres cas mesurés, la sursaturation était de règle et, très souvent, était plus élevée au fond qu'à la surface (tabl. annexe 7).

Ce sont les seules mesures que nous avons eu l'occasion d'effectuer à B-22.

* *

Dans ce premier volume de notre étude, nous avons examiné ainsi, brièvement, les divers paramètres importants se manifestant dans une eau telle que celle de la mer du Nord. Une des conclusions qui tombe immédiatement sous les sens, est la réelle complexité de ce milieu particulier, principalement à cause des courants entrant et sortant en ce qui concerne la Manche et la mer du Nord septentrionale, et l'existence de plusieurs grands estuaires.

Cette complexité se manifeste surtout dans la formation de masses d'eau caractérisées par des propriétés bien déterminées, telles la couleur avec tout ce qu'elle comporte comme matières organiques colorées, les divers éléments nutritifs et les populations planctoniques qui les peuplent. Nous avons intentionnellement mis l'accent sur l'existence de ces masses d'eau et des régions naturelles à cause de leur réelle importance au point de vue biologique. Nous avons insisté aussi sur le cycle de l'azote avec tous les intermédiaires azotés. Il en est de même en ce qui concerne les différents dérivés organiques dont nous ne connaissons que très imparfaitement et la constitution, et le rôle exact au sein des différentes populations végétales et animales du plancton.

Nous avons insisté aussi sur les différents mécanismes de la décalcification biologique.

Nous avons pu montrer que, durant les deux périodes pour lesquelles nous disposons d'un matériel numérique abondant, la température moyenne annuelle générale et la salinité moyenne, tout en subissant des variations parfois très considérables, donnent une moyenne semblable et pour 1902 à 1913 et pour 1951 à 1966.

Dans toute recherche océanographique faite en mer du Nord, à n'importe quel point de vue, il nous semble indispensable de tenir compte de cet état de choses car, le négliger, pourrait conduire à des interprétations fautives de faits cependant normaux.

Cette première partie conduit logiquement à la seconde dans laquelle nous traiterons plus particulièrement du phytoplancton et des associations diverses qui caractérisent certaines régions de la Mer Flamande et de la mer du Nord proprement dite, le plus possible en fonction des paramètres écologiques étudiés dans cette première partie.

Les conclusions générales ont été reportées à la fin du volume 2.

TABLEAUX ANNEXES

Tableau annexe 1.

Croisière du « George Bligh » en mer du Nord et en Manche.
Température, salinité, oxygène et phosphates en 1937.

Dates	Position Lat.	Position Long.	Profondeur m	Température °C	Salinité ‰	Oxygène cm³/l	Oxygène Saturation %	P_2O_5 mg/m³
2.I	50°39′ N	0°23′ E	20	9,23	34,63	5,94	90,41	—
	50°30′ N	0°41′ E	20	9,78	34,70	5,94	90,41	—
	50°23′ N	0°55′ E	20	9,18	34,62	6,04	91,93	—
	50°17′ N	1°14′ E	20	7,68	34,02	6,38	93,13	—
	50°31′ N	1°23′ E	10	8,38	34,52	6,24	92,99	—
	50°49′ N	1°27′ E	20	8,88	34,62	6,18	92,10	—
	50°56′ N	1°31′ E	20	9,11	34,64	6,18	97,93	—
	50°48′ N	1°17′ E	20	9,49	34,62	6,14	93,45	—
	50°51′ N	1° 0′ E	20	9,71	34,65	6,11	92,99	—
4.I	50°55′ N	1°16′ E	20	9,68	34,64	6,04	91,93	—
	51°02′ N	1°29′ E	20	9,43	34,65	6,11	92,99	—
	51°09′ N	1°29′ E	20	8,78	34,61	6,28	93,59	—
	51°05′ N	1°38′ E	20	9,30	34,62	6,14	93,45	—
	51°02′ N	1°48′ E	20	7,80	34,09	6,31	92,11	—
	51°12′ N	1°43′ E	20	9,75	34,65	6,11	92,09	—
	51°20′ N	1°36′ E	10	8,67	34,60	6,14	91,50	—
	51°22′ N	1°59′ E	20	9,24	34,67	6,21	94,52	—
	51°23′ N	2°25′ E	20	8,57	34,39	6,18	92,10	—
	51°34′ N	2°09′ E	20	9,18	34,65	6,07	92,38	—
5.I	51°44′ N	1°59′ E	20	8,80	34,66	6,18	92,10	—
	51°40′ N	2°16′ E	20	8,89	34,62	6,11	91,05	—
	51°39′ N	2°32′ E	20	8,54	34,64	6,21	92,54	—
	51°44′ N	2°57′ E	20	7,54	34,16	6,28	91,67	—
	51°49′ N	3°26′ E	20	6,11	34,22	6,52	93,00	—
	51°53′ N	2°59′ E	20	7,73	34,32	6,21	90,65	—
	51°55′ N	2°34′ E	20	8,62	34,53	6,24	92,99	—
	51°59′ N	2°05′ E	20	8,31	34,60	6,11	91,05	—
	52°00′ N	2°40′ E	20	8,33	34,42	6,18	92,10	—
	52°03′ N	3°15′ E	20	7,35	34,34	6,42	93,72	—
6.I	52°02′ N	3°52′ E	20	6,50	34,49	6,66	95,00	—
	52°07′ N	3°09′ E	20	7,76	34,29	6,28	91,67	—
2.II	50°39′ N	0°22′ E	20	8,32	34,81	6,28	93,59	—
	50°17′ N	1°14′ E	20	7,37	33,40	6,31	91,44	—
	50°32′ N	1°20′ E	20	7,98	34,04	6,31	92,11	—
	50°46′ N	1°27′ E	20	8,40	34,49	6,35	94,63	—
	50°55′ N	1°29′ E	20	8,79	34,73	6,28	93,59	—
	50°48′ N	1°14′ E	20	9,19	35,06	6,14	93,45	—
	50°52′ N	1°01′ E	20	8,56	34,87	6,28	93,59	—
3.II	50°55′ N	1°16′ E	20	9,18	35,00	6,14	93,45	—
8.IV	52°30′ N	2°07′ E	0	5,80	33,88	—	—	58
			20	5,82	33,87	—	—	64
	52°31′ N	2°43′ E	0	7,44	34,80	—	—	16
			20	7,42	34,80	—	—	45
	52°31′ N	3°16′ E	0	7,55	35,08	—	—	6
			10	7,55	35,17	—	—	11
			20	7,52	35,07	—	—	8
	52°30′ N	3°47′ E	0	6,80	34,23	—	—	10
			10	6,81	34,26	—	—	11
			20	6,81	34,37	—	—	10
	52°30′ N	4°22′ E	0	6,64	28,14	—	—	24
			10	6,41	29,11	—	—	16
9.IV	52°05′ N	3°45′ E	0	6,56	32,20	—	—	14
			10	6,59	32,28	—	—	10
	52°05′ N	3°13′ E	0	7,11	34,14	—	—	10
			10	7,08	34,14	—	—	18
			20	7,08	34,15	—	—	16

TABLEAU ANNEXE 1 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité ‰	Oxygène		P_2O_5 mg/m³
	Lat. Long.				cm³/l	Saturation %	
9.IV	52°05′ N-2°40′ E	0	7,59	34,59	—	—	10
		10	7,49	34,61	—	—	11
		20	7,49	34,60	—	—	14
		30	7,49	34,60	—	—	16
	52°05′ N-2°07′ E	0	7,39	34,39	—	—	10
		20	7,33	34,30	—	—	10
	51°40′ N-1°45′ E	0	7,98	34,78	—	—	32
		10	7,98	34,77	—	—	11
	51°40′ N-2°17′ E	0	8,16	34,96	—	—	8
		10	8,14	—	—	—	11
		20	8,15	34,96	—	—	10
		30	8,16	—	—	—	16
		40	8,16	34,96	—	—	16
10.IV	51°40′ N-2°50′ E	0	7,58	34,06	—	—	5
		20	7,58	34,07	—	—	6
	51°23′ N-2°40′ E	0	7,90	34,10	—	—	6
		20	7,88	34,11	—	—	8
	51°16′ N-2°00′ E	0	8,49	34,11	—	—	8
		10	8,51	34,11	—	—	16
		20	8,51	34,10	—	—	8
	51°03′ N-1°30′ E	0	8,55	35,08	—	—	8
		10	8,53	—	—	—	10
		20	8,53	35,08	—	—	8
		30	8,53	—	—	—	10
		40	8,51	—	—	—	8
		50	8,53	—	—	—	24
	50°37′ N-0°49′ E	0	8,98	35,16	—	—	8
		10	8,80	—	—	—	14
		20	8,79	35,15	—	—	13
		30	8,78	—	—	—	10
	50°22′ N-0°02′ W	0	8,89	35,15	—	—	14
		10	8,89	—	—	—	10
		20	8,89	35,19	—	—	14
		30	8,89	—	—	—	8
		40	8,89	—	—	—	5
		50	8,89	—	—	—	10
11.IV	50°12′ N-1°02′ W	0	8,89	35,15	—	—	24
		10	8,89	—	—	—	22
		20	8,89	35,19	—	—	21
		30	8,89	—	—	—	19
		40	8,89	—	—	—	22
		50	8,89	—	—	—	24
	50°09′ N-1°39′ W	0	9,01	35,32	—	—	26
		10	9,05	—	—	—	26
		20	9,05	35,32	—	—	26
		30	9,05	—	—	—	24
		40	9,04	—	—	—	22
		50	9,04	—	—	—	19
	50°02′ N-2°45′ W	0	9,12	35,18	—	—	13
		10	9,09	—	—	—	14
		20	9,08	35,31	—	—	14
		30	9,08	—	—	—	16
		40	9,08	—	—	—	16
		50	9,08	—	—	—	18
	49°56′ N-3°40′ W	0	9,48	35,33	—	—	14
		10	9,46	—	—	—	16
		20	9,46	35,32	—	—	16
		30	9,44	—	—	—	14
		40	9,43	—	—	—	16
		50	9,44	—	—	—	14

TABLEAU ANNEXE 1 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo	Oxygène		P_2O_5 mg/m³
	Lat. Long.				cm³/l	Saturation %	
15.IV	49°19′ N-6°59′ W	1	—	—	—	—	45
		25	—	—	—	—	32
		50	—	—	—	—	32
		100	—	—	—	—	32
4.VI	51°47′ N-3°12′ E	0	12,81	32,56	7,24	115,47	—
		20	12,72	32,56	7,24	115,47	—
	52°49′ N-4°07′ E	0	12,20	32,86	6,73	107,33	—
		20	11,99	32,96	6,66	104,22	—
	52°36′ N-3°34′ E	0	11,80	33,04	6,25	97,80	—
		20	11,73	34,78	6,35	100,63	—
	52°19′ N-2°50′ E	0	11,31	34,88	6,69	106,02	—
		20	11,29	34,84	6,76	107,13	—
5.VI	52°43′ N-2°22′ E	0	10,49	33,90	7,27	112,88	—
		20	10,29	34,01	7,41	115,06	—
	52°58′ N-3°04′ E	0	10,88	34,45	6,86	106,52	—
		20	11,06	34,61	6,59	104,43	—
6.VI	53°17′ N-3°45′ E	0	11,88	34,69	6,59	104,43	—
		20	11,67	34,57	6,62	105,07	—
	53°42′ N-3°18′ E	0	11,33	34,16	6,52	103,32	—
		20	10,47	34,16	6,79	105,43	—
	53°25′ N-2°37′ E	0	10,92	34,20	6,62	102,79	—
		20	10,51	34,28	6,66	103,41	—
	52°16′ N-2°03′ E	0	10,87	34,48	6,45	100,15	—
	53°33′ N-1°27′ E	0	10,29	34,46	6,62	102,79	—
		20	10,10	34,49	6,66	103,41	—
	53°49′ N-2°09′ E	0	10,06	34,62	6,66	103,41	—
		20	9,78	34,61	6,69	101,82	—
	54°06′ N-2°50′ E	0	11,10	34,50	6,42	101,74	—
		20	10,21	34,58	6,32	98,13	—
	54°27′ N-2°16′ E	0	12,54	34,83	6,18	99,83	—
		20	11,54	34,88	6,25	99,04	—
	54°12′ N-1°33′ E	0	11,48	34,74	6,21	98,41	—
		20	9,84	34,75	6,42	97,71	—
	53°56′ N-0°50′ E	0	11,47	34,53	6,62	104,91	—
		20	7,99	34,68	6,49	94,74	—
7.VI	54°09′ N-0°00′ E	10	8,90	34,16	6,59	98,21	—
	54°15′ N-0°20′ E	10	8,61	34,32	6,62	98,65	—
	54°21′ N-0°38′ E	20	9,01	34,51	6,42	97,71	—
	54°25′ N-0°58′ E	20	8,28	34,67	6,45	96,12	—
	54°29′ N-1°19′ E	20	10,08	34,74	6,32	98,13	—
	54°52′ N-1°48′ E	0	11,85	34,84	6,25	99,04	—
8.VI	54°37′ N-1°06′ E	0	10,82	—	6,28	—	—
		20	9,94	34,75	6,21	94,52	—
	54°21′ N-0°21′ E	0	11,08	34,35	6,59	104,43	—
		20	7,76	34,41	6,69	97,66	—
	54°47′ N-0°06′W	0	12,29	34,34	6,32	102,10	—
		20	6,19	34,60	6,42	91,58	—
	54°57′ N-0°40′ E	0	12,33	34,60	6,18	99,83	—
		20	7,94	34,69	7,03	102,62	—
	55°12′ N-1°27′ E	0	11,71	34,74	6,28	99,52	—
		20	10,32	34,79	6,76	104,96	—
9.VI	55°40′ N-0°55′ E	0	11,42	34,75	6,28	99,52	—
		20	10,13	34,92	6,62	102,79	—
	55°25′ N-0°11′ E	0	11,71	34,77	6,28	99,52	—
		20	10,80	34,89	6,42	99,68	—
	55°10′ N-0°36′W	0	12,54	34,54	6,12	102,30	—
		20	9,08	34,74	6,86	104,41	—
	55°34′ N-1°05′W	0	11,69	34,88	6,49	102,85	—
		20	8,85	34,89	6,69	99,70	—

TABLEAU ANNEXE 1 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo	Oxygène		P_2O_5 mg/m³
	Lat. Long.				cm³/l	Saturation %	
9.VI	55°52′ N-0°21′ W	0	12,34	35,00	6,21	100,32	—
		20	10,10	35,00	6,56	101,86	—
10.VI	56°08′ N-0°23′ E	0	12,02	35,03	6,45	104,20	—
		20	9,81	35,08	6,86	107,18	—
15.VI	55°36′ N-0°55′ E	0	12,30	34,62	6,28	101,45	—
		20	11,59	34,62	6,42	101,74	—
3.VIII	52°29′ N-1°56′ E	0	15,62	33,50	—	—	43
		10	15,61	33,49	—	—	24
		25	15,62	33,49	—	—	11
	52°06′ N-1°46′ E	0	16,62	33,88	—	—	21
		10	16,62	33,93	—	—	27
		20	16,63	34,00	—	—	45
4.VIII	51°40′ N-1°41′ E	0	17,05	34,14	—	—	19
		10	17,04	34,14	—	—	18
		18	17,05	34,21	—	—	19
	51°52′ N-1°36′ E	0	16,85	33,68	—	—	18
		10	16,85	33,67	—	—	22
		15	16,83	33,66	—	—	18
	51°42′ N-1°21′ E	0	17,27	34,17	—	—	24
		10	17,23	34,17	—	—	24
	51°28,5′N-0°52,5′E	0	17,95	32,39	—	—	74
		10	17,68	32,79	—	—	70
		18	17,65	32,84	—	—	70
	51°31′ N-1°24′ E	0	17,43	34,23	—	—	21
		10	17,37	34,21	—	—	19
	51°20′ N-1°36′ E	0	17,30	34,25	—	—	24
		10	17,28	34,25	—	—	19
		15	17,28	34,31	—	—	32
	51°23′ N-2°01′ E	0	16,43	34,78	—	—	16
		10	16,41	34,75	—	—	14
		30	16,41	34,75	—	—	13
	51°23′ N-2°31′ E	0	17,55	—	—	—	8
		10	17,53	33,99	—	—	10
		25	17,53	34,04	—	—	10
5.VIII	51°22′ N-2°59′ E	0	17,99	30,92	—	—	14
		10	18,00	31,07	—	—	16
	51°33′ N-3°11′ E	0	17,71	31,95	—	—	11
		10	17,72	31,96	—	—	13
		20	17,70	32,07	—	—	13
	51°42′ N-3°25′ E	0	17,66	31,87	—	—	13
		10	17,65	31,90	—	—	10
		20	17,65	32,13	—	—	11
	51°39′ N-2°37′ E	0	16,80	34,61	—	—	14
		10	16,78	34,61	—	—	8
		30	16,77	34,61	—	—	11
	51°37′ N-2°04′ E	0	16,45	34,73	—	—	14
		10	16,30	34,73	—	—	11
		45	16,25	34,72	—	—	10
	51°59′ N-2°06′ E	0	16,47	34,51	—	—	14
		10	16,45	34,52	—	—	13
		25	16,42	34,52	—	—	16
	52°00′ N-2°40′ E	0	16,43	34,58	—	—	13
		10	16,34	34,60	—	—	11
		35	16,32	34,61	—	—	11
	51°59′ N-3°14′ E	0	17,00	33,82	—	—	8
		10	17,00	33,88	—	—	8
		25	17,00	33,94	—	—	6
	51°55′ N-3°39′ E	0	17,50	32,05	—	—	8
		10	17,50	32,11	—	—	10
		20	17,50	32,14	—	—	8

TABLEAU ANNEXE 1 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité ‰	Oxygène		P_2O_5 mg/m³
	Lat. Long.				cm³/l	Saturation %	
6.VIII	52°06′ N-3°58′ E	0	18,40	28,53	—	—	2
		10	17,35	31,56	—	—	11
		15	17,35	31,47	—	—	10
	52°55′ N-4°25′ E	0	17,35	31,55	—	—	11
		10	17,45	31,47	—	—	10
	52°25′ N-3°44′ E	0	16,50	34,40	—	—	8
		10	16,47	34,39	—	—	8
		20	16,45	34,79	—	—	8
	52°25′ N-2°55′ E	0	16,21	34,51	—	—	8
		10	16,05	34,48	—	—	5
		40	16,03	34,69	—	—	3
	52°27′ N-2°12′ E	0	16,05	33,51	—	—	13
		10	15,98	33,31	—	—	11
		30	15,96	33,51	—	—	18
	52°52′ N-2°17′ E	0	15,87	33,53	—	—	18
		10	15,85	33,54	—	—	19
		35	15,81	33,52	—	—	14
	53°02′ N-3°02′ E	0	15,20	34,11	—	—	10
		10	15,23	34,14	—	—	10
		25	15,21	34,26	—	—	10
7.VIII	53°16′ N-3°48′ E	0	16,05	34,42	—	—	13
		10	16,05	34,52	—	—	22
		20	16,05	34,42	—	—	11
	53°40′ N-3°26′ E	0	16,83	34,29	—	—	37
		10	15,68	34,29	—	—	40
		35	15,55	34,45	—	—	22
	53°29′ N-2°42′ E	0	15,75	34,15	—	—	12
		10	15,73	34,15	—	—	13
		25	15,70	34,62	—	—	14
	54°10′ N-3°03′ E	0	16,61	34,68	—	—	19
		10	15,57	34,68	—	—	13
		25	14,23	34,65	—	—	14
	54°04′ N-2°13′ E	0	16,54	34,86	—	—	19
		10	16,14	34,83	—	—	19
		65	11,45	34,81	—	—	42
	58°55′ N-1°40′ E	0	13,74	34,70	—	—	29
		10	13,74	34,71	—	—	37
		25	13,74	34,72	—	—	19
8.VIII	53°44′ N-1°02′ E	0	13,55	34,47	—	—	10
		10	13,55	34,54	—	—	10
		20	13,55	34,49	—	—	18
	53°33′ N-0°22′ E	0	14,12	34,88	—	—	6
		10	14,15	34,93	—	—	5
		15	14,15	34,24	—	—	2
	54°08′ N-0°00′ E	0	12,86	34,41	—	—	35
		10	12,90	34,41	—	—	29
	54°20′ N-0°39′ E	0	15,76	34,41	—	—	29
		10	14,82	34,41	—	—	45
	54°32′ N-1°13′ E	0	15,35	34,57	—	—	176
		10	14,55	34,67	—	—	32
		30	14,04	34,63	—	—	19
	54°36′ N-1°35′ E	0	15,67	34,65	—	—	22
		10	15,17	34,66	—	—	26
9.VIII	54°44′ N-2°28′ E	0	15,94	34,84	—	—	119
		10	15,78	35,00	—	—	13
		15	15,76	34,81	—	—	16
	53°20′ N-0°59′ E	0	14,68	34,02	—	—	19
		10	14,66	34,01	—	—	22

TABLEAU ANNEXE 1 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité ‰	Oxygène		P_2O_5 mg/m³
	Lat. Long.				cm³/l	Saturation %	
9.VIII	53°01′ N-1°32′ E	0	15,32	33,96	—	—	29
		10	15,30	33,96	—	—	54
		20	15,30	33,96	—	—	16
	52°48′ N-1°48′ E	0	15,66	33,76	—	—	29
		10	15,65	33,79	—	—	51
		30	15,65	33,79	—	—	26
10.X	55°40′ N-1°28′ W	0	11,57	34,71	—	—	—
		50	11,22	34,78	—	—	—
	55°56′ N-0°44′ W	0	12,05	34,93	5,85	94,50	—
		20	12,05	34,89	5,89	95,15	—
11.X	56°12′ N-0°00′ E	0	12,91	35,02	5,92	96,26	—
		20	12,94	34,96	5,92	96,26	—
	55°48′ N-0°30′ E	0	12,67	34,95	5,85	95,12	—
		20	12,67	35,01	5,71	92,84	—
	55°31′ N-0°13′ W	0	13,10	34,76	5,78	95,06	—
		20	13,10	34,78	5,85	96,21	—
	55°15′ N-0°58′ W	0	12,10	34,71	5,89	95,15	13
		20	12,10	34,72	5,99	96,76	21
		70	9,90	34,78	—	—	56
	54°49′ N-0°27′ W	0	11,89	34,64	5,61	88,90	29
		20	11,74	34,64	5,36	84,94	86
12.X	55°23′ N-1°00′ E	0	12,60	34,64	5,68	91,76	—
		20	12,59	34,66	5,78	93,37	—
	55°06′ N-0°16′ E	0	12,79	34,74	5,85	94,50	—
		20	12,78	34,75	5,75	92,89	—
	54°59′ N-1°30′ E	0	13,37	34,72	5,75	94,57	—
		20	13,36	34,62	5,71	93,91	—
	54°32′ N-0°49′ E	0	12,66	34,93	5,68	92,35	—
		20	12,66	34,66	5,75	92,89	—
		50	12,68	34,65	5,85	94,50	—
13.X	54°05′ N-0°07′ E	0	12,89	34,53	5,71	92,24	—
		20	12,90	34,55	5,71	92,24	—
	54°09′ N-0°02′ E	0	12,84	34,52	5,75	92,89	—
		20	12,85	34,55	5,75	92,89	—
	54°15′ N-0°20′ E	0	12,79	34,56	5,54	89,49	—
		20	12,79	34,56	5,71	92,24	—
	54°19′ N-0°40′ E	0	13,06	34,58	5,75	94,57	—
		20	13,05	34,59	5,71	93,91	—
	54°23′ N-1°00′ E	0	13,24	34,61	5,75	94,57	—
		20	13,22	34,65	5,75	94,57	—
	54°29′ N-1°19′ E	0	14,05	34,68	5,75	96,31	—
		20	14,06	34,75	5,61	93,96	—
	54°33′ N-1°39′ E	0	13,57	34,70	5,78	95,06	—
	54°33′ N-1°58′ E	0	13,46	34,71	5,82	95,72	—
	54°17′ N-1°16′ E	0	13,77	34,67	5,57	91,71	—
		20	13,77	34,65	5,68	93,42	—
14.X	53°56′ N-0°37′ E	0	13,76	34,71	5,64	92,76	—
		20	13,76	34,74	5,64	92,76	—
	53°35′ N-1°01′ E	0	13,38	34,60	5,78	95,06	—
	53°51′ N-1°43′ E	0	14,06	35,07	5,50	92,74	—
		20	14,07	34,87	5,75	96,96	—
	54°07′ N-2°25′ E	0	14,37	34,85	5,75	96,96	—
		20	14,36	34,85	5,61	94,60	—
15.X	53°43′ N-2°53′ E	0	14,53	34,14	5,71	95,64	—
		20	14,53	34,15	5,68	95,14	—
	53°26′ N-2°11′ E	0	14,38	34,18	5,64	94,47	—
		20	14,39	34,16	5,64	94,47	—
	53°10′ N-1°29′ E	0	13,70	34,77	5,57	91,61	—
		20	13,69	34,77	5,64	92,76	—

TABLEAU ANNEXE 1 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité ‰	Oxygène		P_2O_5 mg/m³
	Lat. Long.				cm³/l	Saturation %	
15.X	52°44′ N-1°55′ E	0	13,74	34,77	5,71	93,91	—
		20	13,66	34,49	5,68	93,42	—
	53°01′ N-2°37′ E	0	14,31	34,23	5,57	93,29	—
		20	14,31	34,22	5,61	93,96	—
	53°17′ N-3°18′ E	0	14,28	33,97	5,57	93,29	—
		20	14,30	33,96	5,61	93,96	—
16.X	52°53′ N-3°46′ E	0	14,08	34,03	5,71	95,64	—
		20	14,48	34,39	5,68	95,14	—
	52°36′ N-3°04′ E	0	14,76	34,56	5,82	97,48	—
		20	14,78	34,56	5,17	86,59	—
	52°20′ N-2°22,5′E	0	15,39	34,72	5,43	92,66	—
		20	15,39	34,62	5,43	92,66	—
	51°54′ N-2°49′ E	0	15,29	34,23	5,50	93,85	0
		20	15,30	34,19	5,47	93,34	0
	52°02′ N-3°43′ E	0	14,78	33,70	5,64	94,00	3
		20	14,87	33,81	5,61	93,50	6
	52°26′ N-4°12′ E	0	14,21	32,28	5,99	99,17	—
17.X	54°07′ N-2°21′ E	0	14,18	34,85	5,82	97,97	—
		20	14,10	34,86	5,68	95,62	—
	54°06,5′ N-2°24′ E	0	14,33	34,88	5,71	96,12	45
		20	14,32	34,84	5,64	94,94	42
		40	14,08	34,85	—	—	45
	54°06′ N-2°26′ E	0	14,30	34,83	5,68	95,62	54
		20	14,30	34,83	5,68	95,62	80
18.X	54°06′ N-2°28′ E	0	14,34	34,79	5,68	95,62	70
		20	14,36	34,77	5,64	94,94	42
		40	14,35	34,77	—	—	35
	54°05,5′ N-2°20′ E	0	14,30	34,68	—	—	88
		20	14,35	34,82	—	—	46
		40	14,36	34,78	—	—	66
	54°05′ N-2°32′ E	0	14,36	34,72	—	—	42
		20	14,36	34,64	—	—	32
		40	14,37	35,13	—	—	27

TABLEAU ANNEXE 2.

Croisière du « GEORGE BLIGH » en mer du Nord et en Manche.
Température et salinité en 1937.

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo
1937				
9.IV	51°40′ N-2°17′ E	0	8,16	34,96
(Mer du Nord)		10	8,14	—
		20	8,15	34,96
		30	8,16	—
		40	8,16	34,96
10.IV	51°03′ N-1°30′ E	0	8,55	35,08
		10	8,53	—
		20	8,53	35,08
		30	8,53	—
		40	8,51	—
		50	8,53	—
9.IV	52°05′ N-2°40′ E	0	7,59	34,59
		10	7,49	34,61
		20	7,49	34,60
		30	7,49	34,60
28.X	53°35′ N-3°39′ E	0	13,67	34,00
		10	13,67	—
		20	13,67	34,00
		30	13,67	34,08
	53°58′ N-3°43′ E	0	9,87	34,60
		10	9,88	34,61
		20	10,02	34,55
		30	9,87	34,52
	54°00′ N-3°05′ E	0	10,26	34,27
		10	10,28	34,25
		20	10,38	34,34
		30	10,57	34,40
		40	10,50	34,42
		50	10,45	34,43
23.VII	54°32′ N-1°17′ E	0	14,66	34,68
		10	13,39	34,62
		20	11,17	34,49
		30	9,75	34,49
		40	9,35	34,50
10.XII	54°30′ N-1°18′ E	0	8,33	34,75
		10	8,47	34,76
		20	8,47	34,77
		30	8,41	34,80
		40	8,27	34,88
		50	8,03	34,84
7.VI	54°15′ N-0°20′ E	0	10,17	34,42
		10	8,61	34,32
		20	7,60	34,34
		30	7,48	34,34
		40	7,44	34,37
		50	7,42	34,34
7.VI	54°21′ N-0°38′ E	0	11,11	34,38
		10	9,72	34,50
		20	9,01	34,51
		30	8,49	34,53
		40	8,39	34,51
		50	8,33	34,52
	54°25′ N-0°58′ E	0	11,20	34,44
		10	10,23	34,52
		20	8,28	34,67
		30	8,19	34,66
		40	8,17	34,66
		50	8,18	34,67

TABLEAU ANNEXE 2 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité ‰
8.VI	54°38′ N-0°03′ E	0	12,01	—
		15	10,25	—
		16	10,26	—
		17	10,42	—
		18	10,08	—
		19	6,75	—
		20	6,79	—
		68	6,25	—
	54°52′ N-0°09′ E	0	12,60	—
		15	10,86	—
		20	10,78	—
		21	9,88	—
		25	6,44	—
		70	5,64	—
23.VII	54°21′ N-0°40′ E	0	14,19	34,61
		10	13,98	34,32
		20	12,63	34,37
		30	9,15	34,45
		40	8,45	34,48
		50	8,27	34,52
8.VIII	54°15′ N-0°20′ E	0	15,77	34,48
		10	13,43	34,79
		20	10,82	34,52
		30	10,24	34,52
		40	10,10	34,53
		50	9,95	34,52
17.XI	54°21′ N-0°41′ E	0	10,17	34,66
		10	10,19	34,70
		20	10,19	34,70
		30	10,19	34,66
		40	10,21	34,65
		50	10,21	34,70
		60	10,21	34,68
9.VI	55°25′ N-0°11′ E	0	11,71	34,77
		20	10,80	34,89
		25	9,69	—
		26	8,80	—
		27	10,29	—
		28	10,17	—
		29	6,66	—
		30	6,72	—
		40	5,88	34,89
10.IV (Manche)	50°22′ N-0°02′ W	0	8,78	34,98
		10	8,78	—
		20	8,78	35,05
		30	8,78	—
		40	8,78	—
		50	8,78	—
11.IV	50°12′ N-1°02′ W	0	8,89	35,15
		10	8,89	—
		20	8,89	35,19
		30	8,89	—
		40	8,89	—
		50	8,89	—
	50°09′ N-1°39′ W	0	9,09	35,32
		10	9,05	—
		20	9,05	35,32
		30	9,05	—
		40	9,04	—
		50	9,04	—

TABLEAU ANNEXE 2 (*suite*).

Dates	Position	Profondeur m	Température °C	Salinité °/oo
14.I	54°02′ N-4°22′ W	0	10,01	35,18
		5	10,40	35,17
		25	10,40	35,17
		50	10,40	35,17
		68	10,40	35,17
18.II	54°02′ N-4°22′ W	0	9,7	35,06
		5	9,55	35,04
		25	—	35,04
		50	—	35,07
		68	9,55	35,05
19.V	54°02′ N-4°22′ W	0	11,9	35,24
		5	11,60	35,23
		15	11,00	35,22
		25	10,50	35,22
		50	10,22	35,25
		70	10,22	35,24
17.VI	54°02′ N-4°22′ W	0	15,7	35,24
		5	15,5	35,17
		15	15,35	35,18
		25	11,20	35,22
		50	11,10	35,21
		69	11,08	35,23
27.VII	54°02′ N-4°22′ W	0	16,20	35,10
		5	15,80	35,08
		15	14,40	35,07
		25	12,30	35,07
		50	—	35,08
		69	12,20	35,08
24.VIII	54°02′ N-4°22′ W	0	19,0	—
		5	16,80	—
		15	15,90	35,04
		25	13,70	35,07
		50	13,60	35,08
		69	13,60	35,08
21.IX	54°02′ N-4°22′ W	0	15,5	35,08
		5	15,13	35,05
		15	15,03	35,07
		25	14,98	35,08
		50	14,60	35,11
		67	14,55	35,08
14.X	54°02′ N-4°22′ W	0	14,9	35,17
		5	14,7	35,17
		15	—	35,15
		25	14,62	35,17
		70	14,50	35,19
8.XII	54°02′ N-4°22′ W	0	12,00	35,10
		5	12,25	35,21
		25	12,25	35,21
		50	12,20	35,17
		67	12,30	35,17

TABLEAU ANNEXE 3.

Mesures de la température et de la salinité
au cours des croisières périodiques de G. GILSON.

Croisière II. XI.1903.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	10,0	32,32	12,4	35,12	12,8	35,19	12,9	35,39	13,0	35,39	13,1	35,37
5	10,45	33,17	12,6	35,07	12,85	35,14	13,1	35,26	13,3	35,37	13,1	35,35
10	10,45	33,26	12,6	35,07	12,85	35,16	13,1	35,26	13,3	35,37	13,1	35,35
15	—	—	12,6	35,08	12,85	35,14	13,1	35,26	13,3	35,35	13,1	35,37
20	—	—	12,6	35,1	12,85	35,16	13,1	35,26	13,3	35,35	13,1	35,37
	10,45	33,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	12,6	35,1	12,85	35,14	13,1	35,3	13,3	35,37	13,1	35,37
30	—	—	12,6	35,1	12,85	—	13,1	35,3	13,3	35,37	13,1	35,37
			12,85	35,16	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	13,1	35,3	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	13,3	35,37	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	13,3	35,35	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	11,7	35,01	10,8	34,51	12,6	35,14	13,1	35,39	12,8	35,23
5	11,75	35,03	10,8	34,49	13,0	35,12	13,1	35,37	12,8	35,21
10	11,75	35,03	10,8	34,49	13,0	35,07	13,1	35,37	12,7	35,21
15	11,75	35,03	10,8	34,49	12,95	35,08	13,1	35,37	12,7	35,21
20	11,75	35,03	10,8	34,49	12,95	35,09	13,1	35,37	12,7	35,23
	—	—	10,8	34,49	—	—	—	—	—	—
25	11,75	35,03	—	—	12,85	35,08	13,1	35,39	12,7	35,21
30	11,75	35,03	—	—	12,9	35,08	13,1	35,39	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	12,9	35,07	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	13,1	35,39	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	13,1	35,39	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière III. II.1904.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	4,1	33,82	6,2	35,01	6,8	35,28	7,3	35,37	7,6	35,39	7,8	35,35
5	3,9	33,82	6,1	34,97	—	—	7,21	35,34	7,55	35,37	7,41	35,34
10	4,15	34,22	6,1	34,97	6,8	35,21	7,21	35,34	7,53	35,35	7,41	35,34
15	—	—	—	—	—	—	7,2	35,34	7,53	35,34	7,41	35,34
	4,15	34,23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	6,05	34,99	6,75	35,13	7,2	35,34	7,53	35,34	7,42	35,34
25	—	—	—	—	—	—	7,17	35,34	7,54	35,34	7,42	35,34
30	—	—	6,05	34,99	6,75	35,17	7,15	35,34	7,53	35,35	7,43	35,34
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,43	35,34
35	—	—	—	—	—	—	—	—	7,53	35,35	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	7,55	35,35	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	7,6	35,30	6,2	34,92	5,6	34,6	8,1	35,43	7,6	34,54
5	7,3	35,32	5,95	34,92	6,65	35,08	8,2	35,41	7,6	35,23
10	7,3	35,34	6,0	34,88	6,65	35,07	8,2	35,41	7,65	35,23
15	6,95	35,25	5,95	34,90	6,7	35,10	—	—	—	—
20	7,05	35,25	6,0	34,90	6,7	35,08	8,2	35,39	7,65	35,23
25	7,15	35,30	—	—	6,7	35,10	—	—	—	—
30	7,20	35,28	—	—	6,7	35,08	8,2	35,41	7,65	35,23
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	7,3	35,32	—	—	—	—	8,2	35,43	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	7,3	35,32	—	—	—	—	8,15	35,44	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière IV. V.1904.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	10,1	31,76	9,8	34,9	9,0	35,12	8,7	35,08	8,85	34,72	8,55	34,6
5	10,1	31,82	9,15	34,88	9,0	35,1	8,7	35,07	8,85	34,72	8,55	34,6
10	10,05	31,98	9,15	—	9,0	35,16	8,7	35,07	8,8	34,74	8,55	34,58
15	—	—	9,15	34,85	8,95	35,14	8,7	35,08	8,8	34,74	8,55	34,6
20	—	—	9,1	34,85	8,95	35,12	8,7	35,08	8,8	34,76	8,55	34,6
25	—	—	9,1	34,83	8,95	35,14	8,7	35,1	8,8	34,74	8,6	34,58
30	—	—	—	—	—	—	8,7	35,1	8,8	34,76	—	—
	—	—	—	—	8,95	35,12	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	8,7	35,1	8,8	34,74	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	8,8	34,74	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	8,65	34,23	8,3	33,48	8,9	34,92	9,5	35,35	9,0	35,07
5	8,6	34,23	8,3	33,48	8,9	34,92	9,0	35,32	9,0	35,07
10	8,6	34,23	8,3	33,48	8,9	34,92	9,0	35,34	9,0	35,07
15	8,6	34,23	8,3	33,49	8,9	34,94	9,0	35,32	9,0	35,07
20	8,6	34,23	8,3	35,51	8,9	34,92	—	—	9,0	35,08
25	8,6	34,23	8,37	33,53	8,9	34,9	8,95	35,32	9,0	35,07
30	8,6	34,22	—	—	8,9	34,94	8,95	35,34	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	8,6	34,22	—	—	8,9	34,32	8,95	35,32	—	—
45	8,6	34,23	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	8,95	35,32	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière VI. XI.1904.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	10,3	33,04	12,0	34,02	12,9	34,97	12,10	35,10	12,2	35,03	11,70	34,99
5	9,4	33,06	10,82	33,77	11,42	34,90	11,69	35,05	11,71	35,01	11,31	34,96
10	9,4	33,06	10,89	33,93	11,42	34,87	11,69	35,05	11,71	35,01	11,31	34,94
15	9,4	33,06	10,9	33,93	11,42	34,88	11,69	35,07	11,71	34,99	11,31	34,92
20	—	—	10,9	33,89	11,42	34,90	11,69	35,05	11,71	35,01	11,31	34,90
25	—	—	10,9	33,89	11,42	34,88	11,69	35,05	11,70	35,01	11,31	34,88
30	—	—	10,9	33,93	11,42	34,92	11,69	35,05	11,70	35,01	11,32	34,88
35	—	—	—	—	—	—	11,69	35,08	11,70	35,01	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	11,70	35,01	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35,01	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	12,0	34,92	11,40	34,83	12,3	34,81	12,3	34,94	12,40	35,08
5	11,31	34,88	10,90	34,79	12,41	34,81	12,98	34,94	12,40	35,08
10	11,30	34,87	10,90	34,78	12,48	34,79	12,97	34,94	12,40	35,07
15	11,30	34,87	10,90	34,76	12,60	34,79	12,97	34,94	12,41	35,07
20	11,30	34,88	10,89	34,76	12,62	34,85	12,96	34,94	12,41	35,07
25	11,30	34,88	—	—	12,64	34,85	12,95	34,94	12,41	35,07
30	11,30	34,88	—	—	12,67	34,88	12,95	34,94	12,40	35,07
35	11,32	34,88	—	—	—	—	12,95	34,94	—	—
40	—	—	—	—	—	—	12,95	34,92	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	12,95	34,94	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière VII. II.1905.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	4,0	31,71	6,4	35,05	—	—	7,0	35,12	6,80	35,07	6,40	35,05
5	3,0	31,69	4,95	34,61	5,80	34,99	5,41	35,08	5,12	35,05	5,50	34,97
10	2,95	31,69	4,95	34,63	5,80	34,99	5,41	35,12	5,10	35,05	5,50	34,99
15	—	—	4,95	34,63	5,85	35,01	5,41	35,08	5,10	35,07	5,60	34,97
	3,40	31,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	4,95	34,63	5,85	35,01	5,41	35,07	5,10	35,05	5,9	34,99
25	—	—	4,95	34,63	5,85	34,99	5,40	35,08	5,15	35,05	5,9	35,03
30	—	—	4,80	34,63	5,90	34,99	5,40	35,07	5,15	35,05	6,0	35,03
35	—	—	—	—	—	—	5,40	35,07	5,15	35,05	6,0	35,03
40	—	—	—	—	—	—	—	—	5,15	35,07	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	5,40	34,88	4,50	34,33	6,10	34,81	7,80	35,21	7,0	35,08
5	4,80	34,88	3,40	34,33	5,64	34,78	6,35	35,17	6,36	35,08
10	4,80	34,87	3,40	34,33	5,90	34,78	6,30	35,17	6,36	35,08
15	4,80	34,88	3,40	34,21	5,90	34,76	6,30	35,17	6,36	35,10
20	4,83	34,87	—	—	5,70	34,76	6,40	35,17	6,36	35,10
25	4,80	34,88	—	—	5,40	34,78	6,30	35,19	6,36	35,08
30	4,80	34,87	—	—	5,40	34,79	6,30	35,19	6,40	35,08
35	—	—	—	—	5,65	34,76	6,40	35,19	—	—
40	—	—	—	—	—	—	6,40	35,19	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	6,38	35,26	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière VIII. V.1905.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	9,5	34,49	9,9	34,83	9,8	35,03	9,5	35,21	9,4	35,28	9,0	34,88
5	9,4	34,49	9,5	34,78	9,5	34,99	9,4	35,21	9,3	35,26	8,9	34,85
10	9,4	34,49	9,5	34,79	9,5	34,99	9,4	35,19	9,3	35,23	8,9	34,85
15	9,4	34,49	9,5	34,78	9,5	35,03	9,4	35,19	9,3	35,23	8,8	34,85
20	—	—	9,48	34,78	9,5	35,03	9,4	35,19	9,3	35,23	8,8	34,85
25	—	—	9,5	34,78	9,5	35,01	9,3	35,19	9,3	35,23	—	—
30	—	—	9,48	34,78	9,5	35,03	9,4	35,21	9,3	35,23	—	—
35	—	—	9,48	34,78	—	—	9,4	35,19	9,3	35,25	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	9,3	35,26	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	9,3	35,25	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	9,3	34,88	9,5	34,87	9,7	34,33	9,3	35,19	9,6	35,12
5	9,0	34,85	9,0	34,88	9,4	34,56	9,12	35,21	9,1	35,1
10	9,0	34,85	9,0	—	9,45	34,56	9,1	35,21	9,1	35,12
15	9,0	34,87	9,0	34,88	9,3	34,9	9,0	35,21	9,1	35,12
20	9,0	34,85	8,95	34,94	9,44	34,31	9,0	35,21	9,1	35,1
25	9,0	34,87	—	—	9,45	34,31	9,0	35,23	9,05	35,12
30	9,0	34,87	—	—	9,44	34,33	9,1	35,21	9,0	35,1
35	—	—	—	—	9,45	34,33	9,0	35,21	—	—
40	—	—	—	—	9,45	34,33	9,0	35,21	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	9,0	35,21	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière IX. VIII.1905.

m	B-1		B-2		B-5		B-7	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	18,0	33,32	18,0	34,83	17,1	35,16	17,4	34,87
5	17,8	33,42	17,7	34,79	16,8	35,12	17,4	34,85
10	17,7	34,11	17,7	34,79	16,8	35,10	17,5	34,87
15	17,7	34,63	17,7	34,79	16,8	35,10	17,5	34,87
20	—	—	17,6	34,79	16,8	35,10	17,5	34,85
25	—	—	17,6	34,81	16,8	35,10	17,5	34,85
30	—	—	17,6	34,81	16,75	35,12	—	—
35	—	—	—	—	16,75	35,12	—	—
40	—	—	—	—	16,80	35,12	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-8		B-10		B-11	
	°C	S	°C	S	°C	S
0	17,1	34,72	17,8	34,90	17,4	35,14
5	17,6	34,69	17,5	34,87	16,79	35,08
10	17,6	34,67	17,6	34,87	16,79	35,08
15	17,6	34,69	17,6	34,87	16,78	35,10
20	17,6	34,69	17,6	34,87	16,69	35,10
25	—	—	17,5	34,87	16,61	35,10
30	—	—	—	—	16,60	35,10
35	—	—	—	—	16,51	35,10
40	—	—	—	—	16,50	35,10
45	—	—	—	—	16,50	35,12

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière X. XI.1905.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-4		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	9,10	32,79	10,90	34,72	11,15	34,85	10,9	34,88	11,45	35,10	11,1	35,16
5	9,10	32,79	10,90	34,72	—	—	—	—	11,45	35,08	—	—
10	9,10	32,81	10,90	34,72	—	—	—	—	11,45	35,07	—	—
	9,12	32,83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	10,90	34,72	—	—	—	—	11,45	35,08	—	—
20	—	—	10,90	34,74	—	—	—	—	11,45	35,08	—	—
25	—	—	10,90	34,74	—	—	—	—	11,45	35,08	—	—
30	—	—	10,90	34,72	—	—	—	—	11,50	35,08	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	11,50	35,10	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	11,50	35,10	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	10,75	35,10	9,80	34,87	11,80	35,19	11,8	35,28	11,30	35,17
5	10,72	35,08	—	—	—	—	12,2	35,25	11,30	35,17
10	10,65	35,08	9,80	34,85	—	—	12,2	35,25	11,30	35,16
15	10,55	35,08	—	—	—	—	12,2	35,25	11,30	35,16
	—	—	9,80	34,83	—	—	—	—	—	—
20	10,45	35,07	—	—	11,95	35,16	12,2	35,25	11,30	35,17
25	10,45	35,07	—	—	—	—	12,22	35,23	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	11,30	35,19
30	—	—	—	—	—	—	12,22	35,23	—	—
	10,40	35,05	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	12,22	35,23	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XI. II.1906.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	4,8	32,74	6,5	35,1	6,9	35,21	7,3	35,26	6,6	35,28	5,45	34,92
5	4,7	32,72	6,6	35,07	—	—	—	—	6,6	35,21	—	—
10	4,8	32,72	6,6	—	—	—	—	—	6,6	—	—	—
15	—	—	6,6	35,05	—	—	—	—	6,6	35,19	—	—
	4,9	32,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	6,6	—	—	—	—	—	6,62	—	—	—
25	—	—	6,6	35,03	—	—	—	—	6,62	35,21	—	—
30	—	—	6,6	35,07	—	—	—	—	6,62	—	—	—
	—	—	—	—	6,9	35,21	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	6,62	35,19	5,5	34,92
40	—	—	—	—	—	—	7,3	35,28	6,64	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	6,63	35,21	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	4,9	34,14	4,0	33,95	6,3	34,7	7,3	35,19	5,45	34,83
5	4,95	34,13	4,04	33,95	6,25	34,7	7,2	35,17	5,45	34,83
10	4,95	—	4,05	—	6,3	—	7,2	—	5,45	—
15	4,95	34,6	4,05	33,95	6,3	34,74	7,2	35,19	5,45	34,81
20	4,95	—	—	—	6,35	—	7,2	—	5,45	—
	—	—	4,05	33,96	—	—	—	—	—	—
25	4,9	34,6	—	—	6,35	34,79	7,2	35,19	5,45	34,81
30	4,9	—	—	—	6,4	34,78	7,25	—	5,45	34,83
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	6,4	34,76	—	—	—	—
40	4,9	34,6	—	—	—	—	7,25	35,19	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	4,9	34,63	—	—	—	—	7,25	35,19	—	—

Croisière XII. V.1906.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	7,9	29,65	7,13	33,13	7,05	34,22	6,7	34,74	6,60	34,69	6,47	34,70
5	7,8	30,01	7,13	33,10	6,95	34,22	6,7	34,70	6,60	34,67	6,46	34,69
10	7,75	30,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	7,10	35,33	6,90	34,25	6,7	34,70	6,8	34,63	6,45	34,69
	7,75	30,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	7,10	33,17	—	—	—	—	6,8	34,65	6,45	34,69
	—	—	—	—	6,85	34,25	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	6,75	34,69	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	6,75	34,65	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	6,40	34,60	6,60	33,80	7,23	34,43	7,16	34,49	7,20	34,31
5	6,40	34,58	6,63	33,78	7,22	34,40	7,13	34,49	7,20	34,29
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	6,33	34,60	6,63	33,78	7,22	34,42	7,10	34,49	7,17	34,29
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	6,63	33,78	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	6,30	34,52	—	—	7,20	34,42	7,06	34,51	7,17	34,29
35	—	—	—	—	7,17	34,42	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	7,03	34,52	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	—	—	—	—	—	7,03	33,54	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XIII. VIII.1906.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	16,75	33,51	16,25	33,67	15,77	34,78	15,4	34,87	15,37	24,99	15,87	34,92
5	16,75	33,57	—	—	—	—	—	—	15,37	34,97	—	—
10	16,72	33,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	16,15	34,65	15,73	34,76	15,4	34,88	15,35	34,87	15,85	34,92
	16,70	33,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	15,35	34,96	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	16,14	34,67	15,72	34,78	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	15,35	34,97	15,81	34,92
	—	—	—	—	—	—	15,38	34,87	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	15,35	34,97	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	15,35	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	17,2	34,72	16,9	34,79	15,82	34,63	14,95	34,97	15,43	35,01
5	17,1	34,74	16,9	34,79	15,8	34,63	14,91	34,97	15,41	34,99
10	—	—	16,9	34,79	—	—	—	—	—	—
15	17,1	34,74	—	—	15,73	34,65	14,93	34,99	15,41	34,99
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	16,85	34,81	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	14,93	34,99	—	—
	17,0	34,74	—	—	—	—	—	—	15,41	34,99
35	—	—	—	—	15,63	34,67	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	14,92	34,97	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	14,92	34,97	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XIV. XI.1906.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	10,71	32,59	12,6	34,67	13,0	34,88	13,25	35,01	—	—	12,9	35,08
5	10,75	32,59	12,6	34,67	12,95	34,9	13,27	35,01	13,4	35,1	12,94	35,07
10	10,8	32,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,8	32,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	12,6	34,67	13,0	34,88	13,28	35,01	13,4	35,1	12,93	35,07
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	13,4	35,08	—	—
30	—	—	—	—	13,01	34,9	—	—	—	—	12,93	35,07
35	—	—	—	—	—	—	13,28	35,01	13,4	35,1	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	13,41	35,1	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	12,25	24,97	11,68	34,61	12,9	34,67	13,55	35,1	12,85	35,03
5	12,27	24,97	—	—	13,0	34,72	13,55	35,1	12,87	35,03
10	—	—	—	—	—	—	—	—	12,9	35,03
15	12,27	34,97	11,75	34,61	13,02	34,74	13,55	35,1	12,87	35,03
20	—	—	—	—	—	—	—	—	12,8	35,03
25	—	—	11,8	34,61	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	13,1	34,76	13,56	35,1	12,83	35,03
35	12,28	34,97	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	13,57	35,12	—	—
45	—	—	—	—	13,13	34,78	—	—	—	—
50	12,3	34,99	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	13,57	35,10	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XV. II.1907.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	1,5	30,62	3,6	33,62	4,89	34,96	5,34	35,1	5,29	34,97	5,25	34,92
5	1,6	30,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	2,03	31,29	3,69	33,69	4,9	34,92	5,37	35,1	5,3	35,01	5,24	34,92
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34,92
30	—	—	3,73	33,75	—	—	—	—	—	—	5,24	—
	—	—	—	—	4,9	34,92	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	5,3	35,01	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	5,37	35,12	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	5,3	35,01	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	4,27	34,33	2,58	33,69	3,26	33,42	4,03	34,4	3,04	34,42
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	4,4	34,34	—	—	3,4	33,49	4,25	34,72	3,04	34,43
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	2,6	33,68	—	—	—	—	—	—
30	4,44	34,4	—	—	—	—	4,29	34,6	3,07	34,42
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	3,8	33,91	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	4,25	34,79	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XVI. IV.1907.

m	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	8,52	30,5	8,0	34,18	7,92	34,92	7,72	35,1	7,76	35,05	7,30	34,87
5	8,50	30,57	8,0	34,18	7,93	34,92	7,70	35,08	7,76	35,05	7,30	34,87
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	8,0	34,20	7,93	34,84	7,72	35,08	7,73	35,05	7,31	34,87
	8,50	31,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	7,73	35,03	—	—
30	—	—	—	—	7,95	34,96	—	—	—	—	—	—
35	—	—	8,0	34,23	—	—	—	—	7,73	35,03	7,32	34,87
40	—	—	—	—	—	—	7,68	35,14	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	7,73	35,05	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	7,36	34,54	7,57	33,82	9,3	34,54	8,13	35,14	7,57	34,97
4	7,36	34,52	7,57	33,82	9,0	34,56	—	—	7,58	34,97
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	7,34	34,52	7,57	33,82	8,74	35,01	8,18	35,16	7,58	34,97
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	7,58	34,97
			7,50	33,78	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	8,71	35,01	8,18	35,19	—	—
	7,33	34,54	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	8,18	35,14	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XVII. VIII.1907.

	B-1		B-2		B-3		B-4		B-5		B-6	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	16,25	34,18	15,78	34,94	15,68	35,01	15,45	35,17	15,45	35,21	15,52	35,17
5	16,26	34,14	15,78	34,92	15,67	35,01	15,42	35,16	15,40	35,23	15,52	35,17
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	16,26	34,14	15,77	35,03	15,67	35,03	15,42	35,16	15,35	35,25	15,53	35,17
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	15,36	35,23	15,53	35,17
	—	—	15,75	34,99	15,66	35,01	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	15,45	35,16	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	15,35	35,23	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

m	B-7		B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S i
0	16,17	35,01	16,13	34,94	16,16	34,79	15,34	35,17	15,48	35,16
5	16,17	35,01	16,15	34,94	16,07	34,79	15,41	34,14	15,50	35,16
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	16,18	35,01	16,15	34,94	16,00	34,83	15,41	35,17	15,50	35,14
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	15,50	35,16
25	—	—	16,15	34,94	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	15,99	34,83	15,40	35,12	—	—
	16,18	35,01	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	15,40	35,14	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XVIII. XI.1907.

m	B-1		B-2		B-3		B-5	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	10,85	32,94	13,01	34,9	13,56	35,12	13,4	35,23
5	10,85	32,94	13,11	34,92	13,5	35,1	13,42	35,21
10	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	13,11	34,9	13,48	35,12	13,42	35,23
	10,95	33,08	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	13,48	35,12	13,43	35,21
35	—	—	13,12	34,9	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	13,43	35,23

m	B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	12,16	35,23	13,2	34,92	13,74	35,23	13,22	35,25
5	12,22	35,25	13,23	34,92	13,75	35,14	13,23	35,26
10	—	—	—	—	—	—	—	—
15	12,27	35,25	13,23	34,88	13,75	35,14	13,23	35,26
20	—	—	—	—	—	—	—	—
25	12,30	35,26	13,23	34,88	13,76	35,16	13,24	35,25
30	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	13,24	35,25
35	—	—	13,24	34,94	13,76	35,14	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	13,77	35,21	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLEAU ANNEXE 3 (*suite*).

Croisière XIX. II.1908.

m	B-1		B-2		B-5		B-7	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	2,37	31,87	4,23	—	6,46	35,32	4,67	34,68
5	2,36	31,89	4,23	34,58	6,42	35,30	4,67	34,63
10	—	—	—	—	—	—	—	—
	2,30	31,96	—	—	—	—	—	—
15	—	—	4,28	34,65	6,40	35,28	4,70	34,65
20	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	4,23	34,60	—	—	—	—
30	—	—	—	—	6,38	35,28	4,70	34,61
35	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	4,70	34,61
45	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	6,38	35,28	—	—

m	B-8		B-10		B-11		B-12	
	°C	S	°C	S	°C	S	°C	S
0	3,82	34,31	3,00	34,49	5,24	35,05	4,02	34,34
5	3,82	34,29	3,90	34,52	5,15	35,03	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	3,89	34,51	5,28	35,05	4,02	34,56
20	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	4,03	34,56
35	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	5,40	35,04	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—

Tableau annexe 4

TABLEAU ANNEXE 4.

Bateau-feu « WEST-HINDER ».
Résultats analytiques hebdomadaires.
(Période 1951-1955.)

Date	Alcal. ml HCl N	Cl g ‰	S ‰	s_0	s_{20}	Chloro-sité	Alcalinité spécif.	PO_4 mg/l	NO_3 mg/l	$Si O_2$ mg/l	SO_4 g/l	Ca mg/l	Mg g/l
					1951								
5.I	2,285	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1157	0,200	1,85	—	2,737	—	1,310
12	2,360	19,38	35,01	1,02814	1,02462	19,857	0,1189	0,265	1,00	33,17	2,748	467,2	1,320
19	2,360	19,43	35,10	1,02821	1,02491	19,914	0,1185	0,300	1,25	40,12	2,748	478,5	1,319
26	2,344	19,37	34,99	1,02812	1,02477	19,849	0,1181	0,200	0,85	40,12	2,712	455,8	1,335
3.II	2,327	19,14	34,58	1,02779	1,02446	19,608	0,1187	0,265	1,25	40,12	2,709	468,2	1,316
10	2,251	19,24	34,76	1,02793	1,02459	19,713	0,1142	0,240	0,85	42,80	2,709	480,1	1,321
17	2,251	19,26	34,79	1,02796	1,02462	19,734	0,1141	0,250	1,40	42,80	2,709	481,6	1,328
24	2,251	19,31	34,88	1,02803	1,02469	19,786	0,1138	0,300	0,85	36,38	2,686	479,1	1,315
2.III	2,285	19,12	34,54	1,02776	1,02443	19,587	0,1166	0,280	1,40	53,50	2,686	473,9	1,307
9	2,100	18,97	34,27	1,02754	1,02422	19,429	0,1081	0,235	0,60	36,38	2,686	469,3	1,304
16	2,100	19,29	34,85	1,02800	1,02466	19,765	0,1062	0,300	0,60	33,17	2,709	480,6	1,328
24	2,142	19,36	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1080	0,145	0,85	40,12	2,712	—	1,341
30	2,100	19,17	34,63	1,02783	1,02450	19,639	0,1069	0,100	1,40	29,96	2,689	—	1,299
6.IV	2,150	19,27	34,81	1,02798	1,02464	19,744	0,1089	0,135	2,25	16,05	2,701	—	1,342
13	2,150	19,27	34,81	1,02798	1,02464	19,744	0,1089	0,223	1,00	40,12	2,701	—	1,351
20	2,213	19,32	34,90	1,02805	1,02470	19,799	0,1118	0,210	1,00	36,38	2,712	—	1,342
27	2,223	19,10	34,51	1,02773	1,02440	19,566	0,1136	0,285	1,00	40,12	2,701	—	1,333
4.V	2,234	19,05	34,42	1,02765	1,02433	19,513	0,1145	0,295	1,25	36,38	2,689	—	1,333
11	2,238	18,75	33,87	1,02722	1,02392	19,198	0,1166	0,295	1,40	38,50	2,628	—	1,307

18	2,275	18,28	33,03	1,02654	1,02328	18,705	0,1216	0,225	1,62	33,17	2,580	—	1,303
25	2,275	18,32	33,10	1,02659	1,02333	18,747	0,1213	0,285	1,40	33,17	2,556	—	1,305
1.VI	2,281	18,16	32,81	1,02636	1,02311	18,579	0,1228	0,185	1,25	26,00	2,532	—	1,303
8	2,271	17,95	32,43	1,02606	1,02283	18,359	0,1237	0,157	—	—	—	—	1,293
15	2,240	18,79	33,95	1,02728	1,02398	19,238	0,1165	0,135	0,20	40,12	2,646	—	—
22	2,282	18,64	33,68	1,02706	1,02377	19,083	0,1196	0,180	0,50	33,17	2,628	—	—
29	2,271	18,59	33,58	1,02699	1,02370	19,030	0,1194	0,165	0,60	33,17	2,628	401,6	1,309
7.VII	2,200	18,72	33,82	1,02718	1,02388	19,167	0,1148	0,185	0,50	29,96	2,669	—	—
13	2,323	19,28	34,83	1,02719	1,02465	19,755	0,1176	0,135	0,00	40,12	2,698	—	—
20	2,281	19,06	34,43	1,02767	1,02435	19,524	0,1169	0,135	0,19	36,38	2,663	—	—
27	2,278	19,12	34,54	1,02776	1,02449	19,588	0,1163	0,165	0,40	40,12	2,675	426,6	1,318
3.VIII	2,215	18,96	34,25	1,02752	1,02420	19,418	0,1141	0,275	0,20	40,12	2,663	—	—
24	2,145	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1086	0,145	0,00	40,12	2,718	—	—
31	2,208	19,18	34,65	1,02784	1,02451	19,650	0,1123	0,190	0,85	38,50	2,690	452,5	1,306
7.IX	2,229	19,01	34,34	1,02760	1,02428	19,471	0,1145	0,156	0,12	23,54	—	—	—
14	2,239	19,94	34,22	1,02749	1,02418	19,397	0,1155	0,132	—	—	—	—	—
21	2,207	19,99	34,31	1,02757	1,02425	19,450	0,1135	0,109	0,25	29,96	—	—	—
28	2,196	19,01	34,34	1,02760	1,02428	19,471	0,1128	0,147	—	23,54	2,671	479,9	1,320
5.X	2,282	19,02	34,36	1,02761	1,02429	19,481	0,1172	0,186	0,12	23,54	2,729	—	—
12	2,296	19,07	34,45	1,02768	1,02435	19,534	0,1175	0,114	0,06	38,52	2,670	—	—
19	2,220	19,05	34,42	1,02765	1,02433	19,513	0,1138	0,150	0,06	23,54	2,764	—	—
26	2,225	18,88	34,11	1,02741	1,02410	19,335	0,1151	0,158	—	19,26	2,641	473,3	1,313
3.XI	2,322	18,89	34,29	1,02742	1,02411	19,437	0,1195	0,167	0,37	23,54	2,641	—	—
10	2,339	19,08	34,47	1,02770	1,02437	19,544	0,1197	0,109	1,00	23,54	2,711	—	—
16	2,354	19,13	34,56	1,02777	1,02444	19,597	0,1201	0,114	0,37	23,54	2,712	—	—
23	2,312	19,37	34,99	1,02812	1,02477	19,849	0,1165	0,103	0,75	23,54	2,729	—	—
30	2,252	19,22	34,72	1,02790	1,02456	19,692	0,1144	0,075	0,00	23,54	2,783	446,6	1,363
7.XII	2,284	19,18	34,65	1,02784	1,02428	19,645	0,1163	—	—	—	—	—	—
14	2,381	19,30	34,87	1,02802	1,02468	19,776	0,1204	0,075	4,35	29,96	2,759	—	—
21	2,392	19,32	34,90	1,02805	1,02470	19,797	0,1208	0,100	0,30	26,75	—	—	—
28	2,419	19,22	34,72	1,02790	1,02456	19,692	0,1229	0,075	2,50	14,98	2,714	438,3	1,327

TABLEAU ANNEXE 4 (*suite*).

Date	Alcal. ml HCl N °/oo	Cl g °/oo	S °/oo	s_0	s_{20}	Chloro-sité	Alcalinité spécif.	PO_4 mg/l	NO_3 mg/l	Si O_2 mg/l	SO_4 g/l	Ca mg/l	Mg g/l
					1952								
4.I	2,381	19,27	34,81	1,02798	1,02464	19,732	0,1207	0,175	1,55	23,54	2,712	—	—
11	2,403	19,25	34,78	1,02795	1,02461	19,723	0,1218	0,125	1,25	11,77	2,729	—	—
18	2,398	19,25	34,78	1,02795	1,02461	19,723	0,1216	0,075	0,65	7,49	2,739	—	—
25	2,414	18,79	33,95	1,02728	1,02398	19,240	0,1255	0,125	8,15	23,54	2,651	468,3	1,290
1.II	2,414	19,16	34,61	1,02782	1,02449	19,629	0,1230	0,112	2,20	19,26	2,719	—	—
8	2,370	18,92	34,18	1,02747	1,02416	19,377	0,1223	0,137	1,55	19,36	2,671	—	—
15	2,370	18,48	33,39	1,02783	1,02450	18,932	0,1252	0,200	4,35	11,77	2,632	—	—
22	2,333	18,71	33,80	1,02716	1,02386	19,156	0,1218	0,137	1,25	29,96	2,661	—	—
29	2,344	18,50	33,42	1,02686	1,02358	18,936	0,1238	0,112	2,50	23,54	2,607	449,9	1,281
7.III	2,328	18,88	34,11	1,02741	1,02410	19,335	0,1204	0,137	0,30	23,54	2,671	—	—
14	2,328	18,91	34,16	1,02745	1,02414	19,366	0,1202	0,125	0,65	23,54	2,671	—	—
21	2,263	19,03	34,38	1,02763	1,02431	19,492	0,1161	0,075	1,25	23,54	2,729	—	—
30	2,328	18,35	33,15	1,02664	1,02337	18,778	0,1240	0,200	1,90	26,75	2,587	431,6	1,295
4.IV	2,376	18,32	33,10	1,02659	1,02333	18,747	0,1267	0,050	1,90	7,49	2,632	—	—
12	2,329	18,81	33,98	1,02731	1,02401	19,261	0,1209	0,050	0,95	7,49	2,671	—	—
18	2,349	18,82	33,46	1,02732	1,02402	19,272	0,1219	0,075	1,25	7,49	2,613	—	—
26	2,339	18,66	33,71	1,02709	1,02380	19,104	0,1225	0,050	1,25	11,77	2,616	423,3	1,279
2.V	2,334	18,98	34,29	1,02755	1,02423	19,439	0,1201	0,112	0,30	19,26	—	—	—
9	2,329	19,03	34,38	1,02763	1,02431	19,492	0,1195	0,150	0,65	23,54	2,690	—	—
16	2,334	19,14	34,58	1,02779	1,02446	19,608	0,1191	0,100	0,65	14,98	2,729	—	—
23	2,339	18,85	34,05	1,02736	1,02405	19,303	0,1212	0,100	0,62	23,54	2,700	—	—
30	2,349	18,88	34,11	1,02741	1,02410	19,335	0,1215	0,137	0,62	29,96	2,685	455,5	1,304

6.VI	2,334	19,07	34,45	1,02768	1,02435	19,534	0,1195	0,125	0,95	26,75	—	—	—
13	2,331	19,08	34,47	1,02770	1,02437	19,544	0,1193	0,150	1,27	23,54	2,719	—	—
21	2,309	19,19	34,67	1,02786	1,02452	19,660	0,1175	0,112	0,95	29,96	2,768	—	—
27	2,294	19,13	34,56	1,02777	1,02444	19,597	0,1171	0,162	0,95	29,96	2,695	457,9	1,322
4.VII	2,293	19,03	34,38	1,02763	1,02431	19,492	0,1176	0,125	0,95	29,96	2,681	—	—
12	2,314	19,08	34,47	1,02770	1,02437	19,544	0,1184	0,087	0,62	29,96	2,690	—	—
19	2,324	19,10	34,51	1,02773	1,02440	19,566	0,1188	0,125	0,32	26,75	2,690	—	—
25	2,319	19,15	34,60	1,02780	1,02447	19,618	0,1182	0,075	0,32	14,98	2,700	469,5	1,313
1.VIII	2,314	19,11	34,52	1,02774	1,02441	19,576	0,1182	0,062	0,62	19,26	2,700	—	—
10	2,303	19,26	34,79	1,02796	1,02462	19,734	0,1167	0,075	0,95	—	2,705	—	—
16	2,303	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1166	0,081	—	—	—	—	—
22	2,303	19,15	34,60	1,02780	1,02447	19,618	0,1174	0,087	3,15	14,98	2,700	—	—
29	2,293	19,18	34,65	1,02784	1,02428	19,645	0,1167	0,137	0,95	12,26	2,710	457,9	1,295
5.IX	2,334	19,15	34,60	1,02780	1,02447	19,618	0,1190	0,075	1,27	14,98	2,681	—	—
12	2,334	18,76	33,89	1,02723	1,02393	19,208	0,1115	0,125	0,95	11,77	2,663	—	—
19	2,334	18,73	33,84	1,02719	1,02389	19,177	0,1217	0,150	0,95	—	2,644	—	—
26	2,334	18,96	34,25	1,02752	1,02420	19,418	0,1202	0,150	0,95	7,49	2,690	464,9	1,295
3.X	2,329	19,15	34,60	1,02780	1,02447	19,618	0,1187	0,075	1,90	19,26	2,700	—	—
10	2,314	19,03	34,38	1,02763	1,02431	19,492	0,1187	0,100	1,60	19,26	2,681	—	—
17	2,353	19,13	34,56	1,02777	1,02444	19,597	0,1202	0,050	0,95	19,26	2,691	—	—
24	2,353	19,10	34,51	1,02773	1,02440	19,556	0,1204	0,050	0,32	14,98	2,719	463,6	1,313
1.XI	2,350	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1190	0,100	0,95	—	2,734	—	—
9	2,376	19,20	34,69	1,02787	1,02453	19,670	0,1208	0,100	0,95	—	2,729	—	—
14	2,418	18,82	34,00	1,02732	1,02402	19,272	0,1254	0,062	1,27	—	2,690	—	—
21	2,418	18,95	34,23	1,02751	1,02419	19,408	0,1246	0,062	0,62	—	2,676	—	—
28	2,418	18,75	33,87	1,02722	1,02392	19,198	0,1259	0,100	0,95	—	2,651	443,8	1,300
5.XII	2,423	18,14	32,77	1,02633	1,02308	18,558	0,1305	0,100	0,62	—	2,583	—	—
12	2,408	18,77	33,91	1,02725	1,02395	19,219	0,1253	0,100	2,22	23,54	2,612	—	—
21	2,393	19,18	34,65	1,02784	1,02428	19,645	0,1218	0,100	1,27	14,98	2,695	—	—
26	2,428	19,14	34,58	1,02779	1,02446	19,608	0,1238	0,087	1,60	7,49	2,729	453,2	1,318

TABLEAU ANNEXE 4 (*suite*).

Date	Alcal. ml HCl N ‰	Cl g ‰	S ‰	s_0	s_{20}	Chloro-sité	Alcalinité spécif.	PO_4 mg/l	NO_3 mg/l	$Si O_2$ mg/l	SO_4 g/l	Ca mg/l	Mg g/l
					1953								
2.I	2,428	19,07	34,40	1,02764	1,02432	19,503	0,1245	0,075	0,62	—	2,700	—	—
9	2,571	18,96	34,25	1,02752	1,02420	19,418	0,1324	0,075	0,32	—	2,671	—	—
16	2,654	18,93	34,20	1,02748	1,02417	19,387	0,1369	0,050	0,32	—	2,690	—	—
23	2,633	18,67	33,73	1,02710	1,02381	19,114	0,1375	0,050	1,60	—	—	—	—
30	2,622	18,89	34,13	1,02442	1,02411	19,345	0,1356	0,075	0,62	—	2,734	462,5	1,345
6.II	2,612	18,58	33,57	1,02697	1,02368	19,020	0,1374	0,050	0,32	—	2,632	—	—
15	2,612	18,67	33,73	1,02710	1,02381	19,114	0,1367	0,075	0,62	7,49	2,661	—	—
20	2,648	18,72	33,82	1,02718	1,02388	19,167	0,1381	0,100	0,62	7,49	2,642	—	—
27	2,633	18,64	33,68	1,02706	1,02377	19,083	0,1380	0,075	0,62	11,77	2,651	448,5	1,266
6.III	2,381	18,33	33,12	1,02661	1,02334	18,757	0,1270	0,087	0,32	11,77	2,612	—	—
15	2,484	18,17	32,83	1,02638	1,02313	18,590	0,1336	0,050	4,40	7,49	2,603	—	—
20	2,443	18,14	32,77	1,02633	1,02308	18,558	0,1316	0,050	1,27	0,00	2,593	—	—
27	2,474	17,87	32,29	1,02594	1,02271	18,275	0,1354	0,062	0,62	—	2,663	443,8	1,255
4.IV	2,661	18,70	33,78	1,02715	1,02385	19,146	0,1390	0,025	0,95	11,77	2,671	—	—
10	2,644	18,88	34,11	1,02741	1,02410	19,335	0,1368	0,050	0,62	—	2,680	—	—
17	2,677	18,85	34,05	1,02736	1,02405	19,303	0,1387	0,062	0,62	7,49	2,680	—	—
24	2,693	17,75	32,07	1,02577	1,02255	18,150	0,1484	0,062	0,95	7,49	2,524	420,5	1,245
3.V	2,587	18,73	33,84	1,02719	1,02389	19,177	0,1349	0,087	2,22	7,49	2,671	—	—
10	2,604	18,00	32,52	1,02613	1,02289	18,412	0,1414	0,075	1,90	—	2,554	—	—
15	2,638	17,70	31,98	1,02569	1,02248	18,097	0,1457	0,112	1,90	—	2,515	—	—
22	2,587	18,95	34,23	1,02751	1,02419	19,408	0,1333	0,075	1,90	—	2,710	—	—
30	2,604	18,68	33,75	1,02712	1,02383	19,125	0,1362	0,062	0,62	—	2,661	443,8	1,300

6.VI	2,621	18,60	33,60	1,02700	1,02371	19,041	0,1376	0,075	0,95	11,77	2,632	—	—
12	2,654	18,24	32,95	1,02648	1,02322	18,663	0,1422	0,075	1,60	7,49	2,583	—	—
19	2,654	18,98	34,29	1,02755	1,02423	19,439	0,1366	0,062	1,90	3,75	2,719	—	—
26	2,654	18,88	34,11	1,02741	1,02410	19,335	0,1373	0,000	—	—	2,664	452,0	1,309
3.VII	2,654	18,68	33,75	1,02612	1,02383	19,125	0,1388	0,000	1,45	0,00	2,642	—	—
10	2,621	19,19	34,67	1,02786	1,02452	19,660	0,1333	0,000	1,17	0,00	2,700	—	—
17	2,621	19,11	34,52	1,02774	1,02441	19,576	0,1339	0,000	0,00	0,00	2,700	—	—
24	2,621	19,11	34,52	1,02774	1,02441	19,576	0,1339	0,000	0,17	0,00	2,695	—	—
31	2,621	19,11	34,52	1,02774	1,02441	19,576	0,1339	0,000	—	0,00	2,735	453,8	1,332
7.VIII	2,470	19,03	34,38	1,02763	1,02431	19,492	0,1267	0,000	0,34	0,00	2,690	—	—
14	2,570	19,13	34,54	1,02777	1,02444	19,597	0,1312	0,000	0,00	0,00	2,700	—	—
22	2,470	19,03	34,38	1,02763	1,02431	19,492	0,1267	0,000	0,10	0,00	2,690	—	—
28	2,486	18,90	34,14	1,02744	1,02413	19,356	0,1285	0,000	—	0,00	2,676	450,1	1,311
4.IX	2,465	19,04	34,40	1,02764	1,02432	19,503	0,1264	0,000	0,17	0,00	2,680	—	—
11	2,465	19,02	34,36	1,02761	1,02429	18,481	0,1266	0,000	0,40	0,00	2,680	—	—
18	2,495	18,97	34,27	1,02754	1,02422	19,429	0,1284	0,000	0,50	0,00	2,671	—	—
25	2,495	19,09	34,49	1,02771	1,02438	19,555	0,1276	0,000	—	0,00	2,670	455,7	1,318
2.X	2,520	19,14	34,58	1,02779	1,02446	19,608	0,1285	0,000	0,00	0,00	2,695	—	—
9	2,503	19,09	34,49	1,02771	1,02438	19,555	0,1280	0,000	0,00	0,00	2,680	—	—
16	2,512	18,83	34,02	1,02734	1,02403	19,282	0,1303	0,000	0,00	0,00	2,666	—	—
23	2,503	18,78	33,93	1,02726	1,02396	19,230	0,1302	0,000	—	0,00	2,688	452,0	1,327
30	2,474	18,96	34,25	1,02752	1,02420	19,418	0,1274	0,000	—	0,00	—	—	—
6.XI	2,470	19,03	34,38	1,02763	1,02431	19,492	0,1267	0,000	0,00	0,00	2,680	—	—
13	2,369	19,20	34,69	1,02787	1,02453	19,670	0,1204	0,000	0,35	0,00	2,710	—	—
19	2,386	19,22	34,72	1,02790	1,02456	19,692	0,1211	0,000	0,35	0,00	2,710	—	—
27	2,381	19,30	34,87	1,02802	1,02468	19,776	0,1204	0,000	—	—	2,712	457,5	1,323
4.XII	2,398	19,20	34,69	1,02787	1,02453	19,670	0,1219	0,000	0,58	0,00	2,710	—	—
11	2,398	19,27	34,81	1,02798	1,02464	19,744	0,1215	0,000	0,20	1,71	2,710	—	—
20	2,470	19,17	34,63	1,02783	1,02450	19,639	0,1257	0,000	0,58	1,30	2,690	—	—
25	2,436	19,25	34,78	1,02795	1,02461	19,723	0,1235	0,000	—	1,30	2,700	459,0	1,309

TABLEAU ANNEXE 4 (*suite*).

Date	Alcal. ml HCl N °/₀₀	Cl g °/₀₀	S °/₀₀	s_0	s_{20}	Chloro-sité	Alcalinité spécif.	PO_4 mg/l	NO_3 mg/l	$Si O_2$ mg/l	SO_4 g/l	Ca mg/l	Mg g/l
					1954								
1.I	2,486	18,96	34,25	1,02752	1,02420	19,413	0,1281	0,000	0,65	1,71	2,666	—	—
8	2,584	18,86	34,07	1,02738	1,02407	19,313	0,1322	0,000	0,55	4,28	2,661	—	—
18	2,512	19,00	34,33	1,02785	1,02452	19,465	0,1290	0,000	0,42	1,71	2,670	—	—
22	2,549	19,10	34,51	1,02773	1,02440	19,566	0,1303	0,000	1,35	4,28	2,680	—	—
29	2,537	19,17	34,63	1,02783	1,02450	19,639	0,1292	0,000	—	—	2,688	453,7	1,318
7.II	2,545	18,78	33,93	1,02726	1,02396	19,229	0,1324	0,000	0,77	1,71	2,651	—	—
13	2,621	18,81	33,98	1,02731	1,02401	19,261	0,1361	0,000	0,32	4,28	2,660	—	—
19	2,470	19,02	34,36	1,02761	1,02429	19,481	0,1268	0,000	0,50	1,71	2,680	—	—
26	2,428	19,17	34,63	1,02783	1,02450	19,639	0,1236	0,000	—	—	2,700	453,7	1,337
6.III	2,419	19,49	35,21	1,02830	1,02494	19,976	0,1211	0,000	0,32	1,71	2,728	—	—
12	2,444	19,41	35,07	1,02818	1,02483	19,891	0,1229	0,000	0,67	1,71	2,719	—	—
19	2,486	19,10	34,51	1,02773	1,02440	19,566	0,1271	0,000	0,10	1,30	—	—	—
26	2,486	19,22	34,72	1,02790	1,02456	19,692	0,1263	—	—	—	2,711	462,1	1,330
6.IV	2,587	19,16	34,61	1,02782	1,02449	19,629	0,1318	0,015	1,90	1,30	—	—	—
10	2,503	19,21	34,70	1,02789	1,02455	19,681	0,1272	0,000	0,45	1,30	—	—	—
16	2,453	19,06	34,43	1,02767	1,02435	19,524	0,1256	0,000	0,00	1,30	—	—	—
23	2,478	18,85	34,05	1,02736	1,02405	19,303	0,1284	0,005	0,22	1,30	—	—	—
30	2,482	18,48	33,39	1,02683	1,02450	18,932	0,1311	—	—	—	2,617	445,3	1,271
7.V	2,520	18,94	34,22	1,02749	1,02418	18,397	0,1370	0,015	0,10	1,30	—	—	—
14	2,543	18,87	34,09	1,02739	1,02408	18,324	0,1391	0,015	0,10	1,30	—	—	—
21	2,579	18,51	33,44	1,02687	1,02359	18,946	0,1361	0,020	0,00	0,00	—	—	—
28	2,528	18,36	33,17	1,02665	1,02338	18,789	0,1346	—	—	—	2,606	445,3	1,267
5.VI	2,470	18,72	33,82	1,02718	1,02388	19,167	0,1288	0,005	0,00	0,00	—	—	—

11	2,453	19,19	34,67	1,02786	1,02452	19,660	0,1248	—	0,00	0,00	—	—	—
18	2,457	19,33	34,92	1,02806	1,02471	19,807	0,1240	0,020	0,00	0,00	—	—	—
25	2,621	19,36	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1321	—	—	—	2,723	462,1	1,318
2.VII	2,554	19,36	34,97	1,02811	1,02476	18,839	0,1285	0,020	0,00	0,00	—	—	—
9	2,587	19,36	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1304	—	—	—	—	—	—
16	2,486	19,36	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1253	—	—	—	—	—	—
23	2,352	19,16	34,61	1,02782	1,02449	19,629	0,1198	—	—	—	—	—	—
30	2,419	19,16	34,61	1,02782	1,02449	19,629	0,1232	—	—	—	2,700	462,1	1,318
6.VIII	2,512	19,30	34,87	1,02802	1,02468	19,776	0,1270	—	—	—	—	—	—
13	2,486	19,19	34,67	1,02786	1,02452	19,660	0,1265	—	—	—	—	—	—
20	2,507	19,16	34,61	1,02782	1,02449	19,629	0,1277	—	—	—	—	—	—
27	2,528	19,23	34,74	1,02792	1,02458	19,702	0,1283	—	—	—	2,700	462,1	1,337
4.IX	2,587	19,23	34,74	1,02792	1,02458	19,702	0,1313	—	—	—	—	—	—
10	2,596	19,19	34,67	1,02786	1,02452	19,660	0,1320	—	—	—	—	—	—
17	2,587	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1310	—	—	—	—	—	—
25	2,621	19,33	34,92	1,02806	1,02471	19,807	0,1323	—	—	—	2,735	470,5	1,328
1.X	2,352	19,36	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1186	—	—	—	—	—	—
8	2,386	19,31	34,88	1,02803	1,02469	18,786	0,1206	—	—	—	—	—	—
15	2,386	19,36	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1203	—	—	—	—	—	—
22	2,386	19,25	34,78	1,02795	1,02461	19,723	0,1210	—	—	—	—	—	—
29	2,386	19,26	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1202	—	—	—	2,723	474,7	1,309
5.XI	2,386	19,36	34,97	1,02811	1,02476	19,839	0,1202	—	—	—	—	—	—
12	2,428	19,38	35,01	1,02814	1,02462	19,857	0,1223	—	—	—	—	—	—
19	2,478	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1254	—	—	—	—	—	—
26	2,461	19,40	35,05	1,02816	1,02480	19,881	0,1238	—	—	—	2,735	470,5	1,346
3.XII	2,436	19,51	35,25	1,02832	1,02496	19,996	0,1218	—	—	—	—	—	—
10	2,453	19,39	35,03	1,02815	1,02480	19,870	0,1234	—	—	—	—	—	—
17	2,470	19,41	35,07	1,02818	1,02483	19,891	0,1242	—	—	—	—	—	—
25	2,453	19,46	35,16	1,02825	1,02489	19,944	0,1230	—	—	—	—	—	—
31	2,453	19,22	35,72	1,02790	1,02456	19,692	0,1246	—	—	—	1,705	462,1	1,314

TABLEAU ANNEXE 4 (*suite*).

Date	Alcal. ml HCl N °/₀₀	Cl g °/₀₀	S °/₀₀	s_0	s_{20}	Chloro-sité	Alcalinité spécif.	PO_4 mg/l	NO_3 mg/l	$Si O_2$ mg/l	SO_4 g/l	Ca mg/l	Mg g/l
					1955								
7.I	2,453	18,94	34,22	1,02749	1,02418	19,397	0,1265	—	—	—	—	—	—
14	2,428	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1229	—	—	—	—	—	—
21	2,453	18,94	34,22	1,02749	1,02418	19,397	0,1265	—	—	—	—	—	—
28	2,457	19,09	34,49	1,02771	1,02438	19,555	0,1256	—	—	—	2,687	460,7	1,309
4.II	2,470	19,17	34,63	1,02783	1,02450	19,639	0,1257	—	—	—	—	—	—
12	2,449	19,29	34,85	1,02800	1,02466	19,755	0,1239	—	—	—	—	—	—
18	2,470	19,13	34,56	1,02777	1,02444	19,597	0,1260	—	—	—	—	—	—
25	2,449	19,29	34,85	1,02800	1,02466	19,765	0,1239	—	—	—	2,717	465,6	1,328
4.III	2,512	18,87	34,09	1,02739	1,02408	19,324	0,1300	—	—	—	—	—	—
11	2,503	18,45	33,33	1,02678	1,02351	18,883	0,1326	—	—	—	—	—	—
18	2,503	18,01	32,54	1,02614	1,02290	18,422	0,1359	—	—	—	—	—	—
25	2,453	18,99	34,31	1,02757	1,02425	19,450	0,1261	—	—	—	2,664	451,0	1,281
1.IV	2,419	17,97	32,47	1,02609	1,02285	18,380	0,1316	—	—	—	—	—	—
8	2,419	18,62	33,64	1,02703	1,02374	19,062	0,1269	—	—	—	—	—	—
15	2,352	18,26	32,99	1,02651	1,02325	18,684	0,1259	—	—	—	—	—	—
22	2,453	18,06	32,63	1,02622	1,02298	18,475	0,1328	—	—	—	—	—	—
29	2,503	17,75	32,03	1,02577	1,02255	18,150	0,1379	—	—	—	2,523	422,0	1,224
6.V	2,482	19,00	34,33	1,02758	1,02426	19,460	0,1276	—	—	—	—	—	—
13	2,545	19,17	34,63	1,02783	1,02450	19,639	0,1296	—	—	—	—	—	—
20	2,570	19,23	34,74	1,02792	1,02458	19,702	0,1305	—	—	—	—	—	—
27	2,604	19,28	34,83	1,02799	1,02465	19,755	0,1318	—	—	—	2,711	465,6	1,318
3.VI	2,633	19,07	34,45	1,02768	1,02435	19,534	0,1348	—	—	—	—	—	—

10	2,596	19,04	34,40	1,02764	1,02432	19,503	0,1331	—	—	—	—	—	—
17	2,621	19,09	34,49	1,02771	1,02438	19,555	0,1340	—	—	—	—	—	—
25	2,621	19,14	34,58	1,02779	1,02446	19,608	0,1337	—	—	—	2,700	460,7	1,314
2.VII	2,604	18,99	34,31	1,02757	1,02425	19,450	0,1339	—	—	—	—	—	—
8	2,600	19,04	34,40	1,02764	1,02432	19,503	0,1333	—	—	—	—	—	—
15	2,604	18,99	34,31	1,02757	1,02425	19,450	0,1339	—	—	—	—	—	—
22	2,554	18,58	33,57	1,02697	1,02368	19,019	0,1343	—	—	—	—	—	—
30	2,545	17,61	31,82	1,02566	1,02235	18,003	0,1414	—	—	—	2,487	422,0	1,215
5.VIII	2,540	18,34	33,13	1,02662	1,02336	18,768	0,1353	—	—	—	—	—	—
11	2,556	18,10	32,70	1,02627	1,02456	18,544	0,1378	—	—	—	—	—	—
21	2,665	18,49	33,41	1,02684	1,02357	18,926	0,1408	—	—	—	—	—	—
28	2,657	18,13	32,75	1,02632	1,02308	18,548	0,1432	—	—	—	2,570	439,0	1,253
2.IX	2,741	18,52	33,46	1,02688	1,02360	18,957	0,1373	—	—	—	—	—	—
9	2,619	18,62	33,64	1,02703	1,02375	19,062	0,1374	—	—	—	—	—	—
18	2,691	18,64	33,68	1,02706	1,02378	19,083	0,1410	—	—	—	—	—	—
25	2,590	19,11	34,52	1,02774	1,02442	19,577	0,1323	—	—	—	—	—	—
30	2,607	18,47	33,37	1,02681	1,02354	18,905	0,1379	—	—	—	2,605	436,5	1,243
7.X	2,573	18,87	34,09	1,02739	1,02409	19,325	0,1331	—	—	—	—	—	—
14	2,586	18,72	33,82	1,02718	1,02389	19,167	0,1349	—	—	—	—	—	—
21	2,624	18,82	34,00	1,02732	1,02402	19,272	0,1362	—	—	—	—	—	—
28	2,691	18,60	33,60	1,02700	1,02372	19,041	0,1413	—	—	—	2,629	451,0	1,271
4.XI	2,670	18,92	34,18	1,02747	1,02416	19,377	0,1378	—	—	—	—	—	—
13	2,653	19,06	34,43	1,02767	1,02435	19,524	0,1359	—	—	—	—	—	—
20	2,758	18,70	33,78	1,02715	1,02386	19,146	0,1441	—	—	—	—	—	—
25	2,708	18,00	32,52	1,02613	1,02290	18,412	0,1471	—	—	—	2,554	429,0	1,229
2.XII	2,725	18,68	33,75	1,02712	1,02383	19,125	0,1425	—	—	—	—	—	—
11	2,775	18,48	33,39	1,02683	1,02356	18,915	0,1467	—	—	—	—	—	—
18	2,892	19,04	34,49	1,02771	1,02439	19,504	0,1483	—	—	—	—	—	—
23	2,875	19,15	34,60	1,02780	1,02447	19,619	0,1465	—	—	—	—	—	—
30	2,758	19,29	34,85	1,02800	1,02466	19,766	0,1395	—	—	—	2,717	460,7	1,318

TABLEAU ANNEXE 5.

STATIONS B.

Mesures en surface.
(Période 1951-1965.)

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
		B-13	
1951			
12.VII	34,70	2,631	—
11.VIII	34,49	2,170	—
26.IX	33,77	2,253	—
10.X	34,09	2,189	—
1952			
6.VII	34,47	2,317	—
19.VII	34,43	2,306	—
15.VIII	—	—	—
31.VIII	—	—	—
25.IX	34,07	2,364	—
1953			
17.VII	33,98	2,548	—
12.VIII	34,11	2,510	—
29.IX	33,69	2,502	—
28.X	34,07	2,548	—
28.XI	34,20	2,439	—
1954			
22.I	33,93	2,590	—
10.II	32,79	2,536	—
30.IV	33,44	2,641	—
30.V	34,25	2,607	—
16.VII	34,52	2,422	—
7.IX	34,49	2,658	—
26.X	34,18	2,397	—
7.XII	34,40	2,439	—
1955			
12.I	34,45	2,422	—
28.II	34,02	2,485	—
28.III	33,82	2,523	—
21.IV	32,32	2,309	—
24.V	34,40	2,565	—
27.VI	34,27	2,682	—
28.VII	33,57	2,616	—
17.VIII	32,57	2,590	—
20.IX	34,04	2,540	—
11.X	34,49	2,540	—
18.XI	34,14	2,624	—
19.XII	34,18	2,674	—
1956			
13.I	34,07	2,557	—
7.II	34,25	2,590	—
8.III	33,21	2,599	—
20.IV	34,23	2,649	—
17.VII	34,25	2,489	—
22.VIII	34,31	2,556	—
18.IX	33,91	2,355	—
8.X	34,05	2,447	—

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
1957			
23.I	32,79	—	—
18.II	34,04	—	—
11.III	33,91	—	—
17.IV	32,63	—	—
20.V	33,51	—	—
19.VI	32,81	—	—
11.VII	34,00	—	—
21.VIII	34,45	—	—
1958			
4.IX	33,78	2,416	—
9.X	33,10	2,470	—
27.XI	33,62	2,334	—
22.XII	33,44	2,656	—
1959			
26.I	33,33	2,456	—
24.II	33,13	2,414	—
24.III	33,71	2,410	—
24.IV	33,86	2,424	108,4
14.V	34,14	2,440	111,7
19.VI	33,69	2,466	122,2
29.VII	34,63	2,424	110,6
1960			
22.III	34,52	2,220	111,7
28.IV	34,63	2,392	105,1
16.V	34,27	2,492	101,3
4.VII	34,33	2,370	113,4
2.VIII	34,60	2,315	103,0
8.IX	34,36	2,352	126,0
17.X	34,51	2,330	113,1
8.XI	33,64	2,340	99,7
12.XII	32,14	2,448	94,8
1961			
17.I	33,42	2,280	112,0
14.II	33,77	2,390	104,3
16.III	33,57	2,344	110,1
10.IV	33,24	2,408	108,8
25.V	34,28	2,396	98,6
14.VI	33,71	2,366	100,2
25.VII	34,38	2,420	102,9
30.VIII	34,61	2,366	107,2
25.IX	34,40	2,360	110,7
30.X	34,02	2,256	105,3
23.XI	33,39	2,324	100,0
1962			
29.I	34,05	2,424	126,3
10.IV	34,02	2,350	110,9
1963			
20.III	34,54	2,382	109,1
20.V	34,16	2,448	126,8
2.VII	34,47	2,320	98,1
6.VIII	34,74	2,328	128,5
17.IX	—	—	—

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
1964			
7.I	33,21	2,418	90,8
12.V	34,16	2,324	98,7
9.VI	34,02	2,714	113,0
13.VII	34,22	2,390	161,2
11.VIII	34,09	2,410	119,3
20.X	34,04	2,636	97,8
1965			
20.V	34,09	2,330	101,3
6.VII	34,38	2,388	119,4
17.VIII	33,89	2,438	132,8
22.IX	34,09	2,412	108,3
Moyenne	33,95 (95)	2,444 (87)	110,6 (40)
Maximum	34,74	2,714	161,2
Minimum	32,14	2,170	90,8
	B-14		
1951			
12.VII	35,01	4,447	—
11.VIII	34,65	2,191	—
26.IX	34,72	2,177	—
10.X	34,51	2,204	—
1952			
6.VII	34,43	2,301	—
19.VII	34,56	2,306	—
15.VIII	—	—	—
31.VIII	—	—	—
25.IX	34,69	2,337	—
1953			
17.VII	34,51	2,523	—
12.VIII	34,58	2,502	—
29.IX	34,54	2,452	—
28.X	34,56	2,486	—
28.XI	34,81	2,304	—
1954			
22.I	34,60	2,523	—
10.II	34,51	2,456	—
30.IV	34,14	2,557	—
30.V	34,67	2,573	—
16.VII	34,58	2,355	—
7.IX	34,63	2,674	—
26.X	34,88	2,372	—
7.XII	35,10	2,388	—
1955			
12.I	34,92	2,388	—
28.II	34,38	2,464	—
28.III	34,27	2,506	—
21.IV	33,64	2,355	—
24.V	34,63	2,527	—
27.VI	34,70	2,649	—

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
28.VII	34,14	2,548	—
17.VIII	33,89	2,527	—
20.IX	34,70	2,519	—
11.X	34,79	2,481	—
18.XI	34,67	2,590	—
19.XII	34,79	2,607	—
1956			
13.I	34,60	2,506	—
7.II	34,33	2,489	—
8.III	34,23	2,523	—
20.IV	34,72	2,624	—
17.VII	34,18	2,455	—
22.VIII	34,65	2,455	—
18.IX	34,45	2,338	—
8.X	34,36	2,338	—
1957			
23.I	34,27	—	—
18.II	34,97	—	—
11.III	34,83	—	—
17.IV	34,54	—	—
20.V	34,36	—	—
19.VI	33,66	—	—
11.VII	34,61	—	—
21.VIII	34,70	—	—
1958			
4.IX	34,29	2,372	—
9.X	34,56	2,404	—
27.XI	34,20	2,306	—
22.XII	34,97	2,480	—
1959			
26.I	34,11	2,450	—
24.II	33,91	2,388	—
24.III	34,60	2,364	—
24.IV	34,54	2,408	107,4
14.V	34,74	2,424	105,1
19.VI	34,42	2,420	105,2
29.VII	34,90	2,350	110,3
1960			
22.III	35,12	2,412	107,2
28.IV	34,65	2,366	105,9
16.V	34,79	2,376	124,8
4.VII	34,83	2,348	102,7
2.VIII	34,72	2,266	104,4
8.IX	34,54	2,292	101,7
17.X	34,90	2,288	101,4
8.XI	34,61	2,288	108,9
12.XII	34,13	2,300	98,0
1961			
17.I	34,22	2,248	97,0
14.II	34,49	2,338	104,7
16.III	34,16	2,256	102,7
10.IV	33,77	2,364	110,0
25.V	—	—	—
14.VI	34,51	2,320	101,0
25.VII	34,70	2,362	113,8
30.VIII	34,83	2,338	107,7

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
25.IX	34,69	2,328	126,6
30.X	34,76	2,230	100,1
23.XI	34,76	2,308	120,4
1962			
29.I	35,12	2,352	108,6
10.IV	34,97	2,330	100,4
1963			
20.III	34,99	2,378	117,0
20.V	34,96	2,340	109,4
2.VII	34,92	2,310	100,8
6.VIII	34,81	2,254	106,3
17.IX	—	—	—
1964			
7.I	34,61	2,320	94,3
12.V	34,45	2,390	98,6
9.VI	34,38	2,362	116,3
13.VII	34,67	2,266	142,1
11.VIII	34,42	2,350	125,4
20.X	34,87	2,340	96,2
1965			
20.V	34,61	2,388	124,9
6.VII	—	—	—
17.VIII	34,02	2,346	115,4
22.IX	34,58	2,378	105,3
Moyenne	34,56 (93)	2,394 (85)	108,6 (38)
Maximum	35,12	2,674	142,1
Minimum	33,64	2,177	94,3
	B-15		
1951			
12.VII	34,87	2,447	—
11.VIII	34,96	2,180	—
26.IX	34,90	2,132	—
10.X	34,97	2,220	—
1952			
6.VII	34,72	2,353	—
19.VII	34,87	2,281	—
15.VIII	34,60	2,328	—
31.VIII	—	—	—
25.IX	34,78	2,337	—
1953			
17.VII	34,72	2,518	—
12.VIII	34,58	2,552	—
29.IX	34,99	2,481	—
28.X	34,90	2,481	—
28.XI	35,08	2,355	—

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
1954			
22.I	34,96	2,502	—
10.II	—	—	—
30.IV	34,58	2,624	—
30.V	34,70	2,590	—
16.VII	34,58	2,288	—
7.IX	—	—	—
26.X	35,10	2,388	—
7.XII	34,74	2,418	—
1955			
12.I	34,92	2,388	—
28.II	34,90	2,456	—
28.III	34,40	2,473	—
21.IV	34,07	2,325	—
24.V	35,01	2,527	—
27.VI	34,58	2,632	—
28.VII	34,09	2,523	—
17.VIII	34,18	2,510	—
20.IX	34,76	2,540	—
11.X	34,61	2,456	—
18.XI	—	—	—
19.XII	—	—	—
1956			
13.I	—	—	—
7.II	34,96	2,523	—
8.III	34,23	2,565	—
20.IV	34,42	2,573	—
17.VII	34,22	2,439	—
22.VIII	34,88	2,506	—
18.IX	34,49	2,338	—
8.X	34,74	2,338	—
1957			
23.I	34,92	—	—
18.II	35,43	—	—
11.III	35,25	—	—
17.IV	34,92	—	—
20.V	34,74	—	—
19.VI	34,22	—	—
11.VII	34,79	—	—
21.VIII	34,74	—	—
1958			
4.IX	34,88	2,320	—
9.X	34,99	2,386	—
27.XI	34,54	2,336	—
22.XII	35,10	2,368	—
1959			
26.I	34,83	2,366	—
24.II	34,49	2,376	—
24.III	34,79	2,364	—
24.IV	34,63	2,382	147,9
14.V	34,74	2,406	131,3
19.VI	34,58	2,388	98,4
29.VII	34,96	2,298	102,5

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
1960			
22.III	35,32	2,422	104,5
28.IV	34,90	2,380	101,0
16.V	34,94	2,386	108,6
4.VII	34,65	2,312	105,4
2.VIII	34,78	2,336	104,7
8.IX	34,69	2,294	99,1
17.X	34,90	2,328	117,0
8.XI	34,61	2,296	112,4
12.XII	34,72	2,334	97,9
1961			
17.I	34,56	2,204	100,3
14.II	35,17	2,342	102,6
16.III	34,76	2,244	102,6
10.IV	34,43	2,364	108,2
25.V	34,54	2,302	119,4
14.VI	34,69	2,346	99,0
25.VII	34,81	2,380	99,9
30.VIII	35,05	2,290	102,2
25.IX	34,85	2,308	100,7
30.X	34,85	2,226	103,4
23.XI	35,03	2,344	112,5
1962			
29.I	34,85	2,344	105,6
10.IV	35,41	2,344	99,8
1963			
20.III	35,07	2,364	107,3
20.V	34,74	2,352	118,9
2.VII	35,16	2,282	122,0
6.VIII	35,08	2,282	104,9
17.IX	—	—	—
1964			
7.I	34,78	2,246	99,5
12.V	34,85	2,400	115,5
9.VI	34,78	2,346	129,6
13.VII	35,14	2,362	127,6
11.VIII	34,67	2,352	110,2
20.X	34,76	2,344	105,2
1965			
20.V	34,78	2,356	108,3
6.VII	—	—	—
17.VIII	34,45	2,338	111,7
22.IX	35,16	2,350	110,7
Moyenne	34,78 (90)	2,379 (82)	109,1 (39)
Maximum	35,43	2,632	147,9
Minimum	34,07	2,132	97,9

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
		B-16	
1951			
12.VII	34,87	2,733	—
11.VIII	34,72	2,202	—
26.IX	34,70	2,155	—
10.X	35,03	2,237	—
1952			
6.VII	34,20	2,332	—
19.VII	34,81	2,286	—
15.VIII	—	—	—
31.VIII	—	—	—
25.IX	34,60	2,337	—
1953			
17.VII	34,63	2,498	—
12.VIII	34,81	2,439	—
29.IX	35,01	2,498	—
28.X	34,63	2,498	—
28.XI	34,90	2,359	—
1954			
22.I	34,54	2,531	—
10.II	—	—	—
30.IV	34,25	2,557	—
30.V	34,40	2,540	—
16.VII	34,70	2,271	—
7.IX	34,83	2,725	—
26.X	34,97	2,464	—
7.XII	34,74	2,405	—
1955			
12.I	34,79	2,388	—
28.II	35,03	2,485	—
28.III	34,09	2,523	—
21.IV	33,95	2,338	—
24.V	34,83	2,540	—
27.VI	34,58	2,649	—
28.VII	30,41	2,515	—
17.VIII	33,91	2,540	—
20.IX	34,70	2,515	—
11.X	34,43	2,497	—
18.XI	—	—	—
19.XII	34,52	2,674	—
1956			
13.I	—	—	—
7.II	34,36	2,460	—
8.III	—	—	—
20.IV	34,29	2,590	—
17.VII	34,22	2,455	—
22.VIII	35,01	2,489	—
18.IX	34,36	2,346	—
8.X	34,67	2,304	—
1957			
23.I	34,74	—	—
18.II	35,25	—	—
11.III	35,28	—	—
17.IV	34,74	—	—
20.V	34,74	—	—

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
19.VI	34,31	—	—
11.VII	34,76	—	—
21.VIII	34,63	—	—
1958			
4.IX	34,85	2,340	—
9.X	34,76	2,336	—
27.XI	34,64	2,336	—
22.XII	34,60	2,372	—
1959			
26.I	—	—	—
24.II	34,40	2,376	—
24.III	34,34	2,382	—
24.IV	34,34	2,418	103,2
14.V	34,67	2,372	126,6
19.VI	34,51	2,406	124,6
29.VII	35,05	2,350	120,7
1960			
22.III	35,07	2,376	103,4
28.IV	34,63	2,404	104,7
16.V	34,88	2,394	113,5
4.VII	34,60	2,354	—
2.VIII	34,72	2,376	100,7
8.IX	34,54	2,298	110,3
17.X	34,65	2,290	97,8
8.XI	34,60	2,282	115,2
12.XII	33,86	2,274	97,0
1961			
17.I	33,69	2,280	96,5
14.II	34,58	2,326	101,5
16.III	35,05	2,280	105,7
10.IV	34,31	2,372	100,6
25.V	34,11	2,380	106,9
14.VI	34,51	2,302	102,1
25.VII	34,70	2,354	94,5
30.VIII	34,94	2,220	99,0
25.IX	34,94	2,296	104,9
30.X	34,92	2,240	98,6
23.XI	34,85	2,340	105,7
1962			
29.I	34,74	2,340	99,9
10.IV	35,05	2,342	105,3
1963			
20.III	34,99	2,376	—
20.V	34,78	2,366	115,6
2.VII	34,99	2,202	98,0
6.VIII	35,21	2,282	100,6
17.IX	—	—	—
1964			
7.I	34,79	2,258	94,3
12.V	34,54	2,496	110,6
9.VI	34,61	2,322	115,8
13.VII	34,92	2,374	165,2
11.VIII	34,58	2,354	129,3
20.X	34,79	2,338	102,5

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
1965			
20.V	34,70	2,352	108,1
6.VII	—	—	—
17.VIII	34,40	2,362	109,9
22.IX	34,57	2,384	129,8
Moyenne	34,60 (89)	2,391 (81)	108,6 (37)
Maximum	35,25	2,733	165,2
Minimum	30,41	2,155	94,3
	B-22		
1951			
12.VII	34,43	2,324	—
11.VIII	34,47	2,191	—
26.IX	34,20	2,374	—
10.X	34,09	2,154	—
1952			
6.VII	32,01	2,420	—
19.VII	34,29	2,322	—
15.VIII	34,11	2,358	—
31.VIII	33,93	2,374	—
25.IX	33,13	2,400	—
1953			
17.VII	34,07	2,557	—
12.VIII	34,18	2,481	—
29.IX	33,96	2,527	—
28.X	34,34	2,590	—
28.XI	34,29	2,422	—
1954			
22.I	33,49	2,590	—
10.II	31,96	2,691	—
30.IV	30,75	2,607	—
30.V	33,12	2,624	—
16.VII	34,52	2,262	—
7.IX	34,58	2,826	—
26.X	34,25	2,346	—
7.XII	34,27	2,447	—
1955			
12.I	34,40	2,426	—
28.II	33,44	2,506	—
28.III	33,33	2,515	—
21.IV	29,42	2,472	—
24.V	34,36	2,523	—
27.VI	34,27	2,658	—
28.VII	30,41	2,607	—
17.VIII	30,73	2,632	—
20.IX	34,09	2,552	—
11.X	34,42	2,523	—
18.XI	33,84	2,658	—
19.XII	33,03	2,708	—

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
1956			
13.I	34,31	2,498	—
7.II	33,22	2,523	—
8.III	33,12	2,758	—
20.IV	31,58	2,708	—
17.VII	34,25	2,426	—
22.VIII	34,22	2,439	—
18.IX	34,00	2,346	—
8.X	33,96	2,510	—
1957			
23.I	31,91	—	—
18.II	34,04	—	—
11.III	34,13	—	—
17.IV	31,38	—	—
20.V	33,21	—	—
19.VI	31,62	—	—
11.VII	32,57	—	—
21.VIII	34,45	—	—
1958			
4.IX	33,91	2,410	—
9.X	33,84	2,470	—
27.XI	—	—	—
22.XII	33,64	2,432	—
1959			
26.I	33,60	2,472	—
24.II	31,08	2,462	—
24.III	30,95	2,474	—
24.IV	32,41	2,418	114,9
14.V	33,42	2,450	121,2
19.VI	30,43	2,528	108,0
29.VII	34,67	2,418	116,2
1960			
22.III	34,52	2,256	104,5
28.IV	32,90	2,488	99,8
16.V	33,75	2,450	99,0
4.VII	32,99	2,390	110,7
2.VIII	34,65	2,344	106,1
8.IX	34,36	2,420	109,5
17.X	34,00	2,350	100,4
8.XI	30,17	2,528	—
12.XII	34,34	2,424	97,5
1961			
17.I	32,39	2,350	99,7
14.II	33,69	2,354	108,6
16.III	33,75	2,412	110,7
10.IV	33,53	2,388	115,9
25.V	30,59	2,532	101,7
14.VI	32,39	2,456	102,4
25.VII	33,68	2,576	93,4
30.VIII	34,47	2,402	107,4
25.IX	34,52	2,356	113,8
30.X	34,05	2,254	—
23.XI	32,29	2,304	99,4
1962			
29.I	33,28	2,452	118,0
10.IV	33,93	2,364	100,1

TABLEAU ANNEXE 5 (*suite*).

Date	Salinité	Alcalinité	O_2 % saturation
1963			
20.III	34,09	2,412	96,8
20.V	34,38	2,450	108,7
2.VII	34,65	2,314	103,3
6.VIII	34,43	2,364	119,6
17.IX	33,60	2,384	114,6
1964			
7.I	33,51	2,408	85,4
12.V	34,11	2,372	121,4
9.VI	34,07	2,440	121,1
13.VII	34,34	2,720	140,0
11.VIII	34,27	2,378	100,8
20.X	34,43	2,310	110,3
1965			
20.V	34,18	2,322	102,4
6.VII	34,20	2,434	153,0
17.VIII	34,34	2,386	117,0
22.IX	34,09	2,458	100,8
Moyenne	33,45 (97)	2,454 (89)	109,1 (39)
Maximum	34,67	2,826	153,0
Minimum	29,42	2,154	85,4

TABLEAU ANNEXE 6.

Mesures faites par le « HINDERS » de 1949 à 1954.

Position du point.

51°13'50" N-2°52'40" E
51°12'50" N-2°49'30" E
51°15'40" N-2°52'00" E
51°15'10" N-2°48'30" E
51°17'50" N-2°15'30" E
51°18'30" N-2°55'00" E

N°	Dates	Profondeur m	Température °C	Cl g °/oo	S °/oo
		Position : 51°13'50" N-2°52'40" E.			
	1949				
1	10.III	1	3,4	17,604	31,80
2	17.III	1	5,6	17,877	32,48
3	24.III	1	5,4	17,569	31,74
4	1.IV	1	6,5	17,179	31,04
		8	7,0	17,321	31,29
5	11.IV	1	8,5	19,005	34,34
6	19.IV	1	11,5	18,792	33,95
		7	11,5	19,023	34,36
7	25.IV	1	11,0	17,835	32,23
		9	11,5	17,906	32,36
8	6.V	1	11,5	17,409	31,46
		9	11,5	17,356	31,38
9	13.V	1	11,5	17,055	30,82
		10	11,0	17,055	30,82
10	18.V	1	11,0	17,409	31,46
11	23.V	1	13,0	17,179	31,04
		9	12,5	17,268	31,20
12	3.VI	1	13,0	18,384	33,21
		7	13,0	18,455	33,33
13	8.VI	1	15,0	19,076	34,47
		10,50	15,0	19,094	34,49
14	14.VI	1	16,0	18,300	33,06
		7	16,0	18,600	33,60
15	20.VI	1	15,5	17,340	31,33
		9	15,0	17,365	31,38
17	4.VII	1	20,0	16,920	30,57
		9	19,5	16,970	30,66
18	11.VII	1	18,0	16,665	30,12
		9	18,0	16,715	30,21
19	18.VII	1	—	16,970	30,66
		8,50	—	17,060	30,82
20	25.VII	1	20,8	16,720	30,21
		9	21,0	16,770	30,30
21	1.VIII	1	19,2	18,765	30,91
		7	19,2	18,965	34,27
22	8.VIII	1	18,8	19,150	34,60
		7	18,8	19,200	34,69
23	16.VIII	1	19,4	18,640	33,68
		7	19,2	18,830	34,02
24	22.VIII	1	19,4	17,330	31,31
		8	19,6	17,430	31,49
25	28.VIII	1	19,8	17,995	32,52
		6,50	19,8	18,460	33,35
26	24.IX	1	18,6	17,600	31,80
		9	18,8	17,700	31,98

TABLEAU ANNEXE 6 (*suite*).

N°	Dates	Profondeur m	Température °C	Cl g °/₀₀	S °/₀₀
	1949				
27	30.IX	1	18,5	18,065	32,65
		8,50	19,0	18,265	33,01
28	3.X	1	18,0	17,680	31,94
		8,50	18,0	17,730	32,03
29	11.X	1	17,0	18,650	33,69
		8,50	17,0	18,675	33,75
30	17.X	1	16,0	18,530	33,48
		9	16,0	18,530	33,48
31	25.X	1	13,0	18,945	34,23
		6,50	14,0	18,995	34,33
32	8.XI	1	8,0	18,875	34,11
		6,5	—	18,990	34,31
33	17.XI	1	—	19,210	34,70
		7,50	—	19,210	34,70
34	23.XI	1	7,0	18,970	34,27
		6,50	7,2	18,970	34,27
35	28.XI	1	8,0	18,950	34,23
		8	8,2	18,950	34,23
36	7.XII	1	8,8	18,710	33,80
		9	8,8	18,900	34,14
37	12.XII	1	6,5	18,055	32,61
		6,50	7,0	18,510	33,44
	1950				
39	31.V	1	14,8	17,86	32,27
44	13.VI	1	18,2	16,93	30,50
47	20.VI	1	17,8	19,12	34,54
48	23.VI	1	18,0	19,12	34,54
49	26.VI	1	17,0	19,12	34,54
50	29.VI	1	18,2	19,695	34,50
51	4.VII	1	18,2	19,095	34,50
52	11.VII	1	18,8	19,26	34,79
53	19.VII	1	18,0	19,21	34,70
54	25.VII	1	18,2	19,31	34,88
55	2.VIII	1	18,8	19,31	34,88
56	7.VIII	1	18,7	19,31	34,88
57	18.VIII	1	18,4	19,38	35,01
58	25.VIII	1	18,4	19,38	35,01
59	31.VIII	1	18,2	19,24	34,76
60	6.IX	1	18,0	19,21	34,70
61	13.IX	1	17,0	19,17	34,63
62	20.IX	1	15,6	19,05	34,42
63	26.IX	1	14,6	18,90	34,14
64	20.X	1	14,3	18,90	34,14
65	24.X	1	12,2	18,68	33,75
66	27.X	1	10,6	18,60	33,60
67	30.X	1	9,0	18,35	33,15
68	6.XI	1	9,0	18,13	32,75
69	9.XI	1	8,8	18,18	32,84
70	14.XI	1	8,1	18,93	34,20
71	17.XI	1	8,8	18,70	33,78
72	20.XI	1	8,6	18,83	34,02
73	23.XI	1	8,2	18,05	32,61
74	28.XI	1	8,0	18,58	33,48
75	5.XII	1	7,8	18,63	33,66
76	12.XII	1	4,6	18,25	32,97
77	22.XII	1	4,0	18,25	32,97
78	28.XII	1	1,5	16,55	29,90
79	28.XII	1	5,2	13,37	24,16

TABLEAU ANNEXE 6 (*suite*).

N°	Dates	Profondeur m	Température °C	Cl g °/₀₀	S °/₀₀
	1951				
80	23.I	1	5,9	18,36	33,17
81	29.I	1	4,8	17,23	31,13
82	15.II	1	3,0	18,80	33,42
83	22.II	1	6,0	18,31	33,08
84	7.III	1	4,5	17,03	30,77
85	16.III	1	6,0	18,63	33,66
86	21.III	1	6,6	18,50	33,42
87	30.III	1	6,2	18,34	33,13
88	5.IV	1	7,0	17,65	31,89
89	12.IV	1	7,2	18,36	33,17
90	19.IV	1	8,2	18,43	33,30
91	11.V	1	9,8	15,91	28,75
92	16.V	1	10,2	16,31	29,47
94	30.V	1	13,0	16,45	29,72
95	12.VI	1	15,2	16,475	29,78
96	29.VI	1	15,3	18,74	33,86
97	5.VII	1	16,0	17,305	31,27
98	16.VII	1	18,2	18,01	32,54
99	27.VII	1	18,5	16,78	30,32
100	22.VIII	1	17,7	18,69	33,77
101	4.IX	1	16,8	18,64	33,68
102	19.IX	1	16,0	18,64	33,68
103	24.IX	1	16,0	18,64	33,68
104	1.X	1	15,6	18,01	32,54
105	9.X	1	14,5	18,25	32,97
	1952				
115	29.II	1	3,8	15,92	28,77
117	19.III	1	6,1	17,44	31,51
118	25.III	1	7,3	18,64	33,68
119	31.III	1	6,7	16,12	29,13
122	16.IV	1	9,0	16,51	29,83
123	21.IV	1	9,0	17,03	30,77
124	30.IV	1	11,0	16,29	29,43
	Position : 51°12′50″ N-2°49′30″E.				
	1950				
41	6.VI	1	17,2	17,57	31,74
	1951				
113	6.II	1	3,2	17,20	31,08
	1952				
114	22.II	1	3,1	16,20	29,27
116	11.III	1	6,6	17,78	32,12
120	7.IV	1	7,6	16,59	29,97
121	11.IV	1	7,5	16,66	30,10
	Position : 51°15′40″ N-2°52′00″E.				
	1950				
38	26.V	1	13,8	17,03	30,77
43	8.VI	1	16,8	17,94	32,41

TABLEAU ANNEXE 6 (*suite*).

N°	Dates	Profondeur m	Température °C	Cl g °/₀₀	S °/₀₀
		Position : 51°15'10" N-2°48'30" E.			
	1950				
40	2.VI	1	15,2	17,75	32,07
42	6.VI	1	16,7	17,70	31,98
45	15.VI	1	17,2	18,89	34,13
46	16.VI	1	17,4	18,65	33,69
		Position : 51°17'50" N-2°15'30" E.			
	1951				
106	25.X	1	11,6	18,83	34,02
107	20.XI	1	10,8	19,15	34,60
108	23.XI	1	10,6	18,96	34,25
109	27.XI	1	10,6	19,13	34,56
	1952				
111	22.I	1	4,2	17,64	31,87
112	29.I	1	3,4	17,34	31,33
125	17.IX	1	16,0	17,90	32,34
126	30.IX	1	14,0	18,87	34,09
131	26.XI	1	6,0	16,50	29,81
132	10.XII	1	4,0	16,68	30,14
133	23.XII	1	4,8	18,65	33,69
		Position : 51°18'30" N-2°55'00"E.			
	1951				
110	13.XII	1	6,8	18,57	33,55
	1952				
127	7.X	1	13,0	19,06	34,43
128	21.X	1	9,0	17,40	31,44
129	5.XI	1	10,0	18,87	34,09
130	21.XI	1	6,5	16,60	29,99
	1953				
134	21.I	1	4,0	16,26	29,38
135	19.II	1	2,7	16,40	29,63
136	5.III	1	4,0	16,11	29,11
137	17.III	1	4,8	15,97	28,82

Tableau annexe 7.

Points B.

Température, salinité et alcalinité.

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			12.VII.1951			
B-13	15.00	1	16,2	19,21	34,70	2,631
	15.05	20	16,1	19,19	34,67	2,427
B-14	17.20	1	15,2	19,38	35,01	2,447
	17.23	20	15,2	19,30	34,87	2,468
	17.28	28	15,2	19,33	34,92	2,447
B-15	18.48	1	14,1	19,30	34,87	2,447
	18.53	20	14,2	19,40	35,05	2,447
	18.58	40	14,2	19,40	35,05	2,610
B-16	20.3	1	15,9	19,30	34,87	2,733
	20.5	20	15,9	19,33	34,92	2,427
B-22	12.55	1	16,9	19,06	34,43	2,325
	13.00	10	16,8	19,14	34,58	2,610
			11.VIII.1951			
B-13	13.40	1	18,01	19,09	34,49	2,170
	13.45	20	18,01	19,02	34,36	2,213
B-14	12.02	1	17,5	19,18	34,65	2,191
	12.05	20	17,45	19,23	34,74	2,170
B-15	14.12	1	16,8	19,35	34,96	2,180
	14.15	20	16,8	19,47	35,17	2,202
	14.18	30	16,8	19,47	35,17	2,202
B-16	13.35	1	17,7	19,22	34,72	2,202
	13.40	16	17,65	19,23	34,74	2,202
B-22	15.45	1	18,6	19,08	34,47	2,191
	15.48	12	18,5	19,13	34,56	2,213
			26.IX.1951			
B-13	13.55	1	16,5	18,69	33,77	2,253
	13.59	19	16,5	18,69	33,77	2,259
B-14	15.05	1	16,3	19,22	34,72	2,177
	15.10	20	16,3	19,30	34,87	2,144
	15.15	31	16,3	19,30	34,87	2,155
B-15	16.12	1	16,25	19,32	34,90	2,132
	16.15	20	16,20	19,32	34,90	2,166
	16.18	45	16,15	19,32	34,90	2,166
B-16	17.20	1	16,05	19,21	34,70	2,155
	17.25	20	16,10	19,22	34,72	2,177
B-22	11.31	1	15,9	18,93	34,20	2,374
	11.35	15	15,9	18,88	34,11	2,245
			10.X.1951			
B-13	15.25	1	9,55	18,87	34,09	2,187
	15.25	15	10,00	18,87	34,09	2,198
B-14	15.75	1	11,10	19,10	34,51	2,204
	15.75	20	11,15	19,12	34,54	2,204
	15.75	30	11,20	19,17	34,63	2,209
B-15	15.70	1	12,25	19,36	34,97	2,220
	12.33	20	15,75	19,35	34,96	2,231
	12.40	45	15,75	19,37	34,99	2,231
B-16	13.45	1	14,35	19,39	35,03	2,237
	13.50	20	14,70	19,34	34,94	2,237
B-22	7.35	1	14,8	18,87	34,09	2,154
	7.40	10	14,7	18,92	34,18	2,198

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			5.V.1952			
B-13	15.58	1	10,7	18,94	34,22	2,337
	16.01	15	10,3	19,08	34,47	2,332
	16.06	25	10,3	19,15	34,60	2,332
B-14	17.30	1	10,4	19,18	34,65	2,296
	17.32	15	10,2	19,20	34,69	2,271
	17.37	27	10,2	19,20	34,69	2,275
B-15	18.20	1	9,8	19,44	35,12	2,286
	18.25	15	9,6	19,51	35,25	2,281
	18.30	30	9,5	19,47	35,17	2,286
B-16	20.10	1	10,4	19,35	34,96	2,337
	20.15	15	10,4	19,37	34,99	2,317
B-22	13.45	1	11,1	18,89	34,13	2,309
	13.50	15	10,8	18,91	34,16	2,311
			19.V.1952			
B-13	19.15	1	12,45	18,98	34,29	2,311
	19.18	15	12,4	18,98	34,29	2,316
	19.22	24	12,4	19,08	34,47	2,296
B-14	18.04	1	11,5	19,32	34,90	2,286
	18.09	15	11,45	19,22	34,72	2,296
	18.14	30	11,45	19,22	34,72	2,291
B-15	17.00	1	11,1	19,37	34,99	2,342
	17.05	15	11,0	19,35	34,96	2,342
	17.10	30	10,95	19,32	34,90	2,337
	17.15	45	10,95	19,45	35,14	2,337
B-16	7.10	1	12,2	19,32	34,90	2,342
	7.13	15	12,1	19,27	34,81	2,342
B-22	21.30	1	14,1	18,88	34,11	2,337
		11	14,1	18,83	34,02	2,342
			9.VI.1952			
B-13	13.30	1	14,6	18,88	34,11	2,347
	13.35	14	14,5	18,86	34,07	2,337
B-14	14.50	1	13,6	—	—	—
	14.55	15	13,6	19,17	34,63	2,280
	15.00	30	13,6	19,13	34,56	2,300
B-15	15.55	1	12,95	19,32	34,90	2,306
	16.00	15	12,95	19,32	34,90	2,306
	16.05	30	12,95	19,30	34,87	2,295
B-16	17.58	1	13,3	19,47	35,17	2,295
	18.00	15	13,15	19,45	35,14	2,295
B-22	11.15	1	15,45	19,03	34,38	2,316
	11.20	15	15,4	19,08	34,47	2,300
			21-23.VI.1952			
B-13	12.20	1	14,8	19,08	34,47	2,337
	12.25	15	14,8	18,93	34,20	2,295
B-14	11.30	1	14,25	19,16	34,61	2,300
	11.33	15	14,15	19,16	34,61	2,316
	11.38	30	14,15	19,16	34,61	2,311
B-15	10.25	1	13,75	19,27	34,81	2,316
	10.28	15	13,65	19,32	34,90	2,316
	10.32	30	13,65	19,35	34,96	2,311
	10.36	45	13,65	—	—	—
B-16	15.10	1	14,35	19,35	34,96	2,295
	15.13	15	14,35	19,37	34,99	2,295
B-22	11.15	1	14,95	19,08	34,47	2,337
	11.20	15	14,95	—	—	—

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			6.VII.1952			
B-13	16.38	1	15,95	19,08	34,47	2,317
	16.40	15	15,95	19,06	34,43	2,301
	16.45	24	15,95	19,08	34,47	2,322
B-14	17.15	1	16,6	19,06	34,43	2,301
	17.18	15	16,5	18,98	34,29	2,353
	17.25	26	16,5	19,06	34,43	2,389
B-15	18.25	1	15,35	19,22	34,72	2,353
	18.28	15	15,30	19,22	34,72	2,253
	18.33	30	15,30	19,25	34,78	2,306
B-16	20.15	1	17,7	18,93	34,20	2,332
	20.18	15	17,65	18,98	34,29	2,322
B-22	10.50	1	17,9	17,72	32,01	2,420
	10.55	10	17,7	17,72	32,01	2,441
			19.VII.1952			
B-13	14.05	1	16,85	19,06	34,43	2,306
	14.08	15	16,80	19,06	34,43	2,327
	14.12	25	16,80	19,08	34,47	2,327
B-14	13.33	1	16,55	19,13	34,56	2,306
	13.37	15	16,45	19,13	34,56	2,358
	13.42	26	16,45	19,11	34,52	2,322
B-15	12.20	1	16,1	19,30	34,87	2,281
	12.26	15	15,8	19,32	34,90	2,306
	12.32	30	15,8	19,30	34,87	2,358
B-16	10.50	1	16,45	19,27	34,81	2,286
	10.53	15	16,40	19,32	34,90	2,274
B-22	19.38	1	17,8	18,98	34,29	2,322
	19.41	13	17,8	19,03	34,38	2,327
			15.VIII.1952			
B-15	19.58	1	17,3	19,15	34,60	2,328
	20.02	15	17,0	19,27	34,81	2,328
	20.07	30	17,0	19,25	34,78	2,337
	20.10	40	16,9	19,32	34,90	2,317
B-22	15.45	1	18,85	18,88	34,11	2,358
	15.50	11	18,55	18,96	34,25	2,356
			31.VIII.1952			
B-22	11.30	1	18,35	18,78	33,93	2,374
	11.34	10	18,35	18,91	34,16	2,369
			25.IX.1952			
B-13	11.00	1	15,10	18,86	34,07	2,364
	11.02	15	15,20	18,93	34,20	2,364
B-14	9.30	1	16,30	19,20	34,69	2,337
	9.33	15	16,30	19,22	34,72	2,343
	9.40	26	16,30	19,27	34,81	2,337
B-15	8.30	1	15,95	19,25	34,78	2,337
	8.35	15	15,95	19,27	34,81	2,343
	8.40	30	15,95	19,25	34,78	2,337
B-16	20.20	1	15,4	19,15	34,60	2,337
	20 25	16	15,4	19,17	34,63	2,337
B-22	13.30	1	14,9	18,34	33,13	2,400
	13.35	11	14,9	18,34	33,13	2,400

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			16.VII.1953			
B-22	19.00	1	6,1	18,86	34,07	2,557
	19.10	17	6,1	18,93	34,20	2,557
B-13	8.40	1	16,2	18,81	33,98	2,548
	9.02	19	16,1	18,86	34,07	2,540
B-14	10.27	1	15,1	19,10	34,51	2,523
	10.32	20	15,1	19,12	34,54	2,506
	10.40	36	15,0	19,12	34,54	2,552
B-15	12.30	1	14,4	19,22	34,72	2,518
	12 45	20	14,4	19,25	34,78	2,498
	13.00	40	14,3	19,25	34,78	2,540
	13.10	50	14,4	19,25	34,78	2,498
B-16	14.05	1	15,0	19,17	34,63	2,498
	14.15	28	14,9	19,20	34,69	2,498
			11-12.VIII.1953			
B-22	20.00	1	19,0	18,92	34,18	2,481
	20.09	12	18,9	18,97	34,27	2,515
B-15	14.10	1	17,0	19,14	34,58	2,552
	14.20	40	16,7	19,17	34,63	2,498
	14.40	Fond	16,6	19,19	34,67	2,498
B-16	16.32	1	17,3	19,27	34,81	2,439
	16.40	20	16,9	19,19	34,67	2,464
	16.45	Fond	17,0	19,22	34,72	2,464
B-14	18.00	1	16,8	19,14	34,58	2,502
	18.05	20	16,7	19,14	34,58	2,485
	18.10	Fond	16,7	19,14	34,58	2,473
B-13	19.35	1	18,4	18,88	34,11	2,985
	19.40	20	18,4	18,90	34,14	2,527
	19.45	Fond	18,4	18,90	34,14	2,506
			28-29.IX.1953			
B-22	11.50	1	16,0	18,80	33,96	2,527
	12.00	13	16,1	18,68	33,75	2,506
B-13	4.50	1	16,4	18,65	33,69	2,502
	4.55	19	16,2	18,68	33,75	2,506
B-14	7.00	1	16,3	19,12	34,54	2,452
	7.15	20	16,3	19,09	34,49	2,456
	7.20	30	16,3	19,04	34,40	2,489
B-16	9.30	1	16,0	19,38	35.01	2,498
	9.35	21	16,1	19,37	34,99	2,498
B-15	10.50	1	15,8	19,37	34,99	2,481
	10.55	20	16,0	19,34	34,94	2,485
	11.00	40	16,1	19,38	35,01	2,502
	11.10	48	16,1	19,37	34,99	2,523
			28-29.X.1953			
B-22	10.27	1	13,2	19,01	34,34	2,590
	10.32	12	13,6	18,96	34,25	2,590
B-13	13.30	1	12,7	18,86	34,07	2,548
	13.36	20	14,2	18,88	34,11	2,561
	13.42	25	14,2	18,91	34,16	2,523
B-14	15.02	1	14,9	19,13	34,56	2,485
	15.11	20	14,9	19,13	34,56	2,494
	15.21	32	14,8	19,16	34,61	2,477

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
B-15	16.42	1	12,5	19,32	34,90	2,481
	16.47	20	12,5	19,32	34,90	2,573
	16.54	40	14,9	19,32	34,90	2,557
	17.00	48	14,9	19,32	34,90	2,494
B-16	8.42	1	13,6	19,17	34,63	2,498
	8.50	20	13,6	19,17	34,63	2,452
	9.02	27	13,6	19,17	34,63	2,523
			28-29.XI.1953			
B-22	13.20	1	9,7	18,98	34,29	2,422
	13.25	14	9,7	19,03	34,38	2,439
B-13	16.20	1	10,8	18,93	34,20	2,439
	16.28	20	10,7	18,93	34,20	2,422
	16.37	26,5	10,6	19,83	34,20	2,405
B-14	18.14	1	12,3	19,27	34,81	2,304
	18.20	20	12,3	19,27	34,81	2,338
	18.25	31	12,3	19,27	34,81	2,338
B-15	19.45	1	13,2	19,42	35,08	2,355
	19.53	20	13,0	19,37	34,99	2,355
	20.00	40	13,1	19,37	34,99	2,338
	20.07	50	13,1	19,40	35,05	2,346
B-16	10.28	1	12,1	19,32	34,90	2,359
	10.38	20	12,0	19,32	34,90	2,372
	10.48	20	12,0	19,32	34,90	2,372
			22-23.I.1954			
B-15	13.09	1	7,9	19,35	34,96	2,502
	13.15	20	7,6	19,35	34,96	2,590
	13.24	40	7,5	19,37	34,99	2,489
	13.34	47	7,4	19,32	34,90	2,502
B-16	14.52	1	7,7	19,12	34,54	2,531
	14.58	20	7,4	19,05	34,42	2,540
	15.06	28	7,4	19,05	34,42	2,557
B-14	16.30	1	7,6	19,15	34,60	2,523
	16.35	29	7,4	19,05	34,42	2,569
	16.42	30	7,4	19,10	34,51	2,557
B-13	18 01	1	4,9	18,78	33,93	2,590
	18 05	20	6,3	18,76	33,89	2,594
	18.12	24	6,3	18,71	33,80	2,586
B-22	01.55	1	6,1	18,54	33,49	2,590
	02.02	14	5,9	18,54	33,49	2,586
			29-30.IV.1954			
B-15	15.40	1	7,9	19,14	34,58	2,624
	15.45	20	7,8	19,14	34,58	2,548
	15.52	40	7,7	19,14	34,58	2,548
	16.00	50	7,8	19,16	34,61	2,557
B-16	17.00	1	8,5	18,96	34,25	2,557
	17.05	20	8,4	18,96	34,25	2,515
	17.10	25	8,4	18,96	34,25	2,557
B-14	19.07	1	8,1	18,90	34,14	2,557
	19.12	20	8,2	18,87	34,09	2,607
	19.17	39	8,1	18,85	34,05	2,590
B-22	9.45	1	11,0	17,02	30,75	2,607
	9.50	16	11,2	17,12	30,93	2,691
B-13	12.45	1	10,7	18,51	33,44	2,641
	12.50	20	10,9	18,56	33,53	2,607
	12.55	30	10,9	18,60	33,60	2,607

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			29-30.V.1954			
B-15	18.45	1	11,2	19,21	34,70	2,590
	18 53	20	10,8	19,19	34,67	2,590
	19.05	40	10,9	19,23	34,74	2,603
	19.10	48	10,8	19,25	34,78	2,573
B-16	20 03	1	11,6	19,04	34,40	2,540
	20 06	20	11,4	19,09	34,49	2,557
	20.12	27	11,5	19,11	34,52	2,557
B-14	8.40	1	11,1	19,19	34,67	2,573
	8.55	20	11,0	19,19	34,67	2,540
	9.05	35	11,0	19,23	34,74	2,540
B-13	12.20	1	12,2	18,96	34,25	2,607
	12.25	20	12,2	18,99	34,31	2,582
	12.30	27	12,2	18,96	34,25	2,607
B-22	15.10	1	13,2	18,33	33,12	2,624
	15.15	17	13,2	18,31	33,08	2,607
			16.VII.1954			
B-13	11.40	1	15,9	19,11	34,52	2,422
	11.45	20	15,8	19,02	34,36	2,489
	11.50	28	15,9	19,02	34,36	2,489
B-14	13.30	1	14,9	19,14	34,58	2,355
	13.35	20	14,9	19,11	34,52	2,321
	13.40	32	14,8	19,14	34,58	2,288
B-15	15.30	1	14,1	19,14	34,58	2,288
	15.35	20	14,1	19,14	34,58	2,304
	15.40	40	14,1	19,14	34,58	2,296
	15.45	48	14,1	19,14	34,58	2,321
B-16	16.50	1	14,7	19,21	34,70	2,271
	16.55	20	14,7	19,21	34,70	2,245
	17.00	26	14,7	19,14	34,58	2,254
B-22	0.40	1	15,8	19,11	34,52	2,262
	0.45	16	15,7	19,11	34,52	2,187
			6.IX.1954			
B-14	14.05	1	16,4	19,17	34,63	2,674
	—	20	16,3	19,28	34,83	2,825
	—	32	16,2	19,28	34,83	2,687
B-15	15.30	1	16,3	—	—	—
	—	20	16,2	19,28	34,83	2,733
	—	40	16,1	19,26	34,79	2,691
	—	49	16,1	19,28	34,83	2,708
B-16	17.00	1	16,6	19,28	34,83	2,725
	—	20	16,1	19,28	34,83	2,725
	—	24	16,4	19,28	34,83	2,725
B-13	9.05	1	17,0	19,09	34,49	2,658
	—	16	16,9	19,09	34,49	2,826
B-22	12.20	1	17,3	19,14	34,58	2,826
	—	13	17,2	19,14	34,58	2,876
			26.X.1954			
B-22	9.30	1	13,0	18,96	34,25	2,346
	9.35	14	13,2	18,92	34,18	2,380
B-13	11.35	1	12,9	18,92	34,18	2,397
	11.40	13	12,8	18,94	34,22	2,372

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
B-14	13.20	1	14,2	19,31	34,88	2,372
	13.25	20	14,3	19,29	34,85	2,439
	13.30	31	14,3	19,31	34,88	2,355
B-15	14.45	1	14,2	19,43	35,10	2,388
	14.47	20	14,4	19,43	35,10	2,388
	14.53	40	14,4	19,43	35,10	2,393
	15.05	48	14,4	19,43	35,10	2,393
B-16	16.12	1	13,8	19,36	34,97	2,464
	16.17	20	14,0	19,36	34,97	2,464
			7.XII.1954			
B-22	16.00	1	9,7	18,97	34,27	2,447
	16.10	14	9,8	19,04	34,40	2,388
B-13	18.50	1	10,0	19,04	34,40	2,439
	19.00	13	10,1	19,04	34,40	2,426
B-14	20.25	1	11,8	19,43	35,10	2,388
	20.35	20	11,9	19,46	35,16	2,380
	20.50	32	11,9	19,53	35,28	2,372
B-15	22.07	1	10,2	19,23	34,74	2,418
	22.15	20	10,4	19,26	34,79	2,405
	22.23	40	10,4	19,26	34,79	2,393
	22.35	51	10,4	19,26	34,79	2,393
B-16	23.50	1	9,8	19,23	34,74	2,405
	23.57	23	10,1	19,18	34,65	2,393
			12.I.1955			
B-22	9.55	1	3,8	19,04	34,40	2,426
	10.00	13	4,2	19,07	34,45	2,414
B-13	12.40	1	5,6	19,07	34,45	2,422
	12.45	13	5,7	19,12	34,54	2,422
B-14	14.30	1	8,2	19,33	34,92	2,388
	14.35	20	8,2	19,36	34,97	2,384
	14.43	33	8,3	19,43	35,10	2,384
B-15	16.30	1	7,7	19,33	34,92	2,388
	16.35	20	7,7	19,23	34,74	2,422
	16.45	40	7,6	19,23	34,74	2,414
	16.55	55	7,6	19,28	34,83	2,422
B-16	18.20	1	7,4	19,26	34,79	2,388
	18.30	22	7,4	19,28	34,83	2,405
			28.II.1955			
B-22	10.45	1	2,0	18,51	33,44	2,506
	10.55	13,5	2,2	18,75	33,87	2,498
B-13	13.37	1	3,2	18,83	34,02	2,485
	13.45	13	3,2	18,85	34,05	2,498
B-14	15.15	1	5,2	19,03	34,38	2,464
	15.20	20	5,3	19,03	34,38	2,485
	15.30	32	5,3	19,03	34,38	2,489
B-15	16.40	1	6,1	19,32	34,90	2,456
	16.50	20	6,1	19,39	35,03	2,473
	17.00	40	6,1	19,39	35,03	2,456
	17.12	53	6,1	19,39	35,03	2,473
B-16	18.30	1	5,8	19,39	35,03	2,485
	18.40	22	5,8	19,39	35,03	2,502

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			28.III.1955			
B-22	8.32	1	5,1	18,45	33,33	2,515
	8.37	14	5,1	18,58	33,57	2,506
B-13	11.11	1	4,9	18,72	33,82	2,523
	11.16	14	4,9	18,74	33,86	2,523
B-14	12.25	1	4,7	18,97	34,27	2,506
	12.30	20	4,7	18,97	34,27	2,494
	12.35	29	4,7	19,02	34,36	2,523
B-15	13.38	1	4,8	19,04	34,40	2,473
	13.44	20	4,8	19,09	34,49	2,456
	13.50	40	4,8	19,09	34,49	2,456
	13.58	52	4,8	19,07	34,45	2,498
B-16	14.54	1	4,8	18,87	34,09	2,523
	14.59	20	4,8	18,87	34,09	2,557
	15.04	24	4,8	18,89	34,13	2,540
			21.IV.1955			
B-22	8.38	1	7,4	16,28	29,42	2,472
	8.43	14	7,3	16,33	29,51	2,422
B-13	12.12	1	7,4	17,89	32,32	2,309
	12.16	14	7,3	17,94	32,41	2,321
B-14	13.50	1	6,8	18,62	33,64	2,355
	13.55	20	6,5	18,62	33,64	2,338
	14.02	30	6,4	18,55	33,51	2,321
B-15	15.21	1	6,0	18,86	34,07	2,325
	15.25	20	5,9	18,81	33,98	2,321
	15.31	40	5,9	18,81	33,98	2,355
	15.36	52	5,9	18,81	33,98	2,330
B-16	16.25	1	6,6	18,79	33,95	2,338
	16.30	21	6,5	18,81	33,98	2,338
			24.V.1955			
B-22	10.00	1	10,7	19,02	34,36	2,523
	10.05	14	10,7	19,07	34,45	2,527
B-13	12.43	1	10,7	19,04	34,40	2,565
	12.47	14	10,7	19,09	34,49	2,590
B-14	14.23	1	10,1	19,17	34,63	2,527
	14.27	20	10,0	19,23	34,74	2,552
	14.32	31	10,0	19,21	34,70	2,552
B-15	16.00	1	9,4	19,38	35,01	2,527
	16.04	20	9,4	19,41	35,07	2,527
	16.10	40	9,4	19,41	35,07	2,552
	16.14	54	9,4	19,43	35,10	2,552
B-16	17.28	1	9,6	19,28	34,83	2,540
	17.32	20	9,5	19,36	34,97	2,557
			27.VI.1955			
B-22	8.51	1	15,9	18,97	34,27	2,658
	8.55	15	15,6	19,04	34,40	2,708
B-13	11.54	1	15,4	18,97	34,27	2,682
	11.57	9	15,2	18,97	34,27	2,682
B-14	13.16	1	13,5	19,21	34,70	2,649
	13.20	20	13,4	19,21	34,70	2,624
	13.25	27	13,4	19,21	34,70	2,624

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
B-15	14.29	1	13,6	19,14	34,58	2,632
	14.33	20	13,6	19,28	34,83	2,641
	14.38	40	13,5	19,33	34,92	2,653
	14.43	50	13,5	19,33	34,92	2,658
B-16	15.34	1	14,1	19,14	34,58	2,649
	15.38	22	13,5	19,21	34,70	2,687
			28.VII.1955			
B-22	8.50	1	18,6	16,83	30,41	2,607
	8.56	15	18,7	16,98	30,68	2,616
B-13	11.58	1	18,2	18,58	33,57	2,616
	12.03	9	17,9	18,58	33,57	2,590
B-14	13.26	1	16,8	18,90	34,14	2,548
	13.32	20	16,7	18,97	34,27	2,544
	13.38	28	16,7	18,95	34,23	2,531
B-15	14.59	1	16,9	18,87	34,09	2,523
	15.05	20	16,5	18,92	34,18	2,506
B-16	16.05	1	17,6	16,83	30,41	2,515
	16.10	21	17,5	16,96	30,64	2,498
			17.VIII.1955			
B-22	8.26	1	18,2	17,01	30,73	2,632
	8.29	15	18,1	17,08	30,86	2,599
B-13	11.23	1	18,0	18,03	32,57	2,590
	11.27	11	17,6	18,05	32,61	2,582
B-14	13.43	1	17,6	18,76	33,89	2,527
	13.48	20	17,6	18,77	33,91	2,515
	13.52	32	17,6	18,73	33,84	2,515
B-15	15.16	1	17,3	18,92	34,18	2,510
	15.21	20	17,2	18,95	34,23	2,510
	15.26	40	17,2	18,95	34,23	2,510
	15.31	48	17,2	18,95	34,23	2,515
B-16	16.45	1	17,7	18,77	33,91	2,540
	16.51	21	17,6	18,90	34,14	2,531
			20.IX.1955			
B-22	8.30	1	16,7	18,87	34,09	2,552
	8.35	14	16,4	18,87	34,09	2,523
B-13	11.11	1	16,4	18,84	34,04	2,540
	11.16	19	16,3	18,80	33,96	2,783
B-14	12.34	1	17,1	19,21	34,70	2,519
	12.39	20	17,3	19,21	34,70	2,481
	12.45	30	17,3	19,21	34,70	2,523
B-15	13.55	1	16,9	19,24	34,76	2,540
	14.00	20	16,7	19,21	34,70	2,515
	14.05	40	16,7	19,26	34,79	2,510
	14.10	54	16.6	19,21	34,70	2,523
B-16	15.15	1	16,8	19,21	34,70	3,515
	15.20	20	16,7	19,21	34,70	2,464

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			11.X.1955			
B-22	12.58	1	15,1	19,05	34,42	2,523
	13.02	13	14,7	19,09	34,49	2,531
B-13	15.57	1	15,6	19,09	34,49	2,541
	16.00	9	15,4	19,09	34,49	2,531
B-14	17.18	1	16,4	19,26	34,79	2,481
	17.22	20	16,3	19,21	34,70	2,477
	17.27	28	16,3	19,24	34,76	2,481
B-15	18.29	1	15,4	19,16	34,61	2,456
	18.32	20	15,5	19,26	34,79	2,473
	18.37	40	15,5	19,24	34,76	2,464
	18.42	51	15,6	19,21	34,70	2,464
B-16	19.43	1	15,2	19,06	34,43	2,498
	19.47	20	15,5	19,36	34,97	2,473
			18.XI.1955			
B-22	9.02	1	9,9	18,73	33,84	2,658
	9.06	14	10,2	18,85	34,05	2,641
B-13	11.50	1	10,1	18,90	34,14	2,624
	11.54	10	10,3	18,82	34,00	2,708
B-14	13.20	1	12,8	19,19	34,67	2,590
	13.24	20	12,8	19,21	34,70	2,637
	13.30	32	12,8	19,16	34,61	2,674
B-15	14.51	1	12,4	—	—	—
	14.55	20	12,4	19,14	34,58	2,632
	15.00	40	12,4	19,16	34,61	2,616
	15.05	50	12,4	19,16	34,61	2,594
B-16	16.25	1	11,1	—	—	—
	16.28	23	11,1	18,90	34,14	2,624
			19.XII.1955			
B-22	11.54	1	7,6	18,28	33,03	2,708
	12.02	13	7,7	18,31	33,08	2,817
B-13	15.32	1	7,6	18,92	34,18	2,674
	15.40	10	7,7	18,92	34,18	2,683
B-14	17.17	1	9,5	19,26	34,79	2,607
	17.22	20	9,5	19,19	34,67	2,607
	17.27	30	9,6	19,16	34,61	2,674
B-15	18.40	1	10,5	—	—	—
	18.45	20	10,5	19,31	34,88	2,594
	18.50	40	10,5	19,29	34,85	2,607
	18.55	52	10,5	19,24	34,76	2,786
B-16	19.56	1	9,6	19,11	34,52	2,674
	20.02	20	8,8	19,14	34,58	2,658
			13.I.1956			
B-22	12.41	1	6,5	18,99	34,31	2,498
	12.46	15	6,4	18,99	34,31	2,557
B-13	16.18	1	6,7	18,86	34,07	2,557
	16.23	11	6,7	18,81	33,98	2,540
B-14	17.43	1	9,1	19,15	34,60	2,506
	17.48	20	9,2	19,15	34,60	2,481
	17.54	29	9,2	19,18	34,65	2,523

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
B-15	18.58	1	9,3	—	—	—
	19.02	20	9,3	19,18	34,65	2,456
	19.07	40	9,3	19,15	34,60	2,430
	19.12	52	9,3	—	—	—
B-16	19.52	1	8,3	—	—	—
	19.57	20	8,2	19,08	34,47	2,590
			7.II.1956			
B-22	13.41	1	3,2	18,39	33,22	2,523
	13.46	13	3,0	18,49	33,40	2,531
B-13	16.28	1	4,2	18,96	34,25	2,590
	16.32	8	4,3	18,88	34,11	2,607
B-14	17.55	1	7,4	19,00	34,33	2,489
	17.59	20	7,4	19,27	34,81	2,573
	18.03	28	7,4	19,37	34,99	2,515
B-15	19.06	1	7,5	19,35	34,96	2,523
	19.10	20	7,4	19,37	34,99	3,523
	19.15	40	7,4	19,37	34,99	2,481
	19.22	51	7,4	19,37	34,99	2,473
B-16	20.12	1	5,2	19,02	34,36	2,460
	20.16	22	5,2	19,07	34,45	2,569
			8.III.1956			
B-22	12.34	1	3,1	18,33	33,12	2,758
	12.40	15	2,9	18,33	33,12	2,767
B-13	15.40	1	3,5	18,38	33,21	2,599
	15.44	10	3,5	18,56	33,53	2,637
B-14	17.02	1	3,8	18,95	34,23	2,523
	17.06	20	3,8	19,02	34,36	2,536
	17.10	29	3,8	19,01	34,34	2,573
B-15	18.07	1	3,8	18,95	34,23	2,565
	18.12	20	3,6	18,97	34,27	2,565
	18.16	40	3,5	—	—	—
	18.21	51	3,5	19,00	34,33	2,565
B-16	19.10	1	4,9	—	—	—
	19.14	20	4,9	18,77	33,91	2,649
			20.IV.1956			
B-22	12.14	1	7,4	17,48	31,58	2,708
	12.18	13	7,1	17,53	31,67	2,708
B-13	15.10	1	7,5	18,95	34,23	2,649
	15.14	9	7,4	19,00	34,33	2,582
B-14	16.35	1	6,9	19,22	34,72	2,624
	16.39	20	6,8	19,19	34,67	2,557
	16.43	26	6,8	19,22	34,72	2,624
B-15	17.43	1	6,8	19,05	34,42	2,573
	17.47	20	6,7	19,05	34,42	2,523
	17.51	40	6,7	19,05	34,42	2,519
	17.55	53	6,7	19,08	34,47	2,519
B-16	18.45	1	7,3	18,98	34,29	2,590
	18.48	21	7,3	19,05	34,42	2,531

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			1.IV.1956			
B-22	8.43	1	14,6	18,79	33,95	2,590
	8.47	13	14,5	18,89	34,13	2,565
B-13	11.45	1	14,8	19,09	34,49	2,560
	11.48	9	14,6	19,09	34,49	2,506
B-14	13.18	1	13,4	19,28	34,83	2,481
	13.22	20	13,4	19,31	34,88	2,481
	13.26	32	13,4	19,33	34,92	2,481
B-15	14.50	1	13,7	19,23	34,74	2,477
	14.53	20	13,3	19,21	34,70	2,447
	14.56	40	13,3	19,23	34,74	2,473
	15.00	53	13,3	19,23	34,74	2,473
B-16	16.05	1	13,6	19,23	34,74	2,481
	16.08	24	13,5	19,23	34,74	2,464
			17.VII.1956			
B-22	12.39	1	16,3	18,96	34,25	2,426
	12.44	14	15,3	18,87	34,09	2,506
B-13	15.48	1	16,5	18,96	34,25	2,489
	15.53	10	16,5	18,94	34,22	2,438
B-14	17.22	1	15,1	18,92	34,18	2,455
	17.27	20	15,0	19,06	34,43	2,468
	17.32	30	15,0	19,01	34,34	2,489
B-15	18.46	1	15,4	18,94	34,22	2,438
	18.50	20	14,0	19,01	34,34	2,455
	18.55	40	13,9	19,11	34,52	2,455
	19.00	53	13,9	19,06	34,43	2,472
B-16	19.58	1	14,5	18,94	34,22	2,455
	20.03	25	14,5	18,94	34,22	2,455
			22.VIII.1956			
B-22	8.48	1	16,7	18,94	34,22	2,439
	8.52	12	16,7	18,99	34,31	2,523
B-13	12.13	1	16,6	18,99	34,31	2,556
	12.17	11	16,6	19,02	34,36	2,514
B-14	14.30	1	16,0	19,18	34,65	2,455
	14.34	20	16,0	19,31	34,88	2,489
	14.39	30	16,0	19,16	34,61	2,514
B-15	16.15	1	15,7	19,31	34,88	2,506
	16.19	20	15,7	19,33	34,92	2,506
	16.24	40	15,7	19,38	35,01	2,497
	16.29	50	15,8	19,41	35,07	2,514
B-16	17.33	1	16,0	19,38	35,01	2,489
	17.37	23	16,0	19,41	35,07	2,472
			18.IX.1956			
B-22	12.40	1	15,9	18,82	34,00	2,346
	12.45	14	15,8	18,82	34,00	2,384
B-13	16.05	1	16,0	18,77	33,91	2,355
	16.10	9	16,0	18,82	34,00	2,372
B-14	17.40	1	15,7	19,07	34,45	2,338
	17.45	20	15,7	19,07	34,45	2,338
	17.48	30	15,7	19,05	34,42	2,338

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
B-15	18.46	1	15,7	19,09	34,49	2,338
	18.50	20	15,6	19,09	34,49	2,372
	18.54	40	15,6	19,11	34,52	2,372
	19.00	50	15,6	18,16	34,61	2,321
B-16	19.40	1	15,7	19,02	34,36	2,346
	19.45	20	15,7	19,11	34,52	2,388
			8.X.1956			
B-22	12.30	1	13,3	18,80	33,96	2,510
	12.33	13	13,3	18,80	33,96	2,506
B-13	16.17	1	13,7	18,85	34,05	2,447
	16.20	10	13,6	18,85	34,05	2,506
B-14	18.06	1	15,0	19,02	34,36	2,338
	18.10	20	15,1	19,05	34,42	2,346
	18.14	29	15,1	19,07	34,45	2,359
B-15	19.28	1	14,9	19,26	34,74	2,338
	19.32	20	14,9	19,29	34,85	2,313
	19.36	40	15,9	19,26	34,74	2,330
	19.41	48	14,9	19,26	34,74	2,330
B-16	20.30	1	14,3	19,19	34,67	2,304
	20.34	22	14,3	19,19	34,67	2,414
			23.I.1957			
B-22	12.10	1	4,0	17,66	31,91	2,447
	12.15	14	4,2	17,74	32,05	2,452
B-13	15.00	1	5,2	18,15	32,79	2,426
	15.05	11	5,2	18,33	33,12	2,426
B-14	16.30	1	6,4	18,97	34,27	2,372
	16.35	20	7,2	19,28	34,83	2,372
	16.40	31	7,4	19,23	34,74	2,372
B-15	18.20	1	7,6	19,33	34,92	2,342
	18.25	20	7,6	19,38	35,01	2,363
	18.30	40	7,6	19,41	35,07	2,372
	18.35	52	7,6	19,43	35,10	2,372
B-16	20.10	1	6,4	19,23	34,74	2,342
	20.15	20	6,4	19,23	34,74	2,372
			18.II.1957			
B-22	12.20	1	6,3	18,84	34,04	—
	12.24	10	6,4	18,97	34,27	—
B-13	16.12	1	6,6	18,84	34,04	—
	16.17	10	6,6	18,84	34,04	—
B-14	18.04	1	7,5	19,36	34,97	—
	18.07	20	7,6	19,38	35,01	—
	18.11	30	7,6	19,38	35,01	—
B-15	19.21	1	8,8	19,61	34,53	—
	19.25	20	8,9	19,65	35,50	—
	19.29	40	8,9	19,22	35,44	—
	19.35	48	8,9	19,62	35,44	—
B-16	20.29	1	8,1	19,51	35,25	—
	20.33	24	8,0	19,53	35,28	—

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			11.III.1957			
B-22	12.12	1	7,2	18,89	34,13	—
	12.15	10	7,2	18,94	34,22	—
B-13	15.00	1	7,5	18,77	33,91	—
	15.05	9	7,2	18,79	35,95	—
B-14	16.16	1	7,9	19,28	34,83	—
	16.20	20	7,9	19,31	34,88	—
	16.25	28	7,9	—	—	—
B-15	17.30	1	8,8	19,51	35,25	—
	17.35	20	8,5	19,51	35,25	—
	17.40	40	8,5	19,56	35,34	—
	17.45	53	8,5	19,53	25,28	—
B-16	18.30	1	8,3	19,53	35,28	—
	18.35	23	8,2	19,53	35,28	—
			17.IV.1957			
B-22	11.54	1	9,3	17,37	31,38	—
	11.59	14	9,2	17,42	31,47	—
B-13	15.51	1	9,5	18,06	32,63	—
	15.56	11	9,4	18,09	32,68	—
B-14	17.47	1	9,5	19,12	34,54	—
	17.52	20	9,4	19,12	34,54	—
	17.56	28	9,4	19,18	34,65	—
B-15	18.58	1	9,4	19,33	34,92	—
	19.03	20	9,4	19,33	34,92	—
	19.08	40	9,4	19,28	34,83	—
	19.13	49	9,4	19,38	35,01	—
B-16	20.04	1	9,4	19,23	34,74	—
	20.09	19	9,4	19,31	34,88	—
			20.V.1957			
B-22	12.17	1	13,3	18,38	33,21	—
	12.22	14	12,0	18,40	33,24	—
B-13	15.15	1	12,6	18,55	33,51	—
	15.20	11	12,1	18,55	33,51	—
B-14	17.05	1	11,2	19,02	34,36	—
	17.10	20	11,1	19,02	34,36	—
	17.15	32	11,1	18,97	34,27	—
B-15	18.35	1	11,1	19,23	34,74	—
	18.40	20	11,1	19,33	34,92	—
	18,45	40	11,1	19,28	34,83	—
	18.50	52	11,1	19,21	34,70	—
B-16	19.50	1	11,2	19,23	34,74	—
	19.55	24	11,2	19,26	34,79	—
			19.VI.1957			
B-22	11.58	1	17,2	17,50	31,62	—
	12.02	14	17,0	17,57	31,74	—
B-13	14.54	1	16,0	18,16	32,81	—
	14.58	9	16,0	18,09	32,68	—
B-14	16.41	1	14,4	18,63	33,66	—
	16.45	20	14,4	18,63	33,66	—
	16.50	28	14,4	18,68	33,75	—

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
B-15	18.06	1	14,4	18,94	34,22	—
	18.10	20	14,4	18,94	34,22	—
	18.15	40	14,2	18,99	34,31	—
	18.19	50	14,2	18,92	34,18	—
B-16	19.26	1	14,5	18,99	34,31	—
	19.30	21	14,5	18,99	34,31	—
			11.VII.1957			
B-22	12.07	1	19,1	18,03	32,57	—
	12.12	15	18,3	18,13	32,75	—
B-13	15.50	1	17,7	18,82	34,00	—
	15.55	10	17,5	18,85	34,05	—
B-14	17.23	1	16,3	19,16	34,61	—
	17.28	20	16,3	19,19	34,67	—
	17.33	30	16,3	19,19	34,67	—
B-15	18.35	1	15,8	19,26	34,79	—
	18.40	20	15,8	19,26	34,79	—
	18.45	40	15,8	19,26	34,79	—
	18.50	47	15,8	19,24	34,76	—
B-16	19.30	1	16,3	19,24	34,76	—
	19.35	22	16,3	19,25	34,78	—
			21.VIII.1957			
B-22	12.27	1	17,8	19,07	34,45	—
	12.33	14	17,6	19,07	34,45	—
B-13	15.30	1	17,9	19,07	34,45	—
	15.35	9	17,9	18,99	34,31	—
B-14	17.03	1	17,2	19,21	34,70	—
	17.08	20	17,1	19,23	34,74	—
	17.13	29	17,1	19,21	34,70	—
B-15	18.14	1	17,1	19,23	34,74	—
	18.19	20	17,1	19,26	34,79	—
	18.24	40	17,1	19,26	34,79	—
	18.29	50	17,1	19,27	34,81	—
B-16	19.25	1	17,4	19,17	34,63	—
	19.30	22	17,4	19,24	34,76	—
			4.IX.1958			
B-22	8.37	1	18,1	18,77	33,91	2,410
	8.42	17	17,9	18,79	33,95	2,400
B-13	10.59	1	17,8	18,70	33,78	2,416
	11.04	9	17,8	18,70	33,78	2,474
B-14	12.08	1	16,8	18,98	34,29	2,372
	12.13	20	16,8	18,99	34,31	2,382
	12.17	27	16,8	19,00	34,33	2,384
B-15	13.14	1	16,6	19,31	34,88	2,320
	13.19	20	16,5	19,32	34,90	2,310
	13.25	40	16,5	19,29	34,85	2,344
	13.30	52	16,5	19,33	34,92	2,302
B-16	14.15	1	17,0	19,29	34,85	2,340
	14.20	23	16,9	19,29	34,85	2,340

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo
			9.X.1958			
B-22	13.20	1	15,4	18,73	33,84	2,470
	13.25	15	15,4	18,74	33,86	2,406
B-13	15.50	1	15,8	18,32	33,10	2,470
	15.55	10	15,8	18,83	34,02	2,420
B-14	17.05	1	15,9	19,13	34,56	2,404
	17.10	20	15,9	19,17	34,63	2,316
	17.15	28	15,9	19,15	34,60	2,400
B-15	18.05	1	16,0	19,37	34,99	2,386
	18.10	20	16,2	19,30	34,87	2,334
	18.15	40	16,1	19,32	34,90	2,420
	18.20	51	16,1	19,31	34,88	2,368
B-16	19.05	1	15,6	19,24	34,76	2,336
	19.10	20	15,8	19,22	34,72	2,332
			21-27.XI.1958			
B-22	12.06	1	9,4	18,38	33,21	2,400
	12 10	15	9,5	18,44	33,31	2,380
B-13	14 42	1	10,2	18,61	33,62	2,334
	14.47	12	10,3	18,53	33,48	2,376
B-14	16 27	1	10,9	18,93	34,20	2,306
	16.31	20	11,0	18,93	34,20	2,348
	16.36	30	11,0	18,92	34,18	2,344
B-15	17.31	1	10,8	19,12	34,54	2,336
	17.36	20	10,8	19,12	34,54	2,336
	17.43	40	10,8	19,08	34,47	2,392
	17.48	48	10,8	19,07	34,45	2,386
B-16	18.37	1	10,2	—	—	—
	18.44	22	10,3	19,04	34,40	2,380
			22.XII.1958			
B-22	12.50	1	8,4	18,62	33,64	2,432
	12.55	15	8,6	18,67	33,73	2,434
B-13	15.30	1	8,5	18,51	33,44	2,656
	15.35	10	8,8	18,91	34,16	2,412
B-14	16.35	1	10,2	19,36	34,97	2,480
	16.40	20	10,4	19,35	34,96	2,372
	16.45	29	10,4	19,31	34,88	2,450
B-15	17.45	1	11,2	19,43	35,10	2,368
	17.50	20	11,2	19,43	35,10	2,380
	17.56	40	11,2	19,45	35,14	2,368
	18.00	51	11,2	19,43	35,10	2,364
B-16	18.40	1	9,8	19,15	34,60	2,372
	18.45	20	9,8	19,35	34,96	2,344
			26.I.1959			
B-22	11.19	1	6,1	18,60	33,60	2,472
	11.24	15	6,2	18,64	33,68	2,488
B-13	14.29	1	6,1	18,45	33,33	2,456
	14 34	11	6,2	18,40	33,24	2,476
B-14	16 00	1	7,4	18,88	34,11	2,450
	16.05	20	7,4	18,89	34,13	2,404
	16.10	29	7,4	18,84	34,04	2,404

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité ‰	Salinité ‰	Alcalinité ml HCl N ‰
B-15	17.14	1	8,8	19,28	34,83	2,366
	17.19	20	8,8	19,28	34,83	2,364
	17.25	40	8,8	19,33	34,92	2,372
	17.35	48	9,0	19,33	34,92	2,336
B-16	18.19	1	7,5	—	—	—
	18.25	21	7,6	19,23	34,74	2,484
			24.II.1959			
B-22	11.15	1	3,7	17,20	31,08	2,462
	11.20	14	3,7	17,30	31,26	2,476
B-13	14.25	1	4,6	18,34	33,13	2,414
	14.30	11	4,6	18,33	33,12	2,420
B-14	15.45	1	5,4	18,77	33,91	2,388
	15.50	27	5,4	18,85	34,05	2,394
B-15	17.00	1	5,8	19,09	34,49	2,376
	17.05	20	5,8	19,11	34,52	2,380
	17.10	40	5,8	19,01	34,34	2,382
	17.15	50	5,8	19,05	34,42	2,388
B-16	18.10	1	5,6	19,04	34,40	2,376
	18.15	19	5,6	19,01	34,34	2,374
			23.III.1959			
B-22	11.37	1	6,5	17,13	30,95	2,474
	11.41	16	6,4	17,25	31,17	2,484
B-13	14.48	1	6,9	18,66	33,71	2,410
	14.52	10	6,9	—	—	—
B-14	16 05	1	7,5	19,15	34,60	2,364
	16 09	26	7,5	19,16	34,61	2,382
B-15	17.09	1	7,5	19,28	34,79	2,364
	17.14	20	7,5	19,24	34,76	2,356
	17.20	40	7,5	19,24	34,76	2,354
	17.25	48	7,5	19,26	34,79	2,356
B-16	18.15	1	6,9	19,01	34,34	2,382
	18.20	19	6,9	19,00	34,33	2,370

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité ‰	Salinité ‰	Alcalinité ml HCl N ‰	Oxygène mg	Oxygène ml	Oxygène %
				20.IV.1959					
B-22	11.45	1	9,9	17,94	32,41	2,418	10,707	7,492	114,9
	11.50	15	9,9	18,19	32,86	2,492	11,809	8,263	126,9
B-13	14 25	1	10,2	18,74	33,86	2,424	9,948	6,961	108,4
	14.30	10	9,9	18,74	33,86	2,396	9,466	6,624	102,5
B-14	15.30	1	9,6	19,12	34,54	2,408	9,961	6,970	107,4
	15.35	26	9,4	19,12	34,54	2,376	11,192	7,381	120,1
B-15	16.40	1	9,3	19,17	34,63	2,382	13,806	9,661	148,4
	16.45	20	9,1	19,27	34,81	2,364	9,736	6,813	104,2
	16.50	40	9,1	19,28	34,83	2,386	10,187	7,128	109,0
	16.55	50	9,1	19,31	34,88	2,366	9,986	6,987	107,0
B-16	17.30	1	9,3	19,01	34,34	2,418	9,629	6,738	103,2
	17.35	22	9,3	19,05	34,42	2,410	11,489	8,039	123,1

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo	Oxygène		
							mg	ml	%
				14.V.1959					
B-22	10.21	1	13,9	18,50	33,42	2,450	10,413	7,286	121,2
	10.24	13	13,7	18,66	33,71	2,498	9,223	6,454	107,2
B-13	12.46	1	12,2	18,90	34,14	2,440	9,677	6,772	111,7
	12.50	8	13,1	18,94	34,22	2,426	10,120	7,081	116,7
B-14	13.55	1	11,4	19,23	34,74	2,424	9,375	6,560	105,1
	14.00	27	11,3	19,24	34,76	2,404	9,285	6,497	104,0
B-15	15.00	1	11,5	19,23	34,74	2,406	11,713	8,196	131,3
	14.06	20	11,4	19,23	34,74	2,384	11,678	8,171	130,7
	15.12	40	11,3	19,23	34,74	2,368	—	—	—
	15.19	50	11,3	19,27	34,81	2,412	11,852	8,293	132,7
B-16	16.08	1	12,0	19,19	34,67	2,372	11,400	7,977	126,6
	16.12	20	11,8	19,24	34,76	2,392	11,706	8,191	132,3
				19.VI.1959					
B-22	12.00	1	16,8	16,84	30,43	2,528	8,783	6,145	108,0
	12.05	15	16,5	17,28	31,22	2,492	8,902	6,229	107,0
B-13	14.55	1	15,9	18,65	33,69	2,466	10,097	7,065	122,2
	15.00	10	15,6	18,65	33,69	2,472	9,293	6,503	111,7
B-14	16.05	1	15,2	19,05	34,42	2,420	8,809	6,164	105,2
	16.10	25	14,5	19,05	34,42	2,406	9,449	6,612	111,9
B-15	17.15	1	14,6	19,14	34,58	2,388	8,308	5,813	98,4
	17.20	20	14,3	19,17	34,63	2,368	8,127	5,687	95,5
	17.25	47	14,1	19,20	34,69	2,416	8,127	4,687	95,7
B-16	18.10	1	15,0	19,10	34,51	2,406	10,433	7,300	124,6
	18.15	19	14,9	19,13	34,56	2,434	9,204	6,440	109,9
				29.VII.1959					
B-22	11.51	1	19,3	19,19	34,67	2,418	0,053	6,334	116,2
	11.55	13	19,2	19,22	34,72	2,416	8,147	5,700	105,0
B-13	14.21	1	18,9	19,17	34,63	2,424	8,652	6,053	110,6
	14.25	9	18,8	19,22	34,72	2,430	8,820	6,171	112,8
B-14	15.25	1	17,9	19,32	34,90	2,350	8,844	6,188	110,3
	15.30	25	17,7	19,34	34,94	2,320	—	—	—
B-15	16.32	1	17,2	19,35	34,96	2,298	8,234	5,761	102,5
	16.37	20	16,8	19,39	35,03	2,270	8,674	6,069	107,4
	16.42	46	16,8	19,36	34,97	2,350	9,200	6,437	113,9
B-16	17.28	1	18,4	19,40	35,05	2,350	9,495	6,643	120,7
	17.32	21	18,3	19,40	35,05	2,340	9,305	6,510	119,4
				22.III.1960					
B-22	11.05	1	6,4	19,11	34,52	2,256	10,364	7,251	104,5
	11.10	17	6,3	19,14	34,58	2,250	10,457	7,316	105,3
B-13	13.45	1	6,8	19,11	34,52	2,220	10,968	7,674	111,7
	15.30	11	6,8	19,10	34,51	2,268	10,351	7,242	105,4
B-14	15.00	1	7,8	19,44	35,12	2,412	10,262	7,180	107,2
	15 05	20	7,8	19,48	35,19	2,394	10,290	7,199	107,4
	16 10	26	7,8	19,44	35,12	2,404	10,201	7,137	106,5
B-15	16 15	1	8,5	19,55	35,32	2,422	9,826	6,875	104,5
	16 20	20	8,3	19,55	35,32	2,382	10,149	7,101	107,3
	17.25	40	8,3	19,55	35,32	2,416	9,916	6,938	104,8
	16.30	49	8,3	19,50	35,23	2,412	9,844	6,887	104,0
B-16	17.17	1	7,8	19,41	35,07	2,376	9,902	6,928	103,4
	17.22	23	7,7	19,41	35,07	2,380	10,324	7,223	107,6

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité ‰	Salinité ‰	Alcalinité ml HCl N ‰	Oxygène		
							mg	ml	%
				28.IV.1960					
B-22	10.59	1	9,8	18,21	32,90	2,488	9,313	6,516	99,8
	11.05	14	9,7	18,26	32,99	2,454	9,206	6,441	98,3
B-13	14.02	1	9,8	19,17	34,63	2,392	9,692	6,781	105,1
	14.10	16	9,7	19,17	34,63	2,380	9,226	6,455	99,9
B-14	15.48	1	9,4	19,18	34,65	2,366	9,835	6,881	105,9
	15.54	20	9,4	19,18	34,65	2,366	8,567	5,994	92,2
	16.00	30	9,4	19,10	34,51	2,416	8,130	5,688	87,6
B-15	17.10	1	9,3	19,32	34,90	2,380	9,385	6,566	101,0
	17.15	20	9,3	19,34	34,94	2,404	9,542	6,676	102,7
	17.20	45	9,4	19,34	34,94	2,396	9,268	6,484	99,9
B-16	17.59	1	9,2	19,17	34,63	2,404	9,741	6,815	104,7
	18.05	20	9,2	19,28	34,83	2,382	10,047	7,029	108,0
				16.V.1960					
B-22	10.35	1	13,3	18,68	33,75	2,450	8,589	6,009	99,0
	10.40	15	12,7	18,85	34,05	2,402	10,184	7,125	116,4
B-13	13.00	1	12,3	18,97	34,27	2,492	8,922	6,242	101,3
	13.05	11	12,3	18,97	34,27	2,400	8,353	5,844	94,9
B-14	14.05	1	11,0	19,26	34,79	2,376	11,223	7,852	124,8
	14.10	20	10,9	19,21	34,70	2,374	9,714	6,796	107,9
	14.15	29	10,9	19,21	34,70	2,396	9,268	6,480	102,9
B-15	15.05	1	10,6	19,34	34,94	2,386	9,828	6,876	108,6
	15.10	20	10,6	19,35	34,96	2,404	9,858	6,897	109,0
	15.15	43	10,6	19,35	34,96	2,400	10,793	7,551	119,3
B-16	15.45	1	10,5	19,31	34,88	2,394	10,301	7,207	113,5
	15.50	17	10,5	19,31	34,88	2,398	11,492	8,040	126,8
				4.VII.1960					
B-22	10.48	1	17,2	18,26	32,99	2,390	9,000	6,297	110,7
	10.53	15	17,1	18,02	32,56	2,450	9,192	6,431	112,6
B-13	13.30	1	17,0	19,00	34,33	2,370	9,170	6,416	113,4
	13.35	14	16,7	19,08	34,47	2,290	8,772	6,137	102,5
B-14	14.37	1	16,1	18,29	34,83	2,348	8,440	5,905	102,7
	14.42	26	15,8	19,28	34,83	2,336	—	—	—
B-15	15.44	1	15,8	19,18	34,65	2,312	8,694	6,083	105,4
	15.49	20	15,3	19,18	34,65	2,300	8,726	6,105	104,9
	15.54	42	15,3	19,26	34,79	2,302	8,627	6,036	103,9
B-16	16.14	1	15,8	19,15	34,60	2,354	—	—	—
	16.19	17	15,3	19,15	34,60	2,356	8,622	6,032	103,6
				2.VIII.1960					
B-22	9.50	1	18,1	19,18	34,65	2,344	8,404	5,880	106,1
	9.55	18	17,9	19,21	34,70	2,362	8,451	5,913	106,3
B-13	12.40	1	18,0	19,15	34,60	2,314	8,168	5,175	103,0
	12.45	16	17,8	19,15	34,60	2,344	7,741	5,416	97,2
B-14	13 55	1	17,0	19,22	34,72	2,266	8,430	5,898	104,4
	14.00	20	16,9	19,27	34,81	2,340	8,163	5,711	101,1
	14.05	28	16,9	19,26	34,79	2,348	8,140	5,695	100,8
B-15	15.05	1	16,9	19,25	34,78	2,336	8,456	5,916	104,7
	15.10	20	16,3	19,27	34,81	2,340	8,469	5,925	103,8
	15.15	40	16,3	19,27	34,81	2,360	8,423	5,893	103,2
	15 20	46	16,2	19,27	34,81	2,328	8,547	5,980	104,5
B-16	16.10	1	17,3	19,22	34,72	2,376	8,088	5,659	100,7
	16.15	22	17,1	19,18	34,65	2,356	8,320	5,821	103,2

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo	Oxygène		
							mg	ml	%
				8.IX.1960					
B-22	9.40	1	17,0	19,02	34,36	2,420	8,859	6,198	109,5
	9.45	14	17,0	19,01	34,34	2,340	8,952	6,263	110,7
B-13	12.03	1	17,5	19,02	34,36	2,352	10,105	7,070	126,0
	12.08	16	17,4	18,97	34,27	2,336	9,642	6,746	120,0
B-14	13.22	1	17,5	19,12	34,54	2,292	8,152	5,703	101,7
	13.27	20	17,5	19,10	34,51	2,292	9,310	6,514	114,3
	13.33	33	17,4	19,12	34,54	2,330	10,505	7,350	128,7
B-15	14.45	1	17,0	19,20	34,69	2,294	8,001	5,598	99,1
	14.50	20	16,9	19,17	34,63	2,390	8,704	6,789	119,9
	14.56	40	16,9	19,22	34,72	2,290	9,392	6,571	116,3
	15.01	48	16,9	19,27	34,81	2,290	8,794	6,153	108,9
B-16	16.14	1	17,2	19,12	34,54	2,298	8,879	6,212	108,6
	16.19	20	17,2	19,22	34,72	2,302	9,059	6,338	112,8
				17.X.1960					
B-22	11.00	1	12,6	18,82	34,00	2,350	8,807	6,162	100,5
	11.05	19	12,6	18,79	33,95	2,278	8,474	5,929	96,7
B-13	14.00	1	13,4	19,10	34,51	2,330	9,744	6,817	113,1
	14.05	15	13,4	18,05	34,42	2,292	9,523	6,663	110,3
B-14	15.25	1	14,8	19,32	34,90	2,288	8,494	5,943	101,4
	15.30	20	14,8	19,22	34,72	2,298	9,082	6,354	108,4
	15.35	29	14,8	19,25	34,78	2,288	9,013	6,306	107,6
B-15	16.25	1	14,8	19,32	34,90	2,328	9,798	6,855	117,0
	16.30	20	14,8	19,28	34,83	2,230	8,226	5,755	98,2
	16.35	45	14,8	19,31	34,88	2,296	8,213	5,746	98,1
B-16	17.20	1	13,5	19,18	34,65	2,290	8,397	5,875	97,8
	17.25	18	13,5	—	—	—	8,043	5,627	92,4
				8.XI.1960					
B-22	11.04	1	11,0	16,70	30,17	2,528	—	—	—
	11.08	15	11,6	18,51	33,44	2,334	—	—	—
B-13	13.40	1	12,0	18,62	33,64	2,340	8,860	6,199	99,7
	13 44	21	12,1	18,67	33,73	2,326	—	—	—
B-14	15.03	1	13,2	19,16	34,61	2,288	9,419	6,590	108,9
	15.07	20	13,3	19,17	34,63	2,282	—	—	—
	15.11	29	13,4	19,17	34,64	2,282	—	—	—
B-15	16.20	1	13,8	19,16	34,61	2,296	9,605	6,720	112,4
	16.24	20	13,9	19,17	34,63	2,300	—	—	—
	16 29	40	13,9	19,22	34,72	2,280	—	—	—
	16 36	47	13,9	19,26	34,79	2,292	—	—	—
B-16	17.29	1	13,1	19,15	34,60	2,282	9,981	6,983	115,2
	17.33	21	13,1	19,21	34,70	2,288	—	—	—
				12.XII.1960					
B-22	11.40	1	8,6	19,01	34,34	2,424	9,235	6,461	97,5
	11.45	17	8,6	19,06	34,43	2,420	9,568	6,694	100,9
B-13	14.15	1	9,0	17,79	32,14	2,448	9,053	6,334	94,8
	14.20	13	9,6	18,49	33,40	2,372	8,732	6,109	93,4
B-14	15.20	1	10,5	18,89	34,13	2,300	9,105	6,370	98,0
	15.25	20	10,6	18,94	34,22	2,330	8,840	6,185	97,1
	15.30	29	10,6	18,92	34,18	2,324	9,002	6,298	98,9

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo	Oxygène		
							mg	ml	%
B-15	16.25	1	11,2	19,22	34,72	2,334	8,770	6,136	97,9
	16.30	20	11,3	19,23	34,74	2,304	8,760	6,129	98,1
	16.35	37	11,3	19,28	34,83	2,274	8,539	5,974	95,6
B-16	17.15	1	9,6	18,74	33,86	2,274	9,043	6,327	97,0
	17.20	19	10,4	18,93	34,20	2,272	9,119	6,380	99,8
				17.I.1961					
B-22	11.29	1	5,4	17,93	32,39	2,350	10,261	7,179	99,7
	11.34	16	5,5	18,10	32,70	2,344	10,600	7,416	103,4
B-13	14.55	1	6,5	18,50	33,42	2,280	11,167	7,813	112,0
	15.00	18	6,5	18,50	33,42	2,280	9,754	6,824	97,9
B-14	16.20	1	7,9	18,94	34,22	2,248	9,905	6,510	97,0
	16.25	26	7,9	18,99	34,31	2,284	—	—	—
B-15	17.22	1	8,1	19,13	34,56	2,204	9,591	6,710	110,3
	17.27	20	8,3	19,13	34,56	2,228	9,714	6,796	102,7
	17.34	44	8,3	19,14	34,58	2,244	10,177	7,120	107,6
B-16	18.18	1	7,3	18,65	33,69	2,280	9,452	6,613	96,5
	18.23	16	7,4	18,80	33,96	2,268	10,494	7,342	107,8
				14.II.1961					
B-22	11.25	1	7,2	18,65	33,69	2,354	10,650	7,451	108,6
	11.30	18	7,2	18,69	33,77	2,362	10,244	7,167	104,6
B-13	14.35	1	7,4	18,69	33,77	2,390	10,162	7,110	104,3
	14.40	16	7,3	18,69	33,77	2,384	10,352	7,243	105,9
B-14	15.40	1	8,2	19,09	34,49	2,338	9,982	6,984	104,7
	15.45	24	8,0	19,13	34,56	2,354	9,772	6,837	102,0
B-15	16.15	1	8,6	19,47	35,17	2,342	9,642	6,746	102,6
	16.20	20	8,6	19,48	35,19	2,324	10,317	7,218	109,5
	16.25	34	8,6	19,48	35,19	2,332	9,355	6,545	99,3
B-16	17.35	1	7,9	19,14	34,58	2,326	9,732	6,809	101,5
	17.40	20	7,9	19,16	34,61	2,326	10,132	7,089	105,6
				16.III.1961					
B-22	11.48	1	8,6	18,68	33,75	2,412	10,538	7,373	110,7
	11.53	14	8,5	18,68	33,75	2,410	10,878	7,611	114,1
B-13	15.09	1	8,6	18,58	33,57	2,344	10,497	7,344	110,1
	15.13	20	8,5	18,60	33,60	2,352	10,921	7,641	114,4
B-14	16.19	1	8,8	18,91	34,16	2,256	9,712	6,795	102,7
	16.23	25	8,6	18,92	34,18	2,276	9,531	6,668	100,4
B-15	17.11	1	8,8	19,24	34,76	2,244	9,648	6,750	102,6
	17.15	20	8,7	19,24	34,76	2,272	10,648	7,450	113,1
	17.20	35	8,7	19,29	34,85	2,280	9,735	6,811	103,5
B-16	17.46	1	8,9	19,40	35,05	2,280	9,911	6,934	105,7
	17.50	23	8,8	19,38	35,01	2,288	9,954	6,964	106,0
				10.IV.1961					
B-22	11.17	1	9,9	18,56	33,53	2,388	10,753	7,523	115,9
	11.21	15	9,8	18,60	33,60	2,376	10,684	7,475	114,8
B-13	13.56	1	9,7	18,40	33,24	2,408	10,127	7,085	108,8
	14.01	12	9,7	18,35	33,15	2,446	10,918	7,639	117,0

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo	Oxygène		
							mg	ml	%
B-14	15.05	1	9,5	18,69	33,77	2,364	10,271	7,186	110,0
	15.09	20	9,5	18,77	33,91	2,364	—	—	—
	15.14	26	9,4	18,77	33,91	2,394	9,816	6,868	105,0
B-15	16.16	1	9,5	19,06	34,43	2,364	10,071	7,046	108,2
	16.20	20	9,4	19,13	34,56	2,372	9,801	6,857	105,3
	16.25	40	9,3	19,11	34,52	2,364	10,124	7,083	108,6
	16.30	47	9,3	19,11	34,52	2,368	9,671	6,766	103,8
B-16	17.05	1	9,3	18,99	34,31	2,372	9,386	6,567	100,6
	17.09	17	9,3	19,00	34,33	2,370	9,395	6,573	100,7
				25.V.1961					
B-22	11.00	1	14,4	16,93	30,59	2,532	8,804	6,160	101,7
	11.05	13,5	13,9	16,93	30,59	2,526	8,391	5,871	95,8
B-13	13.45	1	13,8	19,03	34,38	2,396	8,444	5,908	98,6
	13.50	16	13,6	19,03	34,38	2,350	9,148	6,400	106,5
B-14	14.55	1	13,1	—	—	—	9,002	6,298	—
	15.00	20	12,9	19,25	34,78	2,312	8,689	6,079	100,1
	15.05	28	12,9	19,10	34,51	2,310	8,915	6,237	102,6
B-15	16.45	1	12,9	19,12	34,54	2,302	10,377	7,260	119,4
	16.50	20	12,6	19,15	34,60	2,314	8,923	6,243	102,2
	16.55	40	12,6	19,15	34,60	2,300	8,957	6,267	102,6
	17.00	51	12,5	19,13	34,56	2,370	9,368	6,554	107,1
B-16	18.00	1	13,5	18,88	34,11	2,380	9,220	6,451	106,9
	18.05	21	13,5	18,91	34,16	2,392	8,840	6,185	102,6
				14.VI.1961					
B-22	11.10	1	15,0	17,93	32,39	2,456	8,683	6,073	102,4
	11.15	15	14,9	18,04	32,68	2,456	9,389	6,567	110,6
B-13	14.35	1	14,7	18,66	33,71	2,366	8,470	5,924	100,2
	14 40	14	14,6	18,66	33,71	2,392	9,472	6,625	111,9
B-14	16.05	1	13,9	19,10	34,51	2,320	8,624	6,032	101,0
	16.10	20	13,9	19,09	34,49	2,324	8,445	5,907	98,9
	16.15	30	13,8	19,06	34,43	2,320	9,270	6,484	108,2
B-15	17.30	1	13,7	19,20	34,69	2,346	8,472	5,926	99,0
	17.55	20	13,7	19,24	34,76	2,350	8,864	6,200	103,7
	17.40	40	13,6	19,21	34,70	2,296	8,475	5,928	99,0
	17.45	53	13,6	19,24	34,76	2,304	8,595	6,012	100,4
B-16	18.30	1	13,9	19,10	34,51	2,302	8,707	6,097	102,1
	18.35	20	13,9	19,14	34,58	2,306	8,071	5,645	94,6
				25.VII.1961					
B-22	10.55	1	17,8	18,64	33,68	2,576	7,462	5,221	93,4
	11.00	13	17,6	18,64	33,68	2,444	7,575	5,300	94,3
B-13	14 05	1	17,9	19,03	34,38	2,420	8,184	5,726	102,9
	14 10	12	17,8	19,12	34,54	2,392	7,747	5,420	97,3
B-14	15.20	1	17,3	19,21	34,70	2,362	9,138	6,393	113,8
	15.25	20	17,2	19,23	34,74	2,370	8,107	5,672	100,9
	15.30	27	17,2	19,36	34,97	2,372	7,981	5,584	99,5
B-15	16.30	1	16,8	19,27	34,81	2,380	8,084	5,656	99,9
	16 35	20	16,6	19,27	34,81	2,368	10,108	7,072	124,5
	16 40	40	16,6	19,28	34,83	2,372	9,156	6,406	112,8
	15.45	51	16,6	19,28	34,83	2,362	9,782	6,844	120,5
B-16	17.20	1	16,9	19,21	34,70	2,354	7,635	5,342	94,5
	17.25	19	16,9	19,23	34,74	2,366	8,593	6,012	106,6

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/₀₀	Salinité °/₀₀	Alcalinité ml HCl N °/₀₀	Oxygène mg	Oxygène ml	Oxygène %
				30.VIII.1961					
B-22	10.53	1	18,2	19,08	34,47	2,402	8,507	5,952	107,4
	11.03	13	18,2	19,07	34,45	2,392	8,813	6,166	111,5
B-13	13.31	1	17,0	19,16	34,61	2,366	8,501	5,948	107,2
	13.35	20	18,1	19,13	34,56	2,352	8,270	5,786	104,4
B-14	14.54	1	17,8	19,23	34,83	2,338	8,576	6,000	107,7
	14.59	20	17,6	19,33	34,92	2,328	7,834	5,481	98,6
	15.04	30	17,6	19,37	34,99	2,324	8,269	5,785	103,9
B-15	16.21	1	17,4	19,40	35,05	2,290	8,167	5,714	102,2
	16.25	20	17,2	19,41	35,07	2,210	7,874	5,509	98,2
	16.29	40	17,1	19,41	35,07	2,264	7,941	5,556	98,9
	16.34	54	17,1	19,37	34,99	2,252	8,414	5,887	104,8
B-16	17.26	1	17,5	19,34	34,94	2,274	8,010	5,604	100,1
				25.IX.1961					
B-22	11.15	1	18,0	19,11	34,52	2,356	9,047	6,330	113,8
	11.20	17	18,0	19,05	34,42	2,340	8,051	5,633	101,3
B-13	14.45	1	18,1	19,04	34,40	2,360	8,794	6,153	110,7
	14.50	20	18,1	19,09	34,49	2,424	10,055	7,035	127,0
B-14	16.10	1	17,8	19,20	34,69	2,328	10,081	7,053	126,6
	16.15	20	17,8	19,22	34,72	2,328	10,193	7,132	128,3
	16.20	29	17,8	19,20	34,69	2,336	9,229	6,457	116,1
B-15	17.30	1	17,5	19,29	34,58	2,308	8,048	5,631	100,7
	17.35	20	17,5	19,34	34,94	2,300	8,500	5,947	106,4
	17.40	40	17,5	19,34	34,94	2,300	—	—	—
	17.45	50	17,5	19,30	34,87	2,308	8,256	5,776	103,3
B-16	18.15	1	17,5	19,34	34,94	2,296	8,381	5,864	104,9
	18.20	19	17,5	19,34	34,94	2,344	8,421	5,892	105,4
				30.X.1961					
B-22	10.40	1	12,8	18,85	34,05	2,254	—	—	—
	10.43	8	12,8	18,85	34,05	2,256	—	—	—
B-13	13.11	1	13,3	18,83	34,02	2,256	9,129	6,387	105,3
	13.15	14	13,2	18,83	34,02	2,250	—	—	—
B-14	14.25	1	14,9	19,24	34,76	2,230	8,373	5,858	100,1
	14.31	20	14,9	19,28	34,83	2,240	—	—	—
	14.36	28	14,9	19,28	34,83	2,232	—	—	—
B-15	15.45	1	15,2	19,29	34,85	2,226	8,602	6,018	103,4
	15.49	20	15,2	19,34	34,94	2,222	8,191	5,731	98,5
	15.55	40	15,2	19,34	34,94	2,232	8,350	5,842	100,4
	16 00	53	15,2	19,35	34,96	2,226	8,845	6,188	106,3
B-16	16.43	1	14,6	19,33	34,92	2,250	8,443	5,907	98,6
	16.50	23	14,6	19,30	34,87	2,262	8,720	6,101	103,8
				23.XI.1961					
B-22	11.15	1	7,7	17,87	32,29	2,304	9,742	6,816	99,4
	11.20	11	7,8	17,88	32,30	2,302	9,488	6,638	97,0
B-13	14.40	1	8,8	18,48	33,39	2,324	9,498	6,645	100,0
	14 45	20	8,9	18,47	33,37	2,316	9,652	6,753	101,5
B-14	16 05	1	11,4	19,24	34,76	2,308	10,720	7,500	120,2
	16 10	20	11,4	19,24	34,76	2,350	9,745	6,818	109,3
	16,15	31	11,4	19,24	34,76	2,352	9,865	6,902	110,6

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo	Oxygène		
							mg	ml	%
B-15	17.30	1	11,6	19,39	35,03	2,344	9,985	6,986	112,5
	17.35	20	11,6	19,34	35,94	2,342	9,541	6,675	107,3
	17.40	40	11,6	19,34	34,94	2,348	9,323	6,523	104,9
	17.45	52	11,6	19,34	34,94	2,332	9,233	6,460	103,9
B-16	18.15	1	10,7	19,29	34,85	2,340	9,565	6,692	105,7
	18.20	21	10,7	19,34	34,94	2,334	10,085	7,056	111,6
				29.I.1962					
B-22	11.06	1	6,4	18,42	33,28	2,452	11,795	8,252	118,0
	11.10	12	6,6	18,72	33,82	2,430	10,720	7,500	107,9
B-13	13.34	1	6,6	18,85	34,05	2,424	12,489	8,738	126,3
	13.38	11	6,7	18,90	34,14	2,400	9,985	6,986	101,1
B-14	14.44	1	8,2	19,44	35,12	2,352	10,302	7,208	108,6
	14.48	20	8,3	19,42	35,08	2,344	10,714	7,496	113,1
	14.52	27	8,3	19,47	35,17	2,344	10,039	7,024	105,9
B-15	15.54	1	7,7	19,29	34,85	2,344	10,139	7,094	105,6
	15.58	20	7,7	19,28	34,83	2,344	11,765	8,231	122,5
	16.02	40	7,7	19,29	34,85	2,330	11,969	8,374	124,6
	16.07	49	7,7	19,33	34,92	2,328	10,430	7,297	108,6
B-16	16.46	1	7,4	19,23	34,74	2,340	9,663	6,761	99,9
	16.50	22	7,6	19,35	34,96	2,330	9,846	6,889	102,2
				10.IV.1962					
B-22	10.40	1	6,9	18,78	33,93	2,364	9,866	6,903	100,1
	10.45	11	6,7	18,86	34,07	2,324	10,394	7,272	105,2
B-13	13.05	1	6,6	18,83	34,02	2,350	10,987	7,687	110,9
	13.10	13	6,5	18,87	34,09	2,362	10,555	7,385	106,4
B-14	14.15	1	6,4	19,36	34,97	2,330	9,912	6,935	100,4
	14.20	20	6,3	19,29	34,85	2,340	9,856	6,896	99,5
	14.25	31	6,3	19,37	34,99	2,346	10,388	7,268	105,0
B-15	15.40	1	7,1	19,60	35,41	2,344	9,686	6,777	99,8
	15.45	20	7,1	19,60	35,41	2,344	9,981	6,983	102,8
	15.50	40	7,1	19,55	35,32	2,326	9,808	6,862	101,1
	15.55	53	7,1	19,64	35,48	2,356	10,255	7,175	105,8
B-16	16.50	1	6,6	19,40	35,05	2,358	10,335	7,231	105,3
	16.55	20	6,6	19,40	35,05	2,358	10,089	7,129	106,6
				20.III.1963					
B-22	11.24	1	4,0	18,87	34,09	2,412	10,157	7,106	96,8
	11.29	15	3,9	18,87	34,09	2,412	11,453	8,013	108,9
B-13	14.00	1	3,7	19,12	34,54	2,382	11,493	8,041	109,1
	14 04	10	3,7	19,04	34,40	2,386	11,330	7,927	107,7
B-14	15.16	1	4,8	19,37	34,99	2,378	11,969	8,374	117,0
	15.20	20	4,7	19,37	34,99	2,368	11,690	8,179	113,9
	15.25	28	4,7	19,33	34,92	2,376	—	—	—
B-15	16 26	1	5,2	19,41	35,07	2,364	10,870	7,605	107,2
	16 30	20	5,1	19,41	35,07	2,340	10,322	7,222	101,7
	16 35	40	5,1	19,41	35,07	2,334	11,390	7,969	112,2
	16 40	47	5,1	19,39	35,03	2,374	10,252	7,173	101,0
B-16	17.25	1	4,7	19,37	34,99	2,376	—	—	—
	17.29	21	4,7	19,35	34,96	2,370	—	—	—

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/₀₀	Salinité °/₀₀	Alcalinité ml HCl N °/₀₀	Oxygène mg	Oxygène ml	Oxygène %
				20.V.1963					
B-22	11.10	1	11,1	19,03	34,38	2,450	9,806	9,861	108,7
	11.15	18	10,7	18,96	34,25	2,400	10,917	7,638	120,3
B-13	14.35	1	10,4	18,91	34,16	2,448	11,599	8,115	126,8
	14.40	13	10,4	18,91	34,16	2,416	11,933	8,349	130,5
B-14	15.45	1	9,6	19,35	34,96	2,340	10,874	7,608	109,4
	15.50	20	9,5	19,20	34,69	2,366	11,547	8,079	124,7
	15.55	30	9,5	19,19	34,67	2,348	12,319	8,619	133,6
B-15	16.45	1	9,3	19,23	34,74	2,352	11,061	7,739	118,9
	16.50	20	9,3	19,25	34,78	2,388	11,432	7,998	123,0
	16.55	40	9,3	19,25	34,78	2,372	10,714	7,496	115,3
	17.00	51	9,3	19,28	34,83	2,368	19,761	7,529	115,8
B-16	17.35	1	9,4	19,25	34,78	2,366	10,735	7,511	115,6
	17.40	22	9,4	19,28	34,83	2,370	12,075	8,448	130,2
				2.VII.1963					
B-22	11.00	1	14,7	19,18	34,65	2,314	8,684	6,076	103,3
	11.04	14	14,6	18,94	34,22	2,464	7,785	5,447	92,3
B-13	14 02	1	14,0	19,08	34,47	2,320	8,370	5,856	98,1
	14 07	13	13,8	19,12	34,54	2,308	8,672	6,067	101,5
B-14	15,13	1	13,3	19,33	34,92	2,310	8,670	6,066	100,8
	15.17	20	13,1	19,44	35,12	2,264	8,790	6,150	102,0
	15.21	26	13,1	19,33	34,92	2,308	8,576	6,000	99,3
B-15	16 14	1	12,7	19,46	35,16	2,282	10,588	7,408	122,0
	16.18	20	12,6	19,52	35,26	2,250	10,067	7,043	115,8
	16 24	40	12,7	19,44	35,12	2,296	8,873	6,208	102,3
	16 28	47	12,8	19,44	35,12	2,268	8,896	6,224	102,7
B-16	17.12	1	13,0	19,37	34,99	2,202	8,470	5,926	98,0
	17.16	24	13,0	19,43	35,10	2,260	8,407	5,882	97,2
				6.VIII.1963					
B-22	10.30	1	18,8	19,06	34,43	2,364	9,388	6,568	119,6
	10.35	11	18,8	19,17	34,63	2,404	9,316	6,518	118,9
B-13	13.45	1	18,1	19,23	34,74	2,328	10,154	7,104	128,5
	13.50	16	18,0	19,18	34,65	2,354	9,228	6,456	116,3
B-14	15.15	1	16,3	19,22	34,81	2,254	8,706	6,091	106,3
	15.20	20	16,2	19,27	34,81	2,286	9,825	6,874	120,2
	15.25	30	16,2	19,29	34,85	2,284	8,316	5,818	101,7
B-15	16.40	1	16,0	19,42	35,08	2,282	8,589	6,009	104,9
	16.45	20	15,9	19,44	35,12	2,334	8,589	6,009	104,7
	16.50	40	15,7	19,44	35,12	2,312	8,401	5,878	102,0
	16 55	49	15,7	19,38	35,01	2,280	9,958	6,967	120,9
B-16	16.55	1	16,5	19,49	35,21	2,282	8,167	4,174	100,6
	18.00	22	16,3	19,33	34,92	2,290	8,154	5,705	99,0
				17.IX.1963					
B-22	10.49	1	16,2	18,60	33,60	2,384	9,418	6,589	114,6
	10.53	11	16,1	18,67	33,73	2,448	8,101	5,668	98,2

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo	Oxygène		
							mg	ml	%
				7.I.1964					
B-22	11.15	1	3,8	18,55	33,51	2,408	9,042	6,326	85,4
	11.19	13	3,9	18,69	33,77	2,408	9,841	6,885	93,7
B-13	13.56	1	4,1	18,38	33,21	2,408	9,569	6,695	90,8
	14.00	10	4,1	18,69	33,77	2,446	9,290	6,500	88,6
B-14	15.13	1	6,9	19,16	34,61	2,320	9,236	6,462	94,3
	15.17	20	6,9	19,05	34,42	2,328	8,813	6,166	89,9
	15.22	26	6,9	19,15	34,60	2,330	10,262	7,180	104,8
B-15	16.25	1	6,6	19,25	34,78	2,246	9,799	6,856	99,5
	16.29	20	6,9	19,31	34,88	2,304	9,463	6,621	96,8
	16.33	40	7,2	19,34	34,94	2,284	9,086	6,357	93,6
	16.38	47	7,2	19,35	34,96	2,276	8,589	6,009	88,5
B-16	17.27	1	6,6	19,26	34,79	2,258	9,289	6,499	94,3
	17.32	25	6,8	19,44	35,12	2,258	9,912	6,935	101,4
				12.V.1964					
B-22	11.05	1	11,6	18,88	34,11	2,372	10,846	7,588	121,4
	11.10	18	11,4	18,93	34,20	2,348	9,306	6,511	103,8
B-13	14.35	1	11,3	18,91	34,16	2,324	8,874	6,209	98,7
	14.40	17	11,3	18,88	34,11	2,394	9,202	6,438	102,5
B-14	16.00	1	10,4	19,07	34,45	2,390	8,989	6,289	98,6
	16.05	20	10,2	19,19	34,67	2,376	9,433	6,600	103,3
	16.10	29	10,2	19,28	34,83	2,352	7,675	5,370	84,0
B-15	17.15	1	10,2	19,29	34,85	2,400	10,381	7,263	115,5
	17.20	20	9,8	19,07	34,45	2,322	11,091	7,760	120,1
	17.25	40	9,8	19,19	34,67	2,332	10,883	7,614	118,0
	17.30	49	9,8	19,18	34,65	2,286	11,094	7,762	120,3
B-16	18.20	1	10,3	19,12	34,54	2,496	10,101	7,067	110,6
	18.25	19	10,2	19,04	34,40	2,344	10,111	7,074	110,4
				9.VI.1964					
B-22	11.28	1	15,2	18,86	34,07	2,440	10,122	7,082	121,1
	11.32	18	15,0	18,77	33,91	2,456	8,980	6,283	106,9
B-13	14.50	1	14,2	18,83	34,02	2,714	9,628	6,736	113,0
	14.54	16	14,1	18,85	34,05	2,386	8,955	6,265	104,9
B-14	16 08	1	12,9	19,03	34,38	2,362	10,122	7,082	116,3
	16.12	20	12,8	19,13	34,56	2,380	10,108	7,072	116,1
	16.17	28	12,8	19,11	34,52	2,330	9,948	6,960	114,3
B-15	17.13	1	12,1	19,25	34,78	2,346	11,410	7,983	129,6
	17.17	20	12,0	19,33	34,92	2,364	10,477	7,330	119,0
	17.22	40	12,0	19,23	34,74	2,312	11,161	7,809	126,6
	17.27	48	12,0	19,26	34,79	2,368	11,467	8,023	130,0
B-16	18.20	1	13,1	19,16	34,61	2,322	10,027	7,015	115,8
	18.24	20	13,0	19,19	34,67	2,360	9,648	6,750	111,4
				13.VII.1964					
B-22	11.05	1	16,4	19,01	24,34	2,720	11,444	8,007	140,0
	11.10	16	16,3	19,10	34,51	2,406	11,587	8,107	141,7
B-13	13 55	1	16,5	18,94	34,22	2,390	13,154	9,203	161,2
	14 00	17	16,4	18,94	24,22	2,310	10,490	7,339	128,3
B-14	15.25	1	15,4	19,19	34,67	2,266	11,800	8,256	142,1
	15.30	20	15,3	19,31	34,88	2,493	12,765	8,931	153,2
	15.35	35	15,0	19,28	34,79	2,320	11,942	8,355	129,9

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité ‰	Salinité ‰	Alcalinité ml HCl N ‰	Oxygène		
							mg	ml	%
B-15	16.55	1	14,5	19,45	35,14	2,362	10,721	7,501	127,6
	17.00	20	14,4	19,40	35,05	2,604	10,846	7,588	128,6
	17.05	40	14,4	19,45	35,14	2,366	13,658	9,556	162,2
	17.10	53	14,4	19,55	35,32	2,370	11,622	8,131	138,0
B-16	18.20	1	15,6	19,33	34,92	2,374	13,647	9,548	165,2
	18.25	20	15,4	19,38	35,01	2,364	12,665	8,861	153,0
				11.VIII.1964					
B-22	11.15	1	18,7	18,97	34,27	2,378	7,923	5,543	100,8
	11.20	16	18,6	18,90	34,14	2,386	7,590	5,310	96,2
B-13	14.05	1	18,5	18,87	34,09	2,410	9,411	6,584	119,3
	14.10	18	18,4	18,89	34,13	2,406	7,994	5,593	101,1
B-14	15.30	1	17,5	19,06	34,42	2,350	10,057	7,036	125,4
	15.35	20	17,5	19,02	34,36	2,354	8,331	5,829	103,9
	15.40	34	17,5	18,96	34,25	2,350	9,645	6,748	120,3
B-15	17.10	1	16,8	19,19	34,67	2,352	8,933	6,250	110,2
	17.15	20	16,7	19,29	34,85	2,346	8,416	5,888	103,8
	17.20	40	16,7	19,16	34,61	2,340	8,634	6,041	106,4
	17.25	59	16,7	19,15	34,60	2,344	8,118	5,680	100,0
B-16	18.30	1	17,4	19,14	34,58	2,354	10,368	1,254	129,3
	18.35	19	17,3	19,05	34,42	2,350	8,007	5,602	99,5
				20.X.1964					
B-22	11.29	1	13,2	19,06	34,43	2,310	9,555	6,685	110,3
	11.33	18	13,2	19,05	34,42	2,336	8,064	5,642	93,1
B-13	14.58	1	13,4	18,84	34,04	2,336	8,453	5,914	97,8
	15.02	19	13,4	18,86	34,07	2,400	8,350	5,842	96,6
B-14	16.13	1	14,6	19,30	34,87	2,340	8,097	5,665	96,2
	16.17	26	14,7	19,14	34,58	2,352	—	—	—
B-15	17.10	1	14,9	19,24	34,76	2,344	8,793	6,152	105,2
	17.14	20	14,9	19,30	34,87	2,314	8,683	6,075	103,8
	17.18	40	14,9	19,26	34,79	2,352	9,369	6,555	112,1
	17.23	49	14,9	19,32	34,90	2,346	8,106	5,671	96,9
B-16	18.24	1	14,1	19,26	34,79	2,338	8,706	6,091	102,5
	18.28	20	14,1	19,28	34,83	2,342	9,162	6,410	107,9
				20.V.1965					
B-22	11.00	1	12,2	18,92	34,18	2,322	9,132	6,389	102,4
	11 05	14	12,2	18,96	34,25	2,270	8,763	6,131	99,4
B-13	13 30	1	11,8	18,87	34,09	2,330	9,003	6,229	101,3
	13 35	12	11,7	18,87	34,09	2,268	9,539	6,674	106,9
B-14	14 55	1	10,7	19,16	34,61	2,388	11,283	7,894	124,9
	15 00	20	10,5	19,16	34,61	2,364	10,118	7,079	111,3
B-15	16 10	1	10,2	19,25	34,78	2,356	9,895	6,923	108,3
	16 15	20	10,0	19,29	34,85	2,338	10,027	7,015	109,4
	16 20	40	10,0	19,33	34,92	2,368	10,280	7,192	112,2
	16 25	50	10,0	19,53	35,28	2,310	10,966	7,672	120,1
B-16	17.40	1	10,5	19,21	34,70	2,352	9,872	6,907	108,1
	17.45	21	10,5	19,25	34,97	2,340	10,302	7,208	113,5

TABLEAU ANNEXE 7 (*suite*).

Stations	Heure	Profondeur m	Température °C	Chlorinité °/oo	Salinité °/oo	Alcalinité ml HCl N °/oo	Oxygène		
							mg	ml	%
				6.VII.1965					
B-22	11.15	1	15,9	18,93	34,20	2,434	12,596	8,813	153,0
	11.20	15	15,8	19,06	34,43	2,434	9,965	6,972	120,6
B-13	14.05	1	15,3	19,03	34,38	2,388	9,952	6,963	119,4
	14.10	21	15,2	18,98	34,29	2,400	11,705	8,189	140,2
				17.VIII.1965					
B-22	10.41	1	18,2	19,01	34,34	2,386	9,272	6,487	117,0
	10.45	10	18,2	18,86	34,07	2,426	9,736	6,812	122,7
B-13	13.13	1	17,9	18,76	33,89	2,438	10,591	7,410	132,8
	13.17	11	17,8	18,77	33,91	2,418	10,041	7,025	125,4
B-14	14.39	1	16,6	18,83	34,02	2,346	9,422	6,592	115,4
	14.42	20	16,5	19,00	34,33	2,346	9,955	6,965	122,0
	14.46	28	16,5	18,93	34,20	2,352	10,668	4,464	130,7
B-15	15.54	1	16,2	19,07	34,45	2,338	9,160	6,409	111,7
	15.58	20	16,1	19,13	34,56	2,380	9,503	6,649	115,8
	16.02	40	16,1	19,04	34,40	2,356	10,315	7,217	125,7
	16 07	48	16,1	19,13	34,56	2,350	10,641	7,445	129,7
B-16	17.00	1	16,3	19,04	34,40	2,362	8,997	6,295	109,9
	17.04	24	16,3	19,09	34,49	2,372	9,866	6,903	120,7
				22.IX.1965					
B-22	11.14	1	16,3	18,87	34,09	2,458	8,269	5,785	100,8
	11.17	15	15,7	18,87	34,09	2,432	8,995	6,293	108,5
B-13	14.26	1	16,0	18,87	34,09	2,412	8,929	6,247	108,3
	14.29	14	15,9	18,82	34,00	2,386	8,753	6,124	106,0
B-14	15.33	1	16,1	19,14	34,58	2,378	8,643	6,047	105,3
	15.37	20	15,9	19,14	34,58	2,388	9,385	6,566	114,0
	15.42	26	15,9	19,19	34,67	2,390	8,416	5,888	102,2
B-15	16.50	1	15,9	19,46	35,16	2,350	9,086	6,357	110,7
	16.53	20	15,7	19,46	35,16	2,356	10,485	7,336	127,4
	16.57	40	15,7	19,54	35,30	2,342	9,892	6,921	120,4
	17.01	48	15,7	19,56	35,34	2,356	9,215	6,447	112,1
B-16	17.49	1	15,8	19,19	34,67	2,384	10,707	7,491	129,8
	17.53	14	15,8	19,29	34,85	2,376	9,894	6,922	120,2

Tableau annexe 8.

Table de conversion.

Facteurs analytiques avec leurs logarithmes d'après F. W. Kuster-A. Thiel (1929) recalculés d'après K. Rauscher, J. Voigt, I. Wilke et K.-Th. Wilke (1962).

Cherché	Trouvé	Facteur	lg
Cl	NaCl	0,60664	78 293
CO_2	$CaCO_3$ CaO	0,43971 0,78479	64 317 89 475
CO_3	CO_2	1,36355	13 466
Ca	$CaCO_3$ CaO $CaSO_4$	0,40044 0,71469 0,29438	60 253 85 411 46 891
$CaCO_3$	CO_2 CaO	2,27420 1,78477	35 683 25 158
CaO	CO_2 $CaCO_3$	1,27423 0,56030	10 525 74 842
K	K_2O	0,83015	91 916
Mg $MgCO_3$	MgO MgO	0,60317 2,09152	78 044 32 046
NO_3 N	N_2O_5 NO_3	1,14813 0,22591	05 999 35 394
Na NaCl	NaCl Cl	0,39336 1,64842	59 479 21 707
PO_4 P P	P_2O_5 PO_4 P_2O_5	1,33815 0,32614 0,43642	12 651 51 340 63 990
SO_3 SO_4	SO_4 SO_3	0,83345 1,19984	92 088 07 912
Si SiO_3 SiO_4	SiO_2 SiO_2 SiO_2	0,46747 1,26627 1,53253	66 975 10 252 18 541

TABLEAU ANNEXE 8 (*suite*).

Conversion de mg en µg-at pour les corps principaux.
Conversion de mg en µg-at pour les substances principales envisagées dans ce mémoire.

$$\text{mg } NO_3/l \times \frac{1.000 \times 14}{62} = 225{,}80 \text{ µg-at/l N}$$

$$\text{mg } NO_2/l \times \frac{1.000 \times 14}{46} = 304{,}34 \text{ µg-at/l N}$$

$$\text{mg } NH_3/l \times \frac{1.000 \times 14}{17} = 823{,}52 \text{ µg-at/l N}$$

$$\text{mg } SO_4/l \times \frac{1.000 \times 32{,}07}{96{,}07} = 333{,}81 \text{ µg-at/l S}$$

$$\text{mg } PO_4/l \times \frac{1.000 \times 30{,}98}{94{,}98} = 326{,}17 \text{ µg-at/l P}$$

Conversion de mg en millimoles pour les substances principales envisagées dans ce mémoire.

$$\text{mg } NO_3/l \times \frac{1}{62} = 0{,}01612 \text{ mmol } NO_3/l$$

$$\text{mg } NO_2/l \times \frac{1}{46} = 0{,}02173 \text{ mmol } NO_2/l$$

$$\text{mg } NH_3/l \times \frac{1}{17} = 0{,}05882 \text{ mmol } NH_3/l$$

$$\text{mg } SO_4/l \times \frac{1}{96{,}07} = 0{,}01040 \text{ mmol } SO_4/l$$

$$\text{mg } PO_4/l \times \frac{1}{94{,}98} = 0{,}01052 \text{ mmol } PO_4/l$$

TABLEAU ANNEXE 9.

Table de conversion de la salinité en D.C.I.
(Influence côtière.)

S °/₀₀	D.C.I.	S °/₀₀	D.C.I.
15,0	2,31	25,8	1,99
15,5	2,30	26,0	1,98
16,0	2,29	26,2	1,97
16,5	2,28	26,4	1,96
17,0	2,27	26,6	1,95
17,5	2,26	26,8	1,94
18,0	2,24	27,0	1,93
18,5	2,23	27,2	1,92
19,0	2,22	27,4	1,91
19,5	2,21	27,6	1,90
20,0	2,20	27,8	1,89
20,5	2,18	28,0	1,87
21,0	2,17	28,2	1,86
21,5	2,15	28,4	1,85
22,0	2,13	28,6	1,84
22,5	2,12	28,8	1,82
23,0	2,10	29,0	1,81
23,5	2,08	29,2	1,80
24,0	2,06	29,3	1,79
24,5	2,04	29,4	1,78
25,6	2,00	29,5	1,78

TABLEAU ANNEXE 9 (*suite*).

S °/oo	D.C.I.	S °/oo	D.C.I.
29,6	1,77	34,72	0,89
29,7	1,76	34,74	0,88
29,8	1,76	34,76	0,87
29,9	1,75	34,78	0,86
30,0	1,74	34,80	0,85
30,1	1,74	34,82	0,83
30,2	1,73	34,84	0,82
30,3	1,72	34,86	0,81
30,4	1,71	34,88	0,79
30,5	1,70	34,90	0,78
30,6	1,69	34,91	0,77
30,7	1,68	34,92	0,76
30,8	1,67	34,93	0,76
30,9	1,66	34,94	0,75
31,0	1,65	34,95	0,74
31,1	1,64	34,96	0,74
31,2	1,63	34,97	0,73
31,3	1,62	34,98	0,72
31,4	1,61	34,99	0,71
31,5	1,60	35,00	0,70
31,6	1,59	35,01	0,69
31,7	1,58	35,02	0,68
31,8	1,57	35,03	0,67
31,9	1,56	35,04	0,66
31,0	1,54	35,05	0,65
32,1	1,53	35,06	0,64
32,2	1,52	35,07	0,63
32,3	1,51	35,08	0,62
32,4	1,50	34,09	0,61
32,5	1,49	35,10	0,60
32,6	1,47	35,11	0,59
32,7	1,54	35,12	0,58
32,8	1,44	35,13	0,57
23,9	1,42	35,14	0,56
33,0	1,40	35,15	0,54
33,1	1,38	35,16	0,53
33,2	1,36	35,17	0,52
33,3	1,34	35,18	0,51
33,4	1,32	35,19	0,50
33,5	1,30	35,20	0,49
33,6	1,28	35,21	0,47
33,7	1,26	35,22	0,45
33,8	1,23	35,23	0,44
33,9	1,21	35,24	0,42
34,0	1,18	35,25	0,40
34,1	1,15	35,26	0,38
34,2	1,12	35,27	0,36
34,3	1,08	35,28	0,34
34,4	1,04	35,29	0,32
34,5	1,00	35,30	0,30
34,50	1,00	35,31	0,28
34,52	0,99	35,32	0,26
34,54	0,98	35,33	0,23
34,56	0,97	35,34	0,21
34,58	0,96	35,35	0,18
34,60	0,95	35,36	0,15
34,62	0,94	35,37	0,12
34,64	0,93	35,38	0,08
34,66	0,92	35,39	0,04
34,68	0,91	35,40	0,00
34,70	0,90		

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

Le progrès incessant dans toutes les disciplines de l'Océanographie a eu pour conséquence, l'extension considérable d'une littérature spécialisée.

L'existence de bibliographies, à côté des grands traités, s'étendant sur un domaine déterminé, a chaque fois justifié sa raison d'être et a donné des résultats extrêmement fructueux, surtout lorsqu'un sujet tel que l'Océanographie est tellement étendu.

Faisant partie intégrante de notre Mémoire au sujet de la mer du Nord, du Pas-de-Calais et de la Manche, la bibliographie que nous présentons aujourd'hui englobe surtout des références se rapportant à ces trois régions.

Afin d'en permettre la consultation, sans plus tarder, cédant ainsi au désir de plusieurs chercheurs, nous lui donnons la priorité et le publions en annexe du volume I.

L'ouvrage se compose de deux parties. La première constitue l'énumération alphabétique par nom d'auteur accompagné d'un numéro d'ordre, ainsi que de tous les renseignements bibliographiques qui ont été accessibles. La seconde, l'index systématique, groupe tous les auteurs qui ont traité d'un même sujet. Chaque nom est accompagné d'un numéro d'ordre afin de pouvoir trouver aisément les références désirées, dans la première partie.

Dans le but de réduire le volume, nous n'avons fait mention, dans cette deuxième partie, que du premier auteur. Lorsque plusieurs auteurs ont collaboré, ce nom est suivi de la mention : « & coll. ».

Les numéros d'ordre accompagnés d'un astérisque correspondent à des travaux publiés depuis 1960. Le lecteur pourra discerner ainsi les publications récentes des travaux plus anciens.

Nous avons adopté, le plus possible, les rubriques proposées dans la « Classification Décimale Universelle » en les subordonnant toutefois à l'Océanographie. Nous les avons suivies aussi loin que possible, sans les subdiviser davantage, afin d'éviter un morcellement superflu, ici.

En ce qui concerne le plancton, comme un très grand nombre de travaux comprennent des considérations aussi bien sur le phytoplancton que sur le zooplancton, nous avons estimé pouvoir réunir ces deux rubriques en une seule : le plancton, sauf quelques cas particuliers qui ont été classés sous la rubrique : zooplancton.

Nous aurions pu multiplier les citations principalement en ce qui concerne la chimie analytique des oligoéléments et des métaux lourds. Nous nous sommes limité à l'essentiel.

Dans plusieurs cas, il ne nous a pas été possible de présenter une citation bibliographique complète : l'ouvrage ou le périodique en question n'étant pas accessible.

Telle qu'elle est présentée, malgré ses lacunes inévitables, nous espérons que cette bibliographie puisse être de quelque utilité à ceux qui désirent se consacrer à l'étude de l'Océanographie ou des eaux saumâtres.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. ABBOTT, W., 1957, Unusual Phosphorus source for plankton algae. (*Ecology*, XXXVIII, 152.)
2. ACKERMANN, K., 1883, Beitrage zur physikalischen Geographie der Ostsee. Hamburg, 339 p.
3. ACKMAN, R. S., TOCHER, C. S. et MCLACHLAN, J., 1968, Marine phytoplankton fatty acids. (*J. Fish. Res. Bd. Can.*, XXV, 1603-1620.)
4. AGARDH, C. A., 1824, Systema algarum. Lund, 312 p.
5. ALEEM, A. A., 1970, Potential bioassay of natural seawaters and influence of certain trace elements on the growth of phytoplankton organisms. (*Heligoland wiss. Meeresuntersuch.*, XX, 229-248.)
6. ALEEM, A. A. et HUSTEDT, Fr., 1951, Einige Diatomeen von der Südküste Englands. (*Bot. Notiser*, I, 13-20, 6 fig.)
7. ALEKIN, O. et LIAKHIN, IU. I., 1968, On the causes of oversaturation of sea water with Calciumcarbonate. (*Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, CLXXVIII, 191-194.)
8. ALEKIN, O. A. et MORICHEVA, N. P., 1957, The problem of the stability of the Carbonate systems in natural water. (*Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, CXVII, 103-106.)
9. ALEXANDER, G. B., HESTON, W. M. et ILER, R. K., 1954, The solubility of amorphous Silica in water. (*J. phys. Chem.*, LVIII, 453-455.)
10. ALLARD, P., 1952, Bilan énergétique de la marée de vive-eau pour la Manche entière. (*Bull. inform. Cons. centr. Océanogr. Et. côtes*, IV, 307-310.)
11. ALLEE, W. C., 1923, Studies in marine Ecology. III : Some physical Factors related to the Distribution of littoral Invertebrates. (*Biol. Bull. Wood's Hole*, XLIV, 205-253.)
12. ALLEN, E. J., 1919, A Contribution to the quantitative Study of Plankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XII, 1-8.)
13. ALLEN, L. J., 1948, Conductimetric titration of Chloride in sea water and marine sediments. (*Analyt. Chem.*, XX, 618-619; *Contr. Scripp's Instn. Oceanogr.*, nº 367.)
14. ALLEN, M. B., 1956, Excretion of organic compounds by *Chlamydomonas*. (*Arch. Mikrobiol.*, XXIV, 163-168.)
15. ALLEN, W. E., 1921, Problems of floral dominance in the open sea. (*Ecology*, II, 26-31.)
16. — 1929, Ocean Plankton and Plankton problems. (*Sci. Mon. N. Y.*, XXVIII, 232-238.)
17. — 1930, Methods in quantitative research on marine microplankton. (*Bull. Scripp's Instn. Oceanogr. techn.*, 2, 319-329.)
18. — 1934, The Problem of Methods in Marine Plankton Investigations. (*Int. Rev. Hydrobiol.*, XXI, 40-65.)
19. — 1938, Quantity collecting of planktonic Diatoms. (*Science*, LXXVII, 171-172); (*Contr. Scripp's Instn. Oceanogr.*, nº 12.)
20. AMBERSON, W. R., 1928, The influence of Oxygen tension upon the respiration of unicellular organisms. (*Biol. Bull. Wood's Hole*, LV, 79-91.)
21. ANDERS, E., 1938, Geschichte der Nordsee. Berlin, 111 p.
22. ANDERSEN, N. R. et HUME, D. N., 1968, Determination of Barium and Strontium in sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XL, 207-220.)
23. ANDERSON, J. I. W., 1962, Heterotrophic bacteria in North Sea water. (*Ph. D. Thesis*, Glasgow University.)
24. ANDERSON, L. J. et REVELLE, R. R., 1947, Apparatus for rapid conductimetric titrations. (*Anal. Chem.*, XIX, 264-268; *Contr. Scripp's Instn. Oceanogr. techn.*, nº 314.)
25. ANGELSTEIN, U., 1910, Über die Kohlensäure-assimilation submerser Wasserpflanzen in Bikarbonat- und Karbonatlösungen. (*Beitr. Biol. Pfl.*, LXXXVII, 87-117.)
26. ANGINO, EKE, BILLINGS, G. K. et ANDERSEN, N., 1966, Observed variations in the Strontium concentration of sea water. (*Chem. Geol.*, I, 145-153.)
27. APSTEIN, C., 1896, Das Süsswasserplankton. Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung. Kiel, 200 p.

28. — 1906, Plankton in Nord- und Ostsee auf der deutschen Terminfahrten. I. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, IX.)
29. — 1906, *Pyrocystis lunula* und ihre Fortpflanzung. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, IX, 263-269.)
30. — 1911, Biologische Studie über *Ceratium tripos* var. *subsalsa* OSTENFELD. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XII, 135-162.)
31. — 1916, Bodenuntersuchungen in Ost- und Nordsee. (*Sitz. Ber. Naturf. Freunde.* Berlin, 355-376.)
32. ARENS, K., 1930, Zur Kenntnis der Karbonatassimilation der Wasserpflanzen. (*Planta*, X, 814-816.)
33. — 1933, Physiologische polarisierter Massenaustausch und Photosynthese bei submerse Wasserpflanzen. (*Planta*, XX, 621-658.)
34. ARMSTRONG, F. A. J., 1951, The determination of Silicate in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXX, 149-160.)
35. — 1954, Phosphorus and Silicon in sea water off Plymouth during the years 1950 to 1953. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXIII, 381-392.)
36. — 1957, The Iron content of sea water (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXVI, 509-517.)
37. — 1965, Phosphorus. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical Oceanography*, I, 323-364.)
38. — 1965, Silicon. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical Oceanography*, I, 409-432.)
39. — 1965, The determination of Phosphorus in sea water. (*In* BARNES, H., *Oceanography and marine biology*, 79-93.)
40. ARMSTRONG, F. A. J. et ATKINS, W. R. G., 1950, The suspended Matter of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIX, 139-143.)
41. ARMSTRONG, F. A. J. et BUTLER, E. I., 1968, Chemical changes in sea water off Plymouth during the years 1962 to 1965. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLVIII, 153-160.)
42. ARMSTRONG, F. A. J. et HARVEY, H. W., 1950, The cycle of Phosphorus in the waters of the English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIX, 145-162.)
43. ARMSTRONG, F. A. J. et TIBBITS, S., 1968, Photochemical combustion of organic matter in sea water, for Nitrogen, Phosphorus and Carbon determination. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLVIII, 143-152.)
44. ARMSTRONG, H. E. et HORTON, E., 1912, Studies on enzyme action. XV : Urease : a selective enzyme. (*Proc. roy. Soc.*, Ser. B, LXXXV, 109-127.)
45. ARNON, D. I., 1958, Some functional aspects of inorganic micronutrients in the metabolism of green plants. (*In* BUZZATI-TRAVERSO, A. A., *Perspectives in marine biology*, 351-383.)
46. ATKINS, W. R. G., 1922, Hydrogen ion concentration in sea water and its biological relations. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XII, 717-771.)
47. — 1922, The influence upon algal cells of an alteration in the Hydrogen ion concentration. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XII, 789-791.)
48. — 1922, The respirable organic matter of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XII, 772.)
49. — 1923, The Hydrogen ion concentration of sea water in its relation to photosynthetic changes. II. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 93-118.)
50. — 1923, The Phosphate content of fresh and salt waters in its relationship to the growth of algal plankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 119-150.)
51. — 1923, The Silica content of some natural waters and of culture media. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 151-159.)
52. — 1924, On the vertical mixing of sea water and its importance for the algal plankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 319-324.)
53. — 1924, The Hydrogen ion concentration of sea water in its relation to photosynthetic changes. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 437-446.)
54. — 1925, On the thermal stratification of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 693-699.)
55. — 1925, Seasonal changes in the Phosphate content of sea water in relation to the growth of the algal plankton during 1923 and 1924. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 700-720.)
56. — 1926, A quantitative consideration of some factors concerned in plant growth in water. (*J. Cons. int. explor. mer.*, I, 99-126, 197-226.)

57. — 1926, The Phosphate content of sea water in relation to the growth of the algal plankton. III. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 447-467; XV, 191.)
58. — 1926, Seasonal changes in Silica content of sea water in relation to the growth of the phytoplankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 89-99.)
59. — 1927, The Phosphorus and Arsenic compounds of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 609.)
60. — 1928, Seasonal variations in Phosphate and Silicate content of sea water during 1926- and 1927 in relation to the phytoplankton crop. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XV, 191-205.)
61. — 1928, The Alkalinity of sea water. (*In* FOWLER, G. H. et ALLEN, E. J., *Science of the sea*, 76-92.)
62. — 1930, Seasonal changes in the Nitrite content of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVI, 515-518.)
63. — 1930, Seasonal variations in the Phosphate and Silicate content of sea water in relation to the phytoplankton crop. V : November 1927 to April 1929, compared with earlier years from 1923. (*J. mar. Biol. Ass. U. K.*, XVI, 821-852.)
64. — 1932, The Copper content of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVIII, 193-197.)
65. — 1932, The chemistry of sea water in relation to the productivity of the sea. (*Sci. Progr. Twent. Cent.*, XXVII, 298-312.)
66. — 1932, Nitrate in sea water and its estimation by means of Diphenylbenzidine. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVIII, 167-192.)
67. — 1932, Solar radiation and its transmission through air and water. (*J. Cons. int. explor. mer*, VII, 171.)
68. — 1933, The rapid estimation of the copper content of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, 63-66.)
69. — 1936, The estimation of zinc in sea water using sodium diethyldithiocarbamate (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, 625-626.)
70. — 1939, Illumination in algal habitats. (*Bot. Notiz.*, 145.)
71. — 1945, Autotrophic flagellates as the major constituent of the oceanic phytoplankton. (*Nature Lond.*, CLVI, 446-447.)
72. — 1945, Conditions for the vernal increase in the phytoplankton and as supposed in the process. (*Nature Lond.*, CLVI, 599.)
73. — 1953, Seasonal variations in the Phosphate and Silicate content of sea water. VI : 1942 compared with the 1923-1925 period. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXI, 489-494.)
74. — 1953, The seasonal variation in the Copper content of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXI, 493-494.)
75. ATKINS, W. R. G., CLARKE, G. L., PETTERSON, H., POOLE, H. H., UTTERBACK, C .L. et ANGSTROM, A., 1938, Measurement of submarine daylight. (*J. Cons. int. explor. mer*, XIII, 37-57.)
76. ATKINS, W. R. G. et HARVEY, H. W., 1926, The variation with depth of certain salts utilized in plant growth in the sea. (*Nature Lond.*, CXVI, 784-785.)
77. ATKINS, W. R. G. et JENKIN, P., 1952, Note on sea temperatures in the English Channel, 1941 to 1949 and Plymouth, sunshine and light (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXI, 327-333.)
78. ATKINS, W. R. G. et JENKIN, P. M., 1953, Seasonal changes in the phytoplankton during the year 1951-1952 as indicated by spectrophotometric chlorophyll estimations. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXI, 495-508.)
79. — 1953, Note on sea temperatures in the English Channel, 1941 to 1949, and Plymouth sunshine and light. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXI, 327-333.)
80. ATKINS, W. R. G. et PARKE, M., 1950, Seasonal changes in the phytoplankton as indicated by Chlorophyll estimation. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIX, 609-618.)
81. ATKINS, W. R. G. et POOLE, H. H., 1933, The photo-electric measurements of the penetration of light of various wavelenghts into the sea and the physiological bearing of the results. (*Phil. Trans. B*, CCXXII, 129-164.)
82. ATKINS, W. R. G. et WILSON, E., 1926, The colorimetric estimation of minute amounts of compounds of Silicon, Phosphorus and Arsenic. (*Biochem. J.*, XX, 1223-1228.)

83. ATKINS, W. R. G. et WILSON, E. G., 1927, The Phosphorus and Arsenic compounds of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 609-614.)
84. AUBERT, M., AUBERT, J., GAUTHIER, M., PESANDO, D. et DANIEL, S., 1966, Origine et nature des substances antibiotiques présentes dans le milieu marin. 6 : Étude biochimique des substances antibactériennes extraites d'*Asterionella japonica* CLEVE. (*Rev. intern. Océanogr. Médit.*, IV, 23-32.)
85. AUBERT, M. et GAUTHIER, P., 1966, Origine et nature des substances antibiotiques dans le milieu marin. 5 : Mise en évidence des fractions antibiotiques d'un extrait phytoplanctonique par séparation sur Sephadex. (*Rev. intern. Océanogr. Médit.*, II, 62-66.)
86. AUBERT, M. et GAUTHIER, M., 1966, Origine et nature des substances antibiotiques présentes dans le milieu marin. 7 : Note sur l'activité antibactérienne d'une diatomée marine : *Chaetoceros teres* CLEVE. (*Rev. intern. Océanogr. Médit.*, IV, 33-37.)
87. AUBERT, M., AUBERT, J., GAUTHIER, M. et DANIEL, S., 1966, Origine et nature des substances antibiotiques présentes dans le milieu marin. 2 : Méthodes d'étude et techniques expérimentales. (*Rev. intern. Océanogr. Médit.*, I, 9-26; 27-34.)
88. AUBERT, M. et GAUTHIER, M., 1966, Origine et nature des substances antibiotiques présentes dans le milieu marin. 4 : Étude comparative de l'action antibiotique due à un organisme phytoplanctonique produit en culture axénique et en culture non axénique. (*Rev. intern. Océanogr. Médit.*, II, 53-61.)
89. AUBERT, M., GAUTHIER, M. et DANIEL, S., 1966, Origine et nature des substances antibiotiques présentes dans le milieu marin. 3 : Activité antibactérienne d'une diatomée marine : *Asterionella japonica* CLEVE. (*Rev. intern. Océanogr. Médit.*, I, 35-43.)
90. AURIEL, H. J., 1949, Die Verbreitung des Nannoplanktons im Oberflächenwasser vor der nordfriesischen Küste. (*Ber. dtsch. wiss. Komm. Meeresf.*, N. F., XI.)
91. AURIVILLIUS, C. W. S., 1896, Das Plankton des Baltischen Meeres. (*Bih. svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, XXI, IV, nº 8, 83 p., 1 pl., 1 carte.)
92. BAAK, J. A., 1935, Petrological provinces in the North Sea. (*Ann. Rep. Brit. Ass. Adv. Sc.*)
93. — 1935. Stand van het onderzoek van Kanaal- en Noordzeezanden. (*Hand. XXVe Ned. Nat. Geneesk. Congr.*, 313-314.)
94. — 1936. Regional petrology of the southern North Sea, (*Geol. Lab. Agric. Univ. Wageningen*, Thèse, 127 p., 8 fig., 1 carte.)
95. BAALEN, C. VAN et MARLER, J. E., 1966, Occurrence of Hydrogen peroxide in sea water. (*Nature Lond.*, CCXI, 951.)
96. BAAM, R. B., GANDHI, N. M. et FREITAS, Y. M., 1966, Antibiotic activity of marine organisms : the antibacterial spectrum. (*Wiss. Meeresunters. Helgoland*, XIII, 188-191.)
97. BAAS-BECKING, L. M. G., 1925. Studies on the Sulfur bacteria. (*Ann. Bot. Lond.*, XXXIX, 613-650.)
98. — 1934. Geobiologie of Inleiding tot de milieukunde. Den Haag, 263 bl.
99. BACHMANN, R. W. et GOLDMAN, C. R., 1956, The determination of microgram quantities of Molybdenum in natural waters. (*Limnol. Oceanogr.*, I, 143-146.)
100. BACKS, 1845. Über die Zusammensetzung des Wassers der Nordsee. (*J. prakt. Chem.* XXXIV, 185-186.)
101. BADER, R. G., HOOD, D. W. et SMITH, J. B., 1960, Recovery of dissolved organic matter in sea water and organic sorption by particulate matter. (*Geochim. Cosmochim. Acta.*, XIX, 236-243.)
102. BAILEY, J. W., 1842, American *Bacillariae.* (*Amer. J. Sci.*)
103. — 1845, On some new localities of fossil Diatoms in California and Oregon. (*Amer. J. Sci.*)
104. — 1856, Notice of microscopic forms found in the sounding of the Sea of Kamschatka. (*Amer. J. Sci.*)
105. BAINBRIDGE, R., 1949, Movement of zooplankton in diatom gradients. (*Nature Lond.*, CLXIII, 910-911.)
106. — 1953, Studies on the interrelationship of zooplankton and phytoplankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXII. 385-447.)
107. BALDWIN, E., 1937, An introduction to comparative Biochemistry. Cambridge, 122 p.
108. BALL, E. G. et STOCK, C. C., 1937, The pH of sea water as measured with the glass electrode. (*Biol. Bull. Wood's Hole*, LXXXIII, 221-226.)

109. BALLANTINE, D. et ABBOTT, B. C., 1957, Toxic marine flagellates, their occurrence and physiological effects on animals. (*J. gen. Microbiol.*, XVI, 274-281.)
110. BALLESTER, A., 1966, Critica de los metodos e spectrofotometrico y chromatografico on el estudio de los pigmentos del plancton. (*Investigaç. pesq.*, XXX., 613-630.)
111. BALLESTER, A. et MARGALEF, R., 1965 (1967), Produccion primaria. (*Mem. Soc. Cienc. mat. La Salle*, XXV, 209-221.)
112. BANSE, K., 1956, Produktionsbiologische Serienbestimmungen in südlichen Teil der Nordsee im Marz 1955. (*Kieler Meeresf.* XII, 166-179.)
113. BANSE, K. et ANDERSON, G. C., 1967, Computations of chlorophyll concentrations from spectrophotometric readings. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 696-697.)
114. BANSE, K. et KREY, J., 1962, Quantitative Aspekte des Kreislaufes der organischen Substanz im Meere. (*Kieler Meeresf.*, XVIII, 97-106.)
115. BARBAUDY, J., 1925, La concentration des milieux en ions H. (*Rev.gén. Sci. pur. appl.*, XXXVI, 443-445.)
116. BARDET, J., TCHAKIRIAN, A. et LAGRANGE, R., 1937, Dosage du Lithium dans l'eau de mer. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, XXIV, 443-445.)
117. — 1938, Recherche spectrographique des éléments existant à l'état de traces dans l'eau de mer. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CCVI, 450-452.)
118. BARKER, H. A., 1935, Photosynthesis in diatoms. (*Arch. Mikrobiol.*, VI, 141-156.)
119. — 1935, The culture and physiology of marine Dinoflagellates. (*Arch. Mikrobiol.*, VI, 157-181.)
120. BARKLEY, R. A. et THOMPSON, T. G., 1960, The total Iodine and Iodate-Iodine content of sea water. (*Deep-Sea Res.*, VII, 24-34.)
121. BARNES, H., 1959, Apparatus and methods of oceanography. I : Chemical. London, 341 p., 44 fig., 45 tabl.
122. BARNES, H. et FOLKARD, A. R., 1951, The determination of Nitrites. (*Analyst.*, LXXVI, 599-603.)
123. BARNES, H. et ROTSCHILD, N. M. V., 1950, A note on the copper content of sea urchin semen and sea water. (*J. exp. Biol.*, XXVII, 123-125.)
124. BARNES, T. C. et JAHN, T. L., 1934, Properties of water of biological interest. (*Quart. Rev. Biol.*, IX, 292-341.)
125. BARRITT, N. W., 1933, The nitrification process in soils and biological filters. (*Ann. appl. Biol.*, XX, 165-184.)
126. BASTIN, A., 1970, Sedimentologie en morfologie van de zuidelijke Noordzee en het Schelde Estuarium. Doctoraatsthesis Univ. Leuven, in druk.
127. BATOOSINGH, E., RILEY, G. A. et KESHWAR, B., 1969, A analysis of experimental methods for producing particulate matter in sea water by bubbling. (*Deep-Sea Res.*, XVI, 213-219.)
128. BAUR, E., 1902, Über zwei denitrificierende Bakterien aus der Ostsee. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, N. F., VI, 9-22.)
129. BAVENDAMM, W., 1931, The possible role of micro-organisms on the precipitation of Calciumcarbonate in tropical seas. (*Science*, LXXIII, 597-598.)
130. — 1931. Die Frage der bakteriologischen Kalkfällung in der tropischen See. (*Ber. dtsch. bot. Ges.*, XLIX, 282-287.)
131. — 1932. Die mikrobiologische Kalkfällung in der tropischen See. (*Arch. Mikrobiol.*, III, 205-276.)
132. BAYLOR, E. R. et SUTCLIFFE, W. H., 1963, Dissolved organic matter in sea water or as source of particulate food. (*Limnol. Oceanogr.*, VIII, 369-371.)
133. BEALE, R. N. et CROFT, D., 1961. A sensitive method for the colorimetric determination of Urea. (*J. clin. path.*, XIV, 418-424.)
134. BEAN, R. C. et PORTER, G. C., 1959, Detection and differenciation of sugars and polyols on single paper chromatograms. (*Anal. Chem.*, XXXI, 1929-1930.)
135. BEAUGE, L., 1937, Relevés hydrographiques exécutés au cours de la 1re, 2e, 3e et 4e croisière. (*Rev. Trav. Off. pêch. marit.*, X, 117-232.)
136. BECACOS-KONTOS, T. et SVANSSON, A., 1969, Relation between primary production and irradiance. (*Mar. Biol.*, II, 140.)

137. BECHER, S., 1921, Die sinnesempfindlichkeit für extremes Ultraviolett bei Daphnien. (*Verh. dtsch. zool. Ges.*, XXVIII, 52-55.)
138. BEESLEY, R. M., 1914, Experiments on the rate of nitrification. (*J. Chem. Soc.*, CV, 1014-1024.)
139. BEIN, S. J., 1957, The relationship of total Phosphorus concentration in sea water. (*Bull. Mar. sci. Gulf. et Carrib.*, VII, 316-329.)
140. BEIN, W., HIRSEKORN, H. G. et MOLLER, L., 1933, Neue Konstantenbestimmungen des Meerwassers und Ergebnisse (*J. Cons. int. explor. mer*, VIII, 48-58.)
141. — 1935, Konstantenbestimmungen des Meerwassers und Ergebnisse über Wasserkörper. (*Veröff. Inst. Meeresk. Univ. Berlin.*, XXVIII, 240.)
142. BELLOC, C., 1928, Hydrographie et Océanographie. La croisière de la Tanche (août 1927). (*Rev. Trav. Off. pêch. marit.*, I, 17-36.)
143. BELSER, W. L., 1956, Marine microorganisms : some generalizations concerning their importance to marine life. (*Perspectives in marine biol.*, 1956, 405-408.)
144. — 1959, Bioassay of organic micronutrients in the sea. (*Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A.*, XLV, 1533-1542.)
145. BENDSCHNEIDER, A. et ROBINSON, R. J., 1952, A new spectrophotometric method for the determination of Nitrite in sea water. (*J. mar. Res.*, XI, 87-96.)
146. BENECKE, W., 1933, Bakteriologie des Meeres. (*In* ABDERHALDEN, E., *Handb. Biol. Arbeitsmeth.*, IX, 717-872.)
147. BENEDEN, E. VAN, 1883, Compte-rendu sommaire des recherches entreprises à la station biologique d'Ostende, pendant les mois de l'été 1883. (*Bull. Acad. roy. Belg.*, nº 11, 458.)
148. BENTLEY, J. A., 1960, Plant hormones in marine phytoplankton, zooplankton and sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXIX, 433-444.)
149. BEN-YAAKOV, S. et KAPLAN, I. R., 1969, Determination of Carbonate saturation of sea water with a Carbonate saturometer. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 874.)
150. BERGER, F., 1938, Zur Methodik der Gesamtphosphor- und Phosphatbestimmung. (*Intern. Rev. d. ges. Hydrobiol.*, XXXVII, 420-424.)
151. BERGER, R. et LIBBY, W. F., 1969, Equilibration of atmospheric Carbon dioxide with sea water : possible enzymatic control of the rate. (*Science*, CLXIV, 1395-1397.)
152. BERGON, P., 1902, Études sur la flore diatomique du Bassin d'Arcachon et des parages de l'Atlantique voisins de cette station. (*Bull. Soc. Arcachon. Stat. Biol.*, VI, 39-109.)
153. — 1902, Note sur un mode de sporulation observé chez la diatomée *Biddulphia mobiliensis* BAILEY. (*Bull. Soc. Arcachon. Stat. Biol.*, VI, 127-136.)
154. BERKELEY, C., 1919, A study of marine bacteria. (*Proc. roy. Soc. Can.*, XIII, 15.)
155. BERNARD, F., 1942, Essai sur les facteurs de répartition des flagellés calcaires. (*Ann. Inst. océanogr. Monaco*, XXI, 29-112.)
156. — 1949, Les Coccolithophoridés. (*XIIe Congr. intern. Zool.*, 194-198.)
157. BERNHARDT, et PHILIPPS, ..., Die räumliche und zeitliche Verteilung der Einstrahlung, der Ausstrahlung und der Strahlungsbilanz im Meeresniveau. I : Die Einstrahlung. 227 p., 137 fig.
158. BERTEL, L., 1935, Les bactéries marines et leur influence sur la circulation de la matière dans la mer. (*Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, XXXII, 672, 12 p.)
159. — 1936, Les bactéries marines et leur influence sur la circulation de la matière dans la mer. 2e Mémoire. (*Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, XXXIII, nº 687.)
160. BERTHOIS, L., 1950, Contribution à l'étude lithologique des galets du fond de la Manche. (*Cah. Cent. rech.*, nº 3, 8 p.)
161. — 1957, Recherches sur les sédiments de la Mer du Nord et de la Mer d'Irlande. (*Rev. Trav. Inst. pêch. marit.*, XXI, 485-554.)
162. BERTHOIS, L. et FURNESTIN, L., 1938, Étude des sédiments dragués par le « PRÉSIDENT THÉODORE TISSIER ». Plateau continental celte, Manche et Mer du Nord. (*Rev. Trav. Off. pêch. marit.*, XI, 381-424.)
163. BIBRA VON, 1851, Untersuchung von Seewasser des Stillen Meeres und des Atlantischen Oceans. (*Ann. d. Chem. u. Pharm.*, LXXVII, 90-102.)
164. BIGELOW, H. B., 1931, Oceanography. *Boston et New York*, 263 p.

165. BJERRUM, N., 1904, On the determination of Oxygen in sea water. (*Medd. Komm. Havundersog. Kbh. Ser. Hydrogr.*, I, nº 5, 13 p.)
166. BLACK, A. P. et CHRISTMAN, R. F., 1963, Characteristics of colored surface waters. (*Journ. Am. Wat. Wks. Assoc.*, LV, 753-770.)
167. — 1963, Chemical characteristics of fulvic acids. (*Journ. Am. Wat. Wks. Assoc.*, LV, 897-912.)
168. BLACK, W. A. P. et MITCHELL, R. L., 1952, Trace elements in the common brown algae in sea water. (*J. mar.biol. Ass. U. K.*, XXX, 575-584.)
169. BLACK, W. A. P. et PZRVAS, E. T., 1949, Correlation of some of the physical and chemical properties of the sea with the chemical constitutions of the algae. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVIII, 673.)
170. BLANC, F. LEVEAU, M., 1970, Effets de l'eutrophie et de la dessalure sur les populations phytoplanctoniques. (*Mar. Biol.*, V, 283.)
171. BLOM, J., 1928, Zum Nachweis von Hydroxylamin. (*Biochem. Ztschr.*, CXCIV, 385-391.)
172. — 1928, Bildung von Hydroxylamin bei der Reduktion von Nitraten durch Mikroorganismen. (*Biochem. Ztschr.*, CXCIV, 392-409.)
173. BOCKE, J. et VAN BREEMEN, P. J., 1903, Plankton tables for Holland. November. (*Bull. Cons. int. Expl. mer*, II, 106-107.)
174. BODANSKI, M., 1920, Biochemical studies on marine organisms. II : The occurence of Zinc. (*J. biol. Chem.*, XXXXIV, 399.)
175. BODLANDER, 1900, Über die Löslichkeit der Erdalkalikarbonate in kohlensäurehaltigen Wasser. (*Z. phys. Chem.*, XXXV, 23.)
176. BOERSMA, J. R., 1969, Internal structure of some tidal mega ripples on a shoal in the Westerschelde Estuary, the Netherlands report of a preliminary investigation. (*Geol. Mijnb.*, XLVIII, 409-414.)
177. BOGDANOV, Yu. A., GRIGOROVITCH, A. et SHAPOSHKINOVA, M. G., 1968, Protein determination in the water suspended matter (Russ.). (*Okeanol. Akad. Nauk. SSSR.*, VIII, 1087-1090.)
178. BOGOROV, B. G., 1934, On the term « Biomass » of a plankton organism. (*All. Union Sci. Res. Inst. of Mar. Fish. and Oceanogr. Bull.*, nº 2, 26-29, Moscow.)
179. — 1958, The production of plankton as a characteristic of different biogeographic provinces of the ocean. (*Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, CXVIII, 917-919.)
180. BOGUSLAWSKI, G. VON, 1884-1887, Handbuch der Ozeanographie. I. Stuttgart, 400 p. — 1887. II. Stuttgart, 592 p.
181. BOHLING, H., 1970, Untersuchungen über freie Aminosäuren in Meerwasser. (*Mar. Biol.*, VI, 213.)
182. BOHN, G. et DRZEWINA, A., 1925, Au sujet de la régulation du pH de l'eau de mer. (*C. R. Soc. Biol. Paris*, XCIII, 917-919.)
183. BOHNECKE, G., 1922, Salzgehalt und Strömungen der Nordsee. (*Veröff. Inst. Meeresk. Univ. Berlin*, X.)
184. — 1927, Der jährliche Gang des Salzgehaltes in der Nordsee. (*Veröff. Inst. Meeresk. Univ. Berlin*, XVIII.)
185. — 1927, Bemerkungen über die Jahreschwankung des Atlantischen Wassers in der Nordsee. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LIII, 391-393.)
186. — 1938, Temperatur, Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche des Atlantischen Ozeans. (*Deutsche Atlantische Exped. Meteor. 1925-1927. Wiss. Ergebn.*, V, 62 p.)
187. — 1953, Die Forschungsfahrt des Vermessungs- und Forschungsschiffes « GAUSS » in die Südwestliche Nordsee im Februar-März 1952. (*Ber. dtsch. Komm. Meeresf.*, XIII, 89-92.)
188. BOHNECKE, G. et DIETRICH, G., 1951, Monatskarten der Oberflächentemperatur für die Nord- und Ostsee und die angrenzenden Gewässser. (*Dtsch. hydrogr. Z.*, nº 2336, Hamburg.)
189. BOHNECKE, G., HENTSCHELL, E. et WATTENBERG, H., 1930, Uber die hydrographischen, chemischen und biologischen Verhältnisse an der Meeres Oberfläche zwischen Island und Grönland. (*Ann. hydrogr. Berl.*, LVIII, 233-250.)

190. Bohr, C., 1899, Definition und Methode zur Bestimmung der Evasions und Invasionskoeffizienten bei der Auflösung von Gasen in Flussigkeiten. Werte der gennanten Konstanten sowie der Absorptionskoeffizienten der Kohlensäure bei Auflösung in Wasser und in Chlornatriumlösungen. (*Ann. Phys. Lpz.*, LXVIII, 500-525.)

191. Bokova, E., Borsock, V., Verbinskaja, N., Kreps, E. et Lukyanowa, A., 1936, Enzymes in sea water. (*Ark. Biol. Nauk.*, XLIII.)

192. Boltovskoy, E., 1967, Indicadores biologicos en la oceanografia. (*Cienc. Invest.*, XXIII, 66-75.)

193. Borgert, A., 1891, Uber die Dictyochiden insbesondere *Distephanus speculum*, sowie Studien an Phaeodarien. (*Z. wiss. Zool.*, LI, 629-676, 2 fig., 33 pl.)

194. Borley, J. O., 1923, The marine deposits of the southern North Sea. (*Fish. Invest. Lond.*, Ser. II, nº 6.)

195. Borovik-Romanova, T. F., 1944, The Rubidium content of sea water. (*Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, XLII, 221-223.)

196. Bortels, H., 1940, Über die Bedeutung des Molybdäns für Stickstoffbindende Nostocaceen. (*Arch. f. Mikrobiol.*, XI, 155-186.)

197. Bougis, P., 1962, Données sur la teneur en Cuivre des eaux de mer littorales des environs de Roscoff en août 1961. (*Cah. Biol. mar.*, III, 317-323.)

198. — 1962, Le Cuivre en écologie marine. (*Publ. Stat. Zool. Napoli*, XXXII, Suppl., 497-514.)

199. — 1963, Comparaison des méthodes au Diéthyldithiocarbamate de Sodium (SDDC) et à la 2-2'-Diquinolyle pour le dosage du Cuivre en eau de mer. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXVIII, 171-174.)

200. Bourcart, J., 1947, La sédimentation dans la Manche. (*In : La géologie des terrains récents dans l'Ouest de l'Europe. Sess. extraord. Soc. belge Géol.*, 14-43.)

201. Boury, M., 1938, Le Plomb dans le milieu marin. (*Rev. Trav. Off. Pêch. marit.*, XI, 157-165.)

202. Boutan, L. et Racovitza, E. G., 1895, Sur la pêche pélagique en profondeur. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CXXI, 174.)

203. Bowen, H. J. M., 1956, Strontium and Barium in sea water and marine organisms. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXV, 451-460.)

204. Bowman, A., 1923, The biological interchange between the Atlantic and the North Sea. (*Rep. Brit. Ass.*, 1922, 367.)

205. Braarud, T., 1937, A quantitative method for the experimental study of plankton diatoms. (*J. Cons. int. explor. mer*, XII, 321.)

206. — 1944, Experimental studies on marine plankton diatoms. (*Avh. Norske Vidensk. Akad. I : Matem. Naturvid. Kl.*, nº 10, 1-16.)

207. — 1951, Salinity as an ecological factor in marine phytoplankton. (*Physiol. plant.*, IV.)

208. — 1958, Counting methods for determination of the standing crop of phytoplankton. (*J. oceanogr. Soc. Japan*, XX, 628-649.)

209. — 1962, Species distribution in marine phytoplankton. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XX, 628-649.)

210. Braarud, T. et Foyn, B., 1930, Beitrage zur Kenntnis des Stoffwechsels im Meere. (*Avh. Norske Vidensk. Akad. I : Matem. Naturvid. Kl.*, XIV, 24 p.)

211. Braarud, T. et Klem, A., 1931, Hydrographical and chemical investigations in the coastal waters off Möre and in the Romsdasfjord. (*Hvalrad. Skr.*, I, 88 p.)

212. Braarud, T., Ringdal Gaarder, K. et Grontved, J., 1953, The phytoplankton of the North Sea and adjacent waters in May 1948. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXXXIII, 87 p.)

213. Bradley, D. B. et Sieling, D. H., 1953, Effect of organic anions and sugars on Phosphate precipitation by Iron and Aluminium as influenced by pH. (*Soil Sc.*, LXXVI, 175-179.)

214. Brand, T. von, 1937, Observations upon the nitrogen of the particulate matter in the sea. (*Biol. Bull.*, LXXII, 1-6.)

215. Brand, T. von et Rakestraw, H. W., 1940, Decomposition and regeneration of nitrogenous organic matter in sea water. III. Influence of temperature and source and conditions of water. (*Biol. Bull.*, LXXIX, 231-236.)

216. — 1941, Decomposition and Regeneration of nitrogenous organic matter in sea water. IV. Interrelationship of various stages; influence of concentration and nature of particulate matter. (*Biol. Bull.*, LXXXI, 63-69.)
217. — 1941, The determination of dissolved Nitrogen in sea water. (*J. Mar. res.*, IV, 76.)
218. BRAND, T. VON, RAKESTRAW, H. W. et RENN, C. E., 1937, The experimental decomposition and regeneration of nitrogenous organic matter in sea water. (*Biol. Bull.*, LXXVII, 165-175, 285-296.)
219. BRAND, T. VON, RAKESTRAW, N. W. et ZABOR, J. W., 1942, Decomposition and regeneration of nitrogenous organic matter in sea water. V : Factors influencing the length of the cycle; observations upon the gazeous and dissolved organic nitrogen. (*Biol. Bull.*, LXXXIII, 273-282.)
220. BRANDT, K., 1899, Über den Stoffwechsel im Meere. I. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, IV, 213-230.)
221. — 1902, Über den Stoffwechsel im Meere. II. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, VI, 23-79.)
222. — 1927, Stickstoffverbindungen im Meere. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel.*, N. F., XX, 201-292.)
223. — 1929, Phosphate und Stickstoffverbindungen als Minimumstoffe für die Produktion im Meere. (*R. P. V. Cons. int. expl. Mer*, LIII, 15.)
224. — 1935, Methods for the determination of Nitrogen and Carbon in small amounts of plankton. (*Biol. Bull. Wood's Hole*, LXIX, 221-232.)
225. — 1937, Observations upon the Nitrogen of the particulate matter in the sea. (*Biol. Bull. Wood's Hole*, LXXII, 1-6.)
226. — 1938, Quantitative determination of the Nitrogen in particulate organic matter in the sea. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 187-196.)
227. BRAUS, H. F., MIDDLETON, M. et WALTON, C., 1951, Organic chemical compounds in raw and filtered surface waters. (*Anal. Chem.*, XXIII, 1160-1164.)
228. BREEMEN, P. J. VAN, 1903, Plankton tables for Holland. May 1903. (*J. Cons. int. expl. mer*, IV, 280-281.)
229. — 1905, Plankton van Noordzee en Zuiderzee. Leiden, 180 p.
230. BREWER, P. G. et RILEY, J. P., 1965, The automatic determination of Nitrate in sea water. (*Deep. Sea res.*, XII, 765.)
231. — 1967, A study of some manual and automatic procedures for the determination of Nitrate and Silicate in ocean water. (*Deep-Sea Res.*, XIV, 475-477.)
232. BRIAN, P. W., 1957, The ecological significance of antibiotic production. (*In* WILLIAMS et SPICER, *Microbial Ecology. Cambridge*, 168-186.)
233. BRIGHTWELL, T., 1858, Remarks on the genus « *Rhizosolenia* » of EHRENBERG (*Quart. J. micr. Sci.*, VI, 93-95.)
234. — 1853, On the genus *Triceratium*, with description and figures of the species. (*Quart. J. micr. Sci.*, I, 245-252.)
235. — 1856, Further observations on the genus *Triceratium*, with descriptions and figures of new species. (*Quart. J. micr. Sci.*, IV, 272-276.)
236. — 1858, Further observations on the genera *Triceratium* and *Chaetoceros*. (*Quart. J. micr. Sci.*, XI, 153-155.)
237. BRIQUET, A., 1921, Sur l'origine du Pas-de-Calais. (*Ann. Soc. géol. Nord*, XLVI, 141-157.)
238. — 1923, Les formations pléistocènes des environs de Sangatte. (*Ann. Soc. géol. Nord*, XLVIII, 176-184.)
239. — 1930, Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Paris, 439 + 45 p., 12 fig.
240. BRISOU, J., 1955, Microbiologie du milieu marin. Paris, 271 p.
241. BROCKMANN, C., 1906, Über das Verhalten der Planktondiatomeen des Meeres bei Herabsetzung der Konzentration usw. (*Wiss. Meeresuntersuch*, VIII, 1.)
242. — 1935, Diatomeen und Schlick im Jadegebiet. (*Abh. Senckenb. Naturf. Ges.*, 430, 1-64.)
243. — 1937, Küstennahe und Küstenferne Sedimente in der Nordsee. (*Abh. naturw. Ver. Bremen*, XXX, 78-89.)
244. — 1939, Das Plankton der Helgoländer Bucht im Sommer 1935. (*Abh. naturw. Ver. Bremen*, XXXI, 712-749.)

245. BROUARDEL, J. et FAGE, L., 1954, Variation de la teneur en Oxygène de l'eau au proche voisinage des sédiments. (*Deep-Sea Res.*, I, 86-94.)
246. BROWN, T. E., EYSTER, H. C. et TANNER, H. A., 1958, Physiological effects of Manganese deficiency. (*In* LAMB, C. A., BENTLEY, O. G. et BEATTIE, J. M., *Trace elements*. New York, 135 p.)
247. BRUCE, J. R., 1925, A pH method for determining the Carbondioxide exchanges of Marine brackishwater and freshwater organisms. (*Brit. J. exp. Biol.*, II, 57-64.)
248. BRUJEWICKZ, S. W., 1930, On the determination of Alkalinity in sea water. (*Proc. Hydrol. Congr. Leningrad*, 314-316.)
249. BRUJEWICKZ, S. W. et KRASNOVA, V. S., 1933, Salt and temperature corrections for the estimation of phosphates in sea water. (*Bull. State oceanogr. Inst. URRS*, nº 14, p. 33.)
250. BRUN, J., 1895, Diatomées, lacustres, marines ou fossiles, espèces nouvelles ou insuffisamment connues. (*Le Diatomiste*, II, 14-17.)
251. BRUNS, E., 1955, Handbuch der Wellen der Meere und Ozeane. Berlin, 255 p., 150 fig., 99 tab.
252. — 1958, Ozeanologie. Berlin, Bd. I, 420 p., 144 fig.; Ozeanometrie, Bd. II, 494 p., 276 fig.
253. BRYSON, J. L. et MITCHELL, T. J., 1951, Improved spraying reagents for the detection of sugars on paper chromatograms. (*Nature*, CLXVII, 864.)
254. BUCH, K., 1917, Über die Alkalinität, Wasserstoffionenkonzentration, Kohlensäure und Kohlensäuretension im Wasser der Finland umgebenden Meere. (*Acta Soc. Fenn. Hydrogr. biol. Unters.*, nº 14, 132 p., 11 fig.)
255. — 1920, Ammoniakstudien an Meer- und Hafenwasserproben. (*Havforskn. Inst. Skr. Helsingf.*, nº 2.)
256. — 1923, Methodisches über die Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Wasser. (*Havforskn. Inst. Skr. Helsingf.*, nº 18, 22 p.)
257. — 1928, Die pH-Bestimmung des Meerwassers. (*Havforskn. Inst. Skr. Helsingf.*, nº 53, 30 p.)
258. — 1929, Über den Einfluss der Temperatur auf die pH-Bestimmung des Meerwassers. (*Havforskn. Inst. Skr. Helsingf.*, nº 61, 23 p.)
259. — 1929, Über die Bestimmung von Stickstoffverbindungen und Phosphaten im Meerwasser. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer.*, IV, 162-191, LIII, 36.)
260. — 1929, Die Verwendung von Stickstoff- und Sauerstoffanalysen im Meerwasser. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer.*, IV, 162-191.)
261. — 1929, On the determination of pH in sea water at different temperatures. (*J. Cons. int. expl. mer*, IV, 267-280.)
262. — 1930, Die Kohlensäurefaktoren des Meerwassers. I. und II. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXVII, 51-88.)
263. — 1932, Untersuchungen über gelöste phosphate und stickstoffverbindungen in den Nordbaltischen Meeresgebieten. (*Havforskn. Inst. Skr. Helsingf.*, nº 86, 1-30.)
264. — 1933, Der Borsäuregehalt des Meerwassers und seine Bedeutung bei der Berechnung des Kohlensäuresystems in Meerwasser. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXXV, 71-75.)
265. — 1933, On Boric acid in the sea and its influence on the carbonic acid equilibrium. (*J. Cons. int. expl. mer*, VIII, 309-325.)
266. — 1934, Beobachtungen über chemische Faktoren in der Nordsee, zwischen Nordsee und Island sowie auf den Schelfgebiete Nordlich von Island. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXXIX, 13-31.)
267. — 1937, Die kolorimetrische Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration im Seewasser. II. (*In* WATTENBERG, H., Critical review of the methods used for determining nutrient salts in Seewasser. *R. P. V. Cons. int. expl. mer*, 27-33.)
268. — 1938, New determination of the second dissociation constant of Carbonic acid in sea water. (*Acta Acad. Abo. Math. et Phys.*, XI, 18 p.)
269. — 1939, Beobachtungen über das Kohlensäuregleichgewicht und über den Kohlensäureaustausch zwischen Atmosphäre und Meer im Nord-Atlantischen Ozean. *Acta Acad. Abo. Math. et Phys.*, XI, 32 p.)

270. — 1944, Dithizonmethoden for bestämming av Zink och Kopper i naturliga vatten. (*Finska Kemistamfundets Medd.*, LIII, 25-37.)
271. BUCH, K., HARVEY, H. W. et WATTENBERG, H., 1931, Die scheinbaren Dissoziationskonstante der Kohlensäure in Seewasser verschiedenen Salzgehalte. (*Naturwiss.*, XIX, 773.)
272. BUCH, K., HARVEY, H. W., WATTENBERG, H. et GRIPENBERG, S., 1932, Über das Kohlensäuresystem im Meerwasser. Bericht über die Untersuchung einer Arbeitskommission. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXIX, 1-70.)
273. BUCH, K. et NENAS, O., 1939, Studien über neuere pH-methodik mit besonderer Berücksichtigung des Meerwassers. (*Acta Acad. Abo. Math. et Phys.*, XII, 41 p.)
274. BUCH, K. et URSIN, P., 1948, Zur Methodik der Bestimmung von Phosphor im Meerwasser. (*Havforskn. Inst. Skr. Helsingf.*, nº 140, 16 p.)
275. BUCH, K., WATTENBERG, H. et HARVEY, H. W., 1931, Apparent dissociation constants of Carbon dioxide in sea water of different salt contents. (*Nature Lond.*, CXXVIII, 411-412.)
276. BUCH, K. et WITTING, R., 1934, Étude systématique de balance de l'acide carbonique entre la mer et l'atmosphère. (*P. V. Assoc. Océanogr. phys. Un. géol. int.*, I, 45-47.)
277. BUDD, J. A. et SPENCER, C. P., 1968, The utilization of alkylated amines by marine bacteria. (*Mar. biol.*, II, 92-101.)
278. BUDESINKY, B. et VRZALOVA, D., 1964, Spectrophotometric determination of Ba and Sulphates by means of Sulphonazo III. (*Z. anal. Chem.*, CCX, 161.)
279. BULJAN, M., 1951, Note on a method for determination of Ammoniac in sea water. (*J. mar. biol. Assoc. U. K.*, XXX, 277-280.)
280. BUNGENSTOCK, H., CLOSS, H. et HINZ, K., 1963, Geophysikalische Untersuchungen im südlichen Teil der Nordsee. (*Erdöl u. Kohle*, XVI, 450.)
281. BURGES, A., 1960, The nature and distribution of humic acid. (*Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.*, Ser. A, 1-53.)
282. BURK, D., 1934, Azotase and nitrogenase in Azotobacter. (*Ergebn. Enzymforsch.*, III, 23-56.)
283. BURNS, R. B., 1967, Chemical observations in the North-Sea in 1965. (*Ann. Biol.*, XXII, 29-31.)
284. BURTON, J. D., CULKIN, F. et RILEY, P., 1959, Abundances of Gallium and Germanium in terrestrial materials. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, XVI, 151-180.)
285. BURTON, J. D., MARSHALL, N. J. et PHILLIPS, A. J., 1968, Solubility of Barium sulphate in sea water. (*Nature Lond.*, CCXVII, 834-835.)
286. BURTON, J. D. et RILEY, P., 1958, Germanium and Gallium in sea water. (*Nature Lond.*, CLXXXI, 179-180.)
287. BUSBY, W. F. et LEWIN, J., 1967, Silicate uptake and silicate shell formation by synchronously dividing cells of the diatom *Navicula pelliculosa* (BREB) HILSE. (*J. Phycol.*, III, 127-131.)
288. BUTTON, D. K., 1969, Effect of clay on the availability of dilute organic nutrients to steady state heterotrophic populations. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 95-100.)
289. BUYTENDIJK, F. J. J., BRINKMAN, R. et HOOK, H. W., 1927. A study of the system Carbonic acid, Carbonic dioxide and water. I. Determination of the true dissociation constant of Carbonic acid. (*Biochem. J.*, XXI, 576-584.)
290. BUZZATI-TRAVERSO, A. A., 1958, Perspectives in marine biology. *Berkeley*, 621 p.
291. BYCK, H. T., 1932. Effect of dissolved CO_2 on the pH of water. (*Science*, LXXV, p. 224, nº 1938.)
292. BYGRAVE, W., 1911. Report on the Plankton of the English Channel in 1906. (*Fish. Invest. Lond.*, Commun. nº 3, 235.)
293. — 1911, The Plankton of the English Channel in 1906. (*Fish. Invest. Lond.*, 3rd. Rept., *Southern area*, 1906-1908.)
294. CAILLEUX, A., 1937, Traces d'action du vent dans les dépôts du fond de la Mer du Nord. (*C. R. Soc. géol. Fr.*, nº 5, 63.)
295. CALDWELL, W. E., 1938, Gold in sea water. (*J. Chem. Educ.*, XV, 507-510.)
296. CALKINS, V. P., 1943, Microdetermination of Glycollic and Oxalic acids. (*Ind. Eng. Chem. Anal. Edn.*, XV, 762-763.)

297. CAMERON, F. K. et SEIDELL, A., 1902, Solubility of Calcium carbonate in aquaeous solutions of certain electrolytes in equilibrium with atmospheric air. (*J. phys. Chem.*, VII, 578.)
298. CAMPS MESTRE, J. M. et SERRANO, E. A., 1960, Microdeterminacion de proteinas y carbohydratos del plancton. (*Investigaç. pesq.*, 631-638.)
299. CANU, E., 1893, Diatomées et algues pélagiques dans la Manche du Nord-Est. (*Ann. Stat. aquic. Boulogne*, I, 113-116.)
300. CAPART, A., 1968, Naissance de l'Océanographie en Belgique. Un précurseur : le Professeur G. Gilson (1859-1944). (*Bull. Océanogr. Monaco.* N° spécial : *Prem. Congr. Intern. Histoire de l'Océanogr.*, 311-316.)
301. CAREY, C. L., 1938, The occurrence and distribution of nitrifying bacteria in the sea. (*J. Mar. Res.*, I, 291-314.)
302. CAREY, C. L. et WAKSMAN, S. A., 1934, The presence of nitrifying bacteria in deep seas. (*Science*, LXXIX, 349-350.)
303. CARLISLE, D. B. et HAMMERSTONE, L. G., 1958, Niobium in sea water. (*Nature Lond.*, CLXXXI, 1002-1003.)
304. CARLUCCI, A. F. et MCNALLY, P. M., 1969, Nitrification by marine bacteria in low concentrations of substances and Oxygen. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 736-739.)
305. CARLUCCI, A. F. et SILBERNAGEL, S. B., 1966. Bioassay of sea water. II : Methods for the determination of concentrations of Vitamine B/1 in sea water. (*J. Can. Microbiol.*, XII, 1079-1089.)
306. — 1967, Determinations of vitamins in sea water, (*In* GOLTERMANN, H. L. et CLYMO, R. S., *Chemical environment in the aquatic habitat.* London, 239-244.)
307. CARLUCCI, A. F. et WILLIAMS, P. M., 1965, Concentration of Bacteria from Sea water by bubble scavenging. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXX, 28-33.)
308. CARPENTER, J. J., 1957, The determination of Calcium in natural waters. (*Limmol. Oceanogr.*, II, 271-280.)
309. CARRITT, D. E., 1953, Separation and concentration of trace metals from natural waters. Partition chromatographic technique. (*Analyt. Chem.*, XXV, 1927-1928.)
310. — 1958, Analytical chemistry in oceanography. (*J. Chem. Educ.*, XXXV, 119-122 Easton Pa.)
311. CARRITT, D. E. et GOODGAL, S., 1954, Sorption reactions and some ecological implications. (*Deep-Sea Res.*, I, 224-243.)
312. CARRUTHERS, J. N., 1927, Investigations upon the water movements of the English Channel, Summer 1924. (*J. mar. biol. Assoc. U. K.*, XIV, 685-721.)
313. — 1928, The flow of water through the Straits of Dover. (*Fish. Invest. London*, IX, n° 1.)
314. — 1930, Further investigations upon the water movements in the English Channel. (*J. mar. biol. Assoc. U. K.*, XVII, 241-275.)
315. — 1930, The water movements in the Straits of Dover. Exceptionnal currents in Winter 1929-1930. (*J. Cons. int. expl. mer*, V, 167-191.)
316. — 1935, The flow of water trough the Straits of Dover. II. (*Fish. Invest. London*, II, XIV, n° 4.)
317. — 1938, Continuous current measuring from light-vessels. Review of Progress, with results for a third winter 1937-1938. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CVII, 16-20.)
318. — 1939, First annual report on vertical log observations in the southern North Sea and Eastern Channel. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CIX, 37-45.)
319. CARTER, N. M. et TULLY, J. P., 1937, A graphical method for the conversion of chlorinity per litre to chlorinity per kilogram (Cl $^{o}/_{oo}$) in sea water analyses. (*J. Cons. int. expl. mer*, XII, 36.)
320. — 1938, A simplified procedure for colorimetric analysis of sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 58.)
321. CASSIE, R. M., 1963, Microdistribution of plankton. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. Mar. Biol. Rev.*, I, 223-252.)
322. CASTRACANE, A., 1886, Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. « CHALLENGER » during the years 1873-1876 under command of Captain George S. Nares R. N., F. R. S., and the late Captain Frank Tourle Thompson, R. N. (*Botany*, p. 178, 30 pl.)

323. CEPEDE, C., 1906, La flore du Pas-de-Calais en 1906. (*Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, VIII, n° 202.)
324. — 1908, Contribution à l'étude des Diatomées marines du Pas-de-Calais. (*C. R. Ass. Franç. Av. sci., 36e Sess.* Reims, 1907, 536-568.)
325. CHABERT D'HIERES, G. et LEPROVOST, C., 1969, Les niveaux moyens dans les mers littorales, applications à la Manche pour une marée de vive-eau moyenne. (*Cah. Océanogr.*, XXI, 251-271.)
326. CHAMBERLAIN, W. et SHAPIRO, J., 1969, On the biological significance of phosphate analysis; comparison of standard and new methods with a bioassay. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 921.)
327. CHAN, K. M. et RILEY, J. P., 1965, The determination of Selenium in sea water, silicates and marine organisms. (*Anal. Chim. Acta*, XXXIII, 36-49.)
328. — 1965, The automatic determination of Phosphate in sea water. (*Deep-Sea Res.*, XIII, 467-471.)
329. — 1966, Automatic determination of certain micro-nutrients in sea water. (*Automation in Analytical Chemistry*, 308-314.)
330. — 1966, Die Bestimmung von Vanadium in Meer- und natürlichen Wässern, biologischen Materialen und Silikatsedimenten und- gesteinen. (*Anal Chim. Acta*, XXXIV, 337-345.)
331. CHARLESWORTH, J. K., 1931, A tentative construction of the successive margins of the quaternary ice-sheets in the region of the North Sea. (*Proc. R. Irish Acad.*, XL, sect. B, 67-83.)
332. CHARLIER, R. H. et LELOUP, E., 1968, Brief summary of some oceanographic contributions in Belgium until 1922. (*Bull. Inst. Océanogr.* N° spéc. 2 : *Prem. Congr. Intern. d'Histoire de l'Océanographie.* Monaco, 1966.)
333. CHASSEMI MASOOD et CHRISTMAN, R. F., 1968, Properties of the yellow organic acids of natural waters. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 583-597.)
334. CHATTON, E., 1920, Les Péridiniens parasites. Morphologie, reproduction, éthologie. (*Arch. Zool. exp. gén.*, LIX, 1-473.)
335. CHAU, Y. K., CHUECAS, L. et RILEY, J. P., 1967, The component combined aminoacids of some marine phytoplankton species. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLVII, 543-554.)
336. CHAU, Y. K. et RILEY, J. P., 1966, The determination of aminoacids in sea water. (*Deep-Sea Res.*, XIII, 1115-1124.)
337. CHAUCHARD, P., 1932, Sur les facteurs de variation du pouvoir réducteur de l'eau de mer. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CXCIV, 1256-1259.)
338. — 1932, Le pouvoir réducteur de l'eau de mer sur le littoral et au large (septembre 1931). (*Bull. Lab. Mus. Hist. nat. St-Servan*, IX, 6-12.)
339. — 1932, Repérage des variations de la salinité par la méthode des conductivités électriques. (*Bull. Lab. Mus. Hist. nat. St-Servan*, X, 1-12.)
340. CHAUCHARD, P., HATTON, H. et FISCHER-PIETTE, E., 1931, Le pouvoir réducteur des eaux de la Manche occidentale sur le littoral et au large (Croisière du « POURQUOI-PAS ? », octobre 1930). (*Ann. Hydrogr. Paris*, 26.)
341. CHAVE, K. E., 1960, Evidence of history of sea water from chemistry of sea deeper subsurface waters of ancient bassins. (*Geol. Soc. Am. Bull.*, XLIV, 357-370.)
342. CHAVE, K. E. et SCHMALZ, R. F., 1966, Carbonate-seawater interactions. (*Geochim. Cosmochim Acta*, XXXIX, 1037-1048.)
343. CHESTERS, C. G. C., APINIS, A. et TURNER, M., 1956, Studies of the decomposition of seaweeds and seaweed products by micro-organisms. (*Proc. Linn. Soc. Lond.*, Sess. 166, 1953-1954, 87-97.)
344. CHEVALLIER, M., 1905, Relations entre la densité et la salinité des eaux de mer. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, II, n° 31, 12 p. 1 pl.)
345. CHIDESTER, F. E., 1924, A critical examination of the evidence for physical and chemical influences of fish migration. (*Brit. J. exp. Biol.*, II, 79-118.)
346. CHOLODNY, N., 1929, Zur Methodik der quantitatives Erforschung des bakteriellen Planktons. (*Centralbl. f. Bakt.*, II, LXXVII, 179-193.)
347. CHOW, T. J., 1955, Flame photometric determination of Strontium in sea water. (*Anal. Chim.*, XXVII, 18-21.)

348. Chow, T. J. et Goldberg, E. D., 1962, Mass spectrometric determination of Strontium in sea water. (*J. mar. Res.*, XX, 163-167.)
349. Chow, T. J. et Matyla, A. W., 1965, Inorganic nutrient anions in deep ocean waters. (*Nature Lond.*, CCVI, 383-385.)
350. Chow, T. J. et Thompson, T. G., 1952, The determination and distribution of Copper in sea water. Part I. The spectrophotometric determination of Copper in sea water. (*J. Mar. Res.*, XI, 124-138.)
351. Chow, T. J. et Thompson, T. G., 1955, Flame photometric determination of Strontium in sea water. (*Anal. Chem.*, XXVII, 18-21.)
352. — 1955, Flame photometric determination of Calcium in sea water and marine organisms. (*Anal. Chem.*, XXVII, 910-913.)
353. Christman, R. F., 1964. The chemistry of color in water. (*In : The trend in engineering. Univ. of Washington*, XVI, 4.)
354. Christman, R. F. et Chassemi, M., 1966, Chemical nature of organic color in water. (*J. Am. Wat. W'ks. Assoc.*, LVIII, 723-741.)
355. Chu, S. P., 1946. The utilization of organic phosphorus by phytoplankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVI, 285-295.)
356. Chuecas, L. et Riley, J. P., 1966, The spectrophotometric determination of Chromium in sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XXXV, 240-246.)
357. Chuilo, V. T., 1940. Spectrographic search for traces of elements in sea water. (*Chem. Abstr.*, XXXIV, 1783.)
358. Claparede, E. et Lachmann, J., 1858-1861, Études sur les infusoires et les rhizopodes. (*Mém. Inst. nat. genevois*, 5-7.)
359. Clark, R. M., 1905, Plankton investigations. (*Rep. N. Sea Fish. Invest. Comm.*, 1902-1903, I, p. 165.)
360. Clark, W. N., 1923-1925, Studies on oxidation-reduction. (*Publ. U.S.A. Health*, Rep. nos 823, 834, 848.)
361. Clarke, F. W., 1920, Data of Geochemistry. (*U. S. Geol. Surv. Washington. Bull.*, no 695.)
362. — 1924, The data of Geochemistry. (*U. S. Geol. Surv. Washington. Bull.*, no 770, 841 p.)
363. — 1933, Observations on the penetration of daylight into mid-Atlantic and coastal waters. (*Biol. Bull. Wood's Hole*, LXV, 317-337.)
364. — 1936, Light penetration in the western North Atlantic and its application to biological problems. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CI, 14 p.)
365. — 1939, The relation between diatoms and copepods as a factor in the productivity of the sea. (*Quart. Rev. Biol.*, XIV, 60-64.)
366. Clarke, G. L. et James, H. R., 1939, Laboratory analysis of the selective absorption of light by sea water. (*J. opt. Soc. Amer.*, XXIX, 43-55.)
367. — 1942, Laboratory analysis of the selective absorption of light by sea water. (*Contrib. Wood's Hole*, no 193.)
368. Clarke, G. L. et Ostler, R. H., 1934, The penetration of the blue and red components of daylight into Atlantic coastal waters and its relation to phytoplankton metabolism. (*Biol. Bull.*, LXVII, 59-75.)
369. Claude, G., 1936, Gold in sea water. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CCII, 1885-1887.)
370. Clement, F. E. et Shelford, V. E., 1939, Bio-Ecology. *New York*, 425 p.
371. Clementson, C. A. B. et Andersen, L., 1966, Plant polyphenols as antioxydants for ascorbic acid. (*Ann. N. York. Acad. Sci.*, CXXXVI, 339-378.)
372. Clerc-Rampal, G., 1930, La Mer. Paris, 300 p., 636 fig., 316 cartes, 26 pl.
373. Cleve, P. T., 1873, Examination of Diatoms found on the surface of the sea of Java. (*Bih. svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, I, 1-13.)
374. — 1873, On Diatoms from the Arctic Sea. (*Bih. svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, I, 1-28, pl. 1-5.)
375. — 1878, Diatoms from the West Indian Archipelago. (*Bih. svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, LVIII, 1-22; pl. 1-5.)
376. — 1883, Diatoms collected during the expedition of the Vega. (*Vega-exped. Vetensk. Arbet. Jakttagel.*, III, 4 pl.)
377. — 1889, Pelagiske Diatomeer fran Kattegat. Kjobenhavn.
378. — 1891, The Diatoms of Finland. (*Acta Soc. Fauna Flora fenn.*, VIII, 2.)

379. — 1894, Plankton undersökningar. Cilioflagellater och Diatomaceer. (*Bih. svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, XX, 16 p., 2 pl.)
380. — 1894, Synopsis of the naviculoid Diatoms. I. (*Kgl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. Stockholm*, XXVI, 194 p., 5 pl.)
381. — 1895, Synopsis of the naviculoid Diatoms. II. (*Kgl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. Stockholm*, XXVII, 219 p. 4 pl.)
382. — 1896, Planktonundersökningar : Vegetabilisk Plankton. *In* EKMAN, G., PETTERSON, O. och WIJNANDER, A., Redogorelse för de Svenska Hydrografiska Undersökoningarne, februari 1896. (*Bih. svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, XXII, 3, 55 p., 1 pl.)
383. — 1896, Diatoms from Baffins Bay and Davis strait collected by Nilsson, M. E. (*Bih. svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, XXII, 3, 22 p., 2 pl.)
384. — 1897, A Treatrise on the Phytoplankton of the Northern Atlantic and its tributaries. Upsala.
385. — 1900, The seasonal distribution of atlantic plankton organisms. Göteborg.
386. — 1900, Notes on some Atlantic Plankton organisms. (*Kgl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. Stokholm*, XXXIV, nº 1.)
387. — 1900, The Plankton of the North Sea, the English Channel and the Skagerrak, in 1898 and 1899. (*Kgl. Svensk. Akad. Handl., Stokholm* XXXII, XXXIII, XXXIV, p. 1675.)
388. — 1901, The seasonal distribution of Atlantic plankton organisms. (*Kgl. Vet. och Vett. Saml. Hand.*, XVII, 36 p.)
389. — 1902, Additional notes on the seasonal distribution of Atlantic plankton organisms. (*Kgl. Vet. och Vett. Saml. Hand.*, XVIII.)
390. — 1902, The plankton of the North Sea and Skagerrak in 1900. (*Kgl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. Stokholm*, XXV, p. 7.)
391. CLEVE, P. T., EKMAN, V. W. et PETTERSSON, H., 1901, Les variations annuelles de l'eau de surface de l'Océan Atlantique. (*Göteborg Vetensk. Samh. Handl.*, III.)
392. CLEVE, P. T. et GRUNOW, A., 1880. Beitrage zur Kenntnis der Arctischen Diatomeen. (*Kongl. Svensk. Akad. Handl.*, XVII, 2, 121, p., 7 pl.)
393. CLOSS, K., 1931. Über dass Vorkommen des Jods im Meer und in Meeresorganismen. Oslo, 150 p.
394. COHEN, E. et RAKEN, H., 1901, De oplosbaarheid van koolzuren kalk in zeewater. (*Verh. Akad. Wetens. Amst.*, IX, 28.)
395. COLEBROOK, J. M., 1960, Continuous plankton record : methods of analysis, 1950-1959. (*Bull. mar. ecol.*, V, nº XLI, 51-64.)
396. — 1964, Continuous plankton records : a principal component analysis of the geographical distribution of zooplancton. (*Bull. mar. ecol.*, VI, nº 3, 78-100.)
397. — 1966, Continuous plankton records : geographical patterns in the annual fluctuations of abundance of some copepods in the North Sea. (*In* BARNES, H., *Some contemporary studies in marine science*, 155-161.)
398. COLEBROOK, J. M. et collab. 1961, Continuous plankton records : contribution towards a plankton atlas of the North-Eastern Atlantic and the North Sea. (*Bull. mar. ecol.*, V, nº 42, 65-111.)
399. COLEBROOK, J. M. et ROBINSON, G. A., 1964, Continuous plankton records : annual variations of abundance of plankton 1948-1960. (*Bull. mar. ecol.*, VI, nº 3, 52-69.)
400. — 1964, Continuous plankton records : seasonal cycles of phytoplankton and Copepods in the North Eastern Atlantic and the North Sea. (*Bull. mar. ecol.*, VI, nº 5, 123-139.)
401. COLLETTE, B. J., 1958, Structural sketch of the North Sea. (*Geol. Mijnbouw*, N. Ser., XX, 336.)
402. — 1960, The gravity field of the North Sea. (*Gravity Expeditions 1948-1949*, Delft, V, 47.)
403. COLLIER, A., 1956, Determination of carbohydrates and proteins in sea water. (*Fish and Wildlife Serv. Spec. Sci. Rept. Fish.*, CLXXVIII, 7-8.)
404. — 1953, The significance of organic compounds in sea water. (*Trans. N. Amer. Wildlife Conf.*, XVIII, 463-472.)
405. COLLIER, A. W., 1970, Oceans and coastal waters as life-supporting environments. (*In* KINNE, O., *Marine ecology*, I, 1-93.)

406. COLLINS, P. et DIEHL, H., 1960, Tripyridyltriazine, a reagent for the determination of Iron in sea water. (*J. mar. Res.*, XVIII, 152-156.)
407. CONINCK, L. DE et SCHUURMANS-STEKHOVEN, J H., jr., 1933. The freeliving marine Nemas of the Belgian Coast. II. (*Mém. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, nº 58, 163 p., 163 fig.)
408. CONOVER, R. J., 1966, Assimilation of organic matter by zooplankton. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 338-345.)
409. — 1966, Factors affecting the assimilation of organic matter by zooplancton and the question of superfluous feeding. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 346-354.)
410. CONRAD, W., 1939, *Goniaulax triacantha* GORG., var. *nov. subinermis.* (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XV, nº 57, 3 p., 6 fig.)
411. CONWAY, E. J., 1943, The chemical evolution of the Ocean. (*Proc. R. Irish. Acad.*, XLVIII, B, 161-212.)
412. — 1945, Mean losses of Na, Ca, etc. in one weathering cycle and potassium removal from the Ocean. (*Amer. J. Sci.*, CCXLIII, 583-605.)
413. COOK, A., 1845, Algal pigments and their signification. (*Biol. Rev.*, XX, p. 115-132.)
414. COOK, E., 1965, Geophysical operations in the North Sea. (*Geophysics*, XXX, 495.)
415. COOPER, L. H. N., 1932, The determination of Nitrate in the sea by means of reduced Strychnine. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVIII, p. 161.)
416. — 1933, A system of rational units for reporting nutrient salts in sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, VIII, p. 331.)
417. — 1933, Chemical constituents of biological importance in the English Channel, Nov. 1930-Janv. 1932. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, p. 55.)
418. — 1934, The variation of excess base with depth in the English Channel, with reference to the seasonal consumption of Calcium by plankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, pp. 737-754.)
419. — 1934, The determination of Phosphorus and Nitrogen in Plankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, 755-759.)
420. — 1935, Chemical constituents of biological importance in the English Channel, Nov. 1930 — Jan. 1932. Part I : Phosphate, Silicate, Nitrate, Nitrite, Ammonia. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVII, 677-728.)
421. — 1935, Iron of the sea and in marine plankton. (*Proc. roy. Soc.*, B, CXVIII, 419-438.)
422. — 1935, Liberation of Phosphate in sea water by breakdown of plankton organisms. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XX, 197-200.)
423. — 1937, Some conditions in the solubility of Iron. (*Proc. roy. Soc.*, B, CXXIV, 299.)
424. — 1937, « Organic » phosphorus in sea water from the English Channel (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXI, 673-678.)
425. — 1937, Oxidation-reduction potential in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXII, 167-176.)
426. — 1937, On the ratio of Nitrogen to Phosphorus in the sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.* (1937-1938), XXII, 177-182.)
427. — 1937, The nitrogen cycle in the sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXII, 183-204.)
428. — 1938, On the ratio of Nitrogen to Phosphorus in the sea. [*J. mar. biol. Ass. U. K.* (1937-1938), XXIII, 179.)]
429. — 1938, Redefinition of the anomaly of the Nitrate-Phosphate ratio. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIII, 179.)
430. — 1938, Phosphate in the English Channel 1933-1938 with a comparison with earlier years, 1916 and 1923-32. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIII, 181-195, 1 fig.)
431. — 1939, Salt error of Phosphate in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIII, 171-179.)
432. — 1948, The distribution of Iron in the waters of the western English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVII, 279-313.)
433. — 1948, The nutrient balance in the sea. (*Research*, I, 6 p.)
434. — 1948, Particulate Ammonia in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVII, 322-325.)
435. — 1951, Chemical properties of the sea water in the neighbourhood in the Labadie bank. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXX, 21-26.)
436. — 1951, Processes of enrichment of surface with nutrients due to strong winds blowing on to a continental slope. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXX, 453-464.)

437. — 1951, The physical and chemical oceanography of the waters bathing the continental slope of the Celtic sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXX, 465-510.)
438. — 1951, Factors affecting the distribution of Silicate in the North Atlantic ocean and the formation of North Atlantic deep water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXX, 511-526.)
439. — 1958, Consumption of nutrient salts in the English Channel as a means of measuring production. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 35-37.)
440. CORBET, A. S., 1934 et 1935, The formation of Hyponitrous acid as an intermediate compound in the biological or photochemical oxidation of Ammonia to Nitrous acid. I : Chemical reactions. II : Microbiological oxidation. (*Biochem. Journ.*, XXVIII, 1575-1582; XXIX, 1086-1096.)
441. CORLISS, J. T., 1965, Determination of Calcium in sea water. (*J. Chem. Educ.*, LXII, 421-423.)
442. CORNER, E. D. et COWEY, C. B., 1964, Some nitrogenous constituents of the plankton. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, II, 147-167.)
443. COURMONT, J. et NOGIER, Th., 1909, Sur la faible pénétration des rayons ultra-violets à travers les liquides contenant des substances colloïdes. (*C. R. Acad. Sci. Paris.*, CXLIX, 364-365.)
444. COWEY, C. B., 1956, A preliminary investigation of the variation of Vitamin B_{12} in oceanic and coastal waters. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXV, 609-620.)
445. COWEY, C. B. et CORNER, E. D. S., 1963, Amino-acids and some other nitrogenous constituents in *Calanus finmarchicus*. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLIII, 485-493.)
446. — 1966, The amino-acid composition of certain unicellular algae, and of the faecal pellets produced by *Calanus finmarchicus* when feeding on them. (*In* BARNES, H., Some contemporary studies in marine science, 225-231.)
447. COX, R. A., 1965, The physical properties of sea water. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical Oceanography*, 73-120.)
448. COX, R. A., CULKIN, F. et RILEY, J. P., 1967, The electrical conductivity/chlorinity relationship in natural sea water. (*Deep-Sea Res.*, XIV, 203-220.)
449. CRAWSHAY, L. R., 1908, On rock remains in the bed of the English Channel. An account of the dredgins carried out by S/S « OITHONA » in 1906. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, VIII, 99.)
450. CREACH, P. V., 1955, Sur la présence des acides citriques et maliques dans les eaux marines littorales. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CCXL, 2551-2553.)
451. CREITZ, G. I. et RICHARD, F. A., 1955, The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. III : A note on the use of « Millipore » membrane filters in the estimation of plankton pigments. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 211-216.)
452. CROMMELIN, R. D., 1947, Petrologie des fractions fines des sédiments marins aux Pays-Bas. (*Sess. extr. Soc. belge Géol.*, 1946, 114-124.)
453. CULBERSON, C. et PYTCOWICZ, R. M., 1968, Effect of pressure on carbonic acid, boric acid the pH in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 403-417.)
454. CULBERSON, C., PYTCOWICZ, R. M. et HAWLEY, J. E., 1970, Seawater Alkalinity Determination by the pH method. (*J. mar. Res.*, XXVIII, 15-21.)
455. CULKIN, F., 1965, The major constituents of sea water. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical oceanography*, 121-161.)
456. CULKIN, F. et COX, R. A., 1966, Sodium-Potassium, Magnesium, Calcium and Strontium in sea water. (*Deep-Sea Res*, XIII, 789-804.)
457. CULKIN, F. et RILEY, J. P., 1958, Gallium. (*Nature Lond.*, CLXXXI, 180.)
457*a*. CUNNINGHAM, J. T., 1895-1897, Physical and biological conditions in the North-Sea. (*J. mar. biol. Assoc. U. K.*, IV, 233-263.)
458. CUPP, E. E., 1943, Marine plankton diatoms of the west coast of North America. (*Bull. Scripp's Inst. oceanogr. techn.*, V, n° 1, 237 p., 5 pl., 160 fig.)
459. CURL, H., 1962, Analyses of Carbon in marine plankton organisms. (*J. mar. Res.*, XX, 181-188.)
460. CURRIE, R. I., 1960, Scalar irradiance as a parameter in phytoplankton photosynthesis and a proposed method for its measurement. (*In* GERLOV, N. G., *Sympos. on Radiant Energy in the sea. Inst. Géogr. Nat. Paris*, 107.)

461. CUSHING, D. H., 1959, On the nature of production in the sea. (*Fish. Invest.*, II, XXII, nº 6, 40 p.)
462. — 1959, The seasonal variations in oceanic production as a problem in population dynamics. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXIV, 455-464.)
463. — 1966, On the ecologic and hydrographical changes in British seas during the last thirty years. (*Biol. Rev.*, IV, 221-258.)
464. CUSHMAN, J. A., 1949, Recent Belgian Foraminifera. (*Mém. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, nº 111, 59 p., 10 pl.)
465. CVIIC, V., 1953, On the ecologic relations of marine bacteria and plankton. (*Att. VI. Congr. intern. Microbiol. Roma*, VII, 367.)
466. CZENSNY, R., 1943, Untersuchungsverfahren zur chemischen Wasseranalyse. *Stuttgart*, 98 p.
467. CZEPA, O., 1953. Über die Extinction des diffusen Tageslichtes im Wasser. (*Ztschr. f. Meteor.*, VII, 58-61.)

468. DAHLBERG, G., 1948, Statistical methods for medical and biological students. *London*, 232 p.
469. DANGEARD, L., 1925, La géologie de la Manche. (*Rev. gén. Sci.*, XXXVI, 237-238.)
470. — 1928. Observations de géologie sous-marine et d'océanographie relatives à la Manche. (*Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, VI, 295 p.)
471. — 1939, Carte lithologique des mers de France. (*Geol. Meere u. Binnengew.*, III, 129-142, 1 fig.)
472. DANGEARD, P. A., 1838, Mémoire sur la famille des Péridiniens. (*Le Botaniste*, XXIX, 3-182.)
473. — 1892, La nutrition animale des Péridiniens. (*Le Botaniste*, III, 7-27.)
474. — 1925, Rapport préliminaire sur la campagne du « POURQUOI-PAS ? » en 1924, par Charcot, J. B. (*Ann. Hydr. Paris.*)
475. — 1926, Sur la flore des Péridiniens de la Manche occidentale. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLXXXII, pp. 80-82.)
476. — 1926, Description des Péridiniens testacés recueillis par la Mission Charcot pendant le mois d'août 1924. (*Ann. Inst. océanogr. Monaco*, N. S., III, 307-334.)
477. — 1928, Phytoplancton recueilli dans les croisières du « POURQUOI-PAS ? ». Mission Charcot, J., juillet-septembre 1925. (*Rev. Algol. Paris*, IV, 97-124.)
478. — 1932. Phytoplancton recueilli à Banyuls-sur-Mer. (*Arch. zool. exp. gén.*, LXXIV, 317-355.)
479. D'ARCY THOMPSON, W., 1909, The salinity of the North-Sea. (*Fish. Invest. Lond.*, 4th Rept., *Northern area*, 1905-1908.)
480. DAUMAS, R. et FIALA M., 1969, Évaluation de la matière organique vivante dans les eaux marines par la mesure de l'adénosine triphosphate. (*Mar. Biol.*, III, 243.)
481. DAVANKOV, A. B., LAUFER, V. M., AZHAZHA, E. G., GORDIEVSKII, A. V. et KIRYUSHOV, V. N. 1962, Extraction of Uranium and other elements from Atlantic Ocean waters. (*Izs. vyssh. ucheb. Zav. Tsvetn. Met.*, V, 118-123.)
482. DAVIDSON, V. M. et HUNTSMAN, A. G., 1926, The causation of diatom maxima. (*Trans. roy. Soc. Canada, Sect. V*, XX, 119-125.)
483. DAWES, C. A. et TETLOW, J. A., 1965, Automatic continuous determination of small concentrations of Nickel in water. (*Technicon 5th intern. Sympos. Automation in Analytical chemistry*. Leatherhead, 232-236.)
484. DEACON, C. E. R., 1965, Chemistry of the sea. I : Inorganic Chemistry in Britain. I, 48-53.)
485. DEBAISIEUX, P., 1922, Un bilan de la Protistologie. (*Rev. quest. sci.*, sér. IV, II, 65-88.)
486. — 1936-1937, La carrière scientifique de G. Gilson, Jubilé professoral de Monsieur Gustave Gilson, 1885-1936. (*Cellule*, XLV, 20 p.)
487. DEBLOCK, A., 1909, Liste des Diatomées rencontrées dans le plancton marin du département du Nord (*In : Lille et la région du Nord*, Lille, 1-9.)
488. DE BREBISSON, A., 1854, Note sur quelques diatomées marines rares ou peu connues du littoral de Cherbourg. (*Mém. Soc. nat. Cherbourg*, II, 241-258.)
489. — 1870, Notes on some French Diatomaceae. (*J. Queckett micr.*, Cl., II, 37-43, 1 pl.)

490. DEFANT, A., 1923, Grundlagen einer Theorie der Nordsee Gezeiten. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, 57-64.)
491. — 1929. Dynamische Ozeanographie. (*Naturw. Monogr. u. Lehrb. IX. Einführung in die Geophysik.*, III, 222 p., Berlin.)
492. — 1929, Stabile Lagerung ozeanischer Wasserkörper und dazu gehörige Stromsysteme. (*Veröff. Inst. Meeresk.*, N. F., XIX.)
493. DEFANT, A., 1957, Aufgaben und Ergebnisse der modernen Meeresforschung. (*Naturw.*, XLIV, 214-225.)
494. DEFFEYES, K. S., 1965. Carbonate equilibria : a graphic and algebraic approach. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 412-426.)
495. DEFLANDRE, G., 1932, Remarques sur quelques Ébriacées. (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, LVII, 302-315, 41 fig.)
496. — 1934, Nomenclature du squelette des Ébriacées et description de quelques formes nouvelles. (*Ann. Protist.*, IV, 77-95, 42 fig.)
497. — 1949, Les Silicoflagellidés. (*XII^e Congr. intern. Zool. Paris*, 198-201.)
498. — 1951, Recherches sur les Ébriédiens. Paléobiologie. Évolution systématique. (*Bull. biol.*, LXXXV, 1684, 238 fig.)
499. DEMANGEON, A., 1927. Les îles britanniques. (*In* VIDAL DE LA BLACHE, P. et GALLOIS, L., *Géographie universelle*, I. Paris, 320 p.)
500. DE MARTONNE, A., 1929, Traité de géographie physique, Paris, I : 496 p., 193 fig.
501. — 1942, La France. France physique. (*In* VIDAL DE LA BLACHE, P. et GALLOIS, L., *Geographie universelle*, VI, 1. Paris, 463 p.)
502. DEMOLL, R., 1927, Betrachtungen über Produktionsberechnungen. (*Arch. f. Hydrobiol. Plankt.*, XVIII.)
503. DERA, J. et GORDON, H. H., 1968, Light Field fluctuation in the photic zone. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 697-699.)
504. DE ROUVILLE, A., 1946, Le régime des côtes. Paris, 644 p.
505. DESGREZ, A. et MEUNIER, J., 1926, Recherche et dosage du Strontium dans l'eau de mer. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLXXXIII, 689-691.)
506. DE TONI, G. B., 1891-1894, Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum. II : *Bacillarieae.* Sect. I : *Rhaphideae*, 1891; Sect. II : *Pseudoraphideae*, 1892; Sect. III : *Cryptorhaphideae*, 1894. Patavii.
507. DEUTSCHE SEEWARTE, 1927, Atlas für Temperatur, Salzgehalt und Dichte der Nordsee und Ostsee. Hamburg.
508. DEVEZE, L., 1950, Contribution à l'étude des bactéries des eaux en relation avec les variations du milieu. (*Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, XLVIII, n° 973.)
509. DEVEZE, L. et DUBOUT-RAZAVET, C., 1957, Considérations sur la précipitation du Calcium dans le milieu marin. (*Rev. Inst. Fr. Pétrole*, XII, 493-500.)
510. DEVEZE, L., 1959, Cycle biologique des eaux et écologie des populations planctoniques. (*Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, fasc. 25, Bull. 15, 3-220.)
511. DEVOIR, A., 1908, Essai sur les mouvements de la mer aux abords du Mont Saint-Michel (époque actuelle et préhistoire). (*Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, V, n° 125.)
512. DIETRICH, G., 1939, Die Absorption der Strahlung im reinen Wasser und im reinen Meerwasser. (*Ann. Hydrogr. Berl.*, LXVII, 411-417.)
513. — 1950, Die natürlichen Regionen von Nord- und Ostsee auf hydrographischer Grundlage. (*Kieler Meeresf.*, VII, 35-96.)
514. — 1950, Die anormale Jahresschwankung des Wärmeeinhalts im Englischen Kanal; ihre Ursachen und Auswirkungen. (*Dtsch. Hydrogr. Z.*, III, 184-201.)
515. — 1953, Die Elemente des jährlichen Ganges des Oberflächentemperatur in der Nord- und Ostsee und den angrenzenden Gewässer. (*Dtsch. Hydrogr. Z.*, VI, 49-64.)
516. — 1953, Die sommerliche Sprungschicht in der mittleren Nordsee und ihr Verhalten auf Grund neuerer Untersuchungen mit V. und F. S. « GAUSS ».
517. — 1953, Verteilung, Ausbreitung und Vermischung der Wasserkörper in der Südwestlichen Nordsee auf Grund der Ergebnisse der « GAUSS »-Fahrt im Februar-März 1952. (*Ber. Dtsch. wiss. Komm. Meeresf.*, XIII, 104-129.)
518. — 1954, Einfluss der Gezeitenstromturbulenz auf die hydrographische Schichtung der Nordsee. (*Arch. Meteor. Geophys. Bioklim.*, Ser. A, 7.)

519. DIETRICH, G. et KALLE, K., 1957. Allgemeine Meereskunde. Eine Einführung in die Ozeanographie. Berlin, 492 p. 223 fig., 63 tabl.
520. DIEULAFAIT, L., 1879, Le cuivre. 2e partie. Chap. I : Cuivre dans les eaux des mers de tous les âges et concentration de ce métal dans certains de leurs dépôts. (*Ann. Chim.*, XVIII, 359-364.)
521. — 1880, Le zinc, son existence à l'état de diffusion complète dans toutes les roches de formation primordiale et dans les eaux de mer de tous les âges. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, XC, 1573.)
522. DIPPEL, W. A. et BRICKER, C. E., 1955, Flame photometric determination of Manganese. (*Anal. Chem.*, XXVIII, 1484-1486.)
523. DITTMAR, W., 1884, Report on researches into the composition of oceanwater collected by H. M. S. « CHALLENGER ». (*Report of the scientific results of the voyage of* « CHALLENGER », 1873-1876, I, *Phys. a. chem.*, 1-251.)
524. DIWALD, K., 1940, Ein Beitrag zur Variabilität und Systematik der Gattung *Peridinium*. (*Arch. Protist.*, XCIII, 121-184.)
525. DOBROLONSKY, S. V., 1944, On the diurnal variations of temperature in the surface layer of the sea and on heat currents at the sea-air interface. (*Dokl. Akad. Nauk*, 45, 371-374.)
526. DOGIEL, V., 1906, Beiträge zur Kenntniss der Peridineen. (*Mitt. Zool. Sta. Neapel*, XVIII.)
527. DOLLFUS, R. Ph., 1930, Rapport préliminaire sur les travaux d'histoire naturelle effectués au cours de la croisière du « POURQUOI-PAS ? » en 1929. Annexe au rapport préliminaire de Charcot, J. B. (*Ann. hydrogr. Paris*, X, 35-58.)
528. DONKIN, A. S., 1858, On the marine *Diatomaceae* of Northumberland with a description of 8 new species. (*Trans. micr. Soc.*, VI, 12-34, 3 pl.)
529. — 1871-1872, The natural history of the British *Diatomaceae*, illustrated by Tuffen West, London, Parts 1, 2, 3, 12 pl.
530. DONOVAN, D. T. et DINGLE, R. V., 1965, Geology of the southern North Sea. (*Nature Lond.*, XXVII, 1186.)
531. DORRESTEIN, R., 1967, Wind and wave data on Netherlands. (*Meded. Verh. K. Nederl. Met. Inst.*, XC, 1-123.)
532. DORSEY, N. E., 1940, Properties of ordinary water-substance (*Amer. Chem. Soc. Monogr.*, Ser. nº 81, New York, 673 p.)
533. DOTY, M. L. et OGURI, M., 1957, Evidence for a photosynthetic daily periodicity. (*Limnol. Oceanogr.*, II, 37-40.)
534. — 1958, Selected features of the isotopic Carbon primary productivity technique. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 47-55.)
535. DOUGHTY, H. W., 1924, Mohr's method for the determination of Silver and halogens in other than natural solutions. (*Journ. Amer. Chem. Soc.*, XLVI, 2707-2709.)
536. DOUGLAD, E., 1967, Carbon monoxide solubilities in sea water. (*J. phys. Chem.*, LXXI, 931-933.)
537. DREBES, G., 1967, *Bacteriastrum solitarium* MANGIN, a stage in the life history of the centric diatom *Bacteriastrum hyalinum*. (*Mar. Biol.*, I, 40.)
538. DRECHSEL, C. F., 1913, Mémoire sur les travaux du Conseil Permanent International pour l'exploration de la mer pendant les années 1902-1912. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XLI, 46.)
539. DREW, G. G., 1911, The action of some denitrifying bacteria in tropical and temperate seas, and the bacterial precipitation of Calcium carbonate in the sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, IX, 142.)
540. — 1914, On the precipitation of Calcium carbonate in the sea by marine bacteria and on the action of denitrifying bacteria in tropical and temperate seas. (*Carneg. Instn. Washington. Publ.*, nº 182, 7-45.)
541. DROOP, M. R., 1955, A suggested method for the essay of Vitamin B_{12} in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, 34, 435-440.)
542. — 1957, Vitamin B_{12} in marine ecology. (*Nature*, CLXXX, 1041.)
543. — 1957, Auxotrophy and organic compounds in the nutrition of marine phytoplankton. (*J. gen. Microbiol.*, XVI, 286-293.)
544. DUBRAVCIC, M., 1955, Determination of Iodine in natural waters (Sodium chloride as a reagent in the catalytic reduction of Ceric ions). (*Analyst*, LXXX, 295-300.)

545. DUDLEY-STAMP, L., 1927, The Thames drainage system and the age of the Strait of Dover. (*Geogr. Mag.*, LXX, 386-390.)
546. — 1936, The geographical evolution of the North-Sea basin. (*J. Cons. int. expl. mer*, XI, 135-163.)
547. DUEDALL, I. W et WEYL, P. K., 1967, The partial equivalent volume of salts in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 52-59.)
548. DUGDALE, R. C., 1967, Nutrient limitation in the sea : dynamics identification and significance. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 685-695.)
549. DUGDALE, R. C. et GOERING, J. J., 1967, Uptake and regenerated forms of Nitrogen in primary productivity. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 196-206.)
550. DUSSART, B., 1949, Les techniques de prises quantitatives de plancton et le mode de représentation des résultats. (*Bull. franç. piscic.*, nº 153, 151-158.)
551. — 1950, La productivité de l'eau de mer. (*Conf. Centre rech. ét. océanogr.*, nº 6, 6 p.)
552. DUSSART, B. et FRANCIS-BŒUF, C., 1949, Technique du dosage de l'Oxygène dissous dans l'eau basée sur la méthode de Winkler. (*Circ. Centre rech. ét. océanogr., Inst. techn.*, nº 1, 8 p.)
553. DUURSMA, E. K., 1960, Dissolved organic Carbon, Nitrogen and Phosphorus in the sea. (*Neth. J. Sea Res.*, I, 1-148.)
554. — 1963. The production of dissolved organic matter in the sea, as related to the primary gross production of organic matter. (*Neth. J. Sea Res.*, II, 85-94.)
555. — 1965, The dissolved organic constituents of sea water. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., Chemical oceanography, I, 433-475.)
556. DUURSMA, E. K. et SEVENHUYSEN, W., 1966, Note on chelation and solubilisation of certain metals in sea water at different pH values. (*Neth. J. Sea Res.*, III, 95-106.)
557. DYRSSEN, D., 1965, Zur Bestimmung der Alkalität in Seewasser. (*Acta. Chem. Scand.*, XIX, 1265.)
558. DYRSSEN, D., JAGNER, D., SVEDUNG, D., WENGELIN, F. et AREN, K., 1966, Progress report on potentiometric titrations of Alkalinity and Chlorinity of sea water. (*In : Report on the chemistry of sea water. II, Deptm. Analyt. Chem. Univ. Göteborg*, Sweden, 18 p., unpubl. manuscr.)
559. DYRSSEN, D., JAGNER, D. et JOHANSSON, H., 1968, On the potentiometric titration of Calcium in sea water using a Calcium selective membrane electrode. (*Rept. Chem. sea Water Univ. Göteborg*, VI, 22 p.)
560. DYRSSEN, D. et SILLEN, L. G., 1967, Alkalinity and total Carbonate in sea water. A plea for p-T independent data. (*Tellus*, XIX, 113-121.)
561. EDELMAN, C. H., 1939, Petrological relations of the sediments of the Southern North-Sea (*In* TRASK, P. D., *Recent marine sediments, a Symposium*, London, 343-347.)
562. EDMOND, J. M., 1970, High precision determination of titration Alkalinity and total Carbon dioxide content of sea water by potentiometric titration. (*Deep-Sea Res.*, XVII, 737-750.)
563. EDMONDSON, W. T., 1955, Factors affecting productivity in fertilized salt water. (*Deep-Sea Res.*, Suppl. to vol. III, 451-463.)
564. EGGVIN, J., 1937, New oceanographic investigations in the Northern North-Sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CV, p. 56-62.)
565. EHRENBERG, C. G., 1838, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen, Leipzig, 547 p., 64 pl.
566. — 1839, Recherches sur l'organisation des Infusoires, traduit par MANDL, joint au *Traité du Microscope* par MANDL. Paris, 14 pl.
567. — 1840, Über noch jetzt zahlreich lebende Tierarten der Kreidebildung und der Organismus der Polythalamien. Berlin.
568. — 1843, Neue Beobachtungen über den sichtlicher Einflüss der Mikroskopischer Organismen auf den Boden der Elbbettes bis oberhalb Hamburg. (*Monatsber. Berl. Akad.*, 161.)
569. — 1854, Mikrogeologie. Die Erden und Felsen schaffende wirkung des unsichtbar kleinen selbstandigen Lebens auf der Erde. Leipzig. I, Text; II, Atlas.
570. EHRHARDT, M., 1969, A new method for the automatic measurement of dissolved carbon in sea water. (*Deep-Sea Res.*, XVI, 393-397.)

571. EICHHOLZ, G. G., GALLI, A. N. et ELSTON, L. W., 1966, Problems in trace element analysis in water. (*Wat. Res. Res.*, II, 561-566.)
572. EISMA, D., DAS, H. A., HOEDE, D., VAN RAAPHORST, F. G. et ZONDERHUIS, J., 1966, Iron and trace elements in dutch coastal sands. (*Netherl. J. Sea Res.*, III, 68-94.)
573. EKMAN, S., 1940. Die biologische Geschichte der Nord- und Ostsee. (*In* GRIMPE, G. et WAGLER, E., *Die Tierwelt der Nord- und Ostsee.* 40 p.)
574. EKMAN, V. W., 1908, Die Zusammendruckbarkeit des Meerwassers. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XXXIII, 47 p.)
575. — 1914, Der adiabatische Temperaturgradient im Meere. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, XLII, 340-344.)
576. ELSDEN, S. R., 1962, Assimilation of organic compounds by photosynthetic bacteria. (*Federation Proc.*, XXI, 1047-1052.)
577. EMERSON, R., 1930, The chlorophyll factor in photosynthesis. (*Amer. Nat.*, LXIV, 252-260.)
578. EMERSON, R., GREEN, L. et WELSCH, J. C., 1940, Relations between quality of chlorophyll and capacity of photosynthesis. (*Plant. Physiol.*, XV, 311-317.)
579. EMERY, K. O., 1954, Nutrient budget in the Ocean. (*Ass. océanogr. phys. géodés. géophys. intern. Proc. Verb.*, VI, 265, *Bergen.*)
580. EPPLEY, R. W., COATSWORTH, J. L. et SOLORZANO, L., 1969, Studies of Nitrate reductase in marine phytoplankton. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 194-205.)
581. EPPLEY, R. W., ROGERS, J. N. et MCCARTHY, J. J., 1969, Half-saturation constants for uptake of Nitrate and Ammonium by marine phytoplankton. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 912.)
582. EPPLEY, R. W. et SLOAN, P. R., 1965, Carbon balance experiments with marine phytoplankton. (*J. Fish. Res. Bd. Canada*, XXII, 1083-1097.)
583. ERENS, A., 1890, Le courant Normano-breton de l'époque glaciaire et le transport des roches originaires des côtes occidentales de la France jusqu'au Sud des Pays-Bas. (*Arch. Mus. Teyler*, II, IV.)
584. ERNST, T., et HOERMAN, H., 1936, Bestimmung von Vanadium, Nickel und Molybdän in Meerwasser. (*Nachr. Ges. wifs. Göttingen. Math. Phys. Kl.*, IV, I, 205-208.)
585. ESDALL, J. T. et BLANCHARD, M. H., 1933, Activity ratio of zwitterions and uncharged molecules in ampholyte solutions. Dissociation constants of amino acid esters. (*J. Amer. Chem. Soc.*, LV, 2337-2353.)
586. ESPIL, L., 1934, Chimie de l'eau de mer et des algues marines. (*Bull. Soc. sci. Arcachon*, XXXI, 81-100.)
587. — 1935, Sur quelques rapports ioniques dans l'eau de mer. (*Bull. Soc. chim. France*, sér. V.)
588. EVERDINGEN, E. VAN et WIND, C. H., 1904, Oberflächentemperaturmessungen in der Nordsee. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XIV, 10 p.)
589. EYSTER, C., 1968, Seawater as a source of plant nutrients. (*Nature Lond.*, CCXX, 260-261.)
590. FABRICAND, B. P., SAWYER, R. R., UNGAR, S. G. et ADLER, S., 1962, Trace metal concentrations in the ocean by atomic absorption spectroscopy. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, XXVI, 1023-1027.)
591. FAGE, L. et LEGENDRE, R., 1927, Pêches planctoniques à la lumière effectuées à Banyuls-sur-Mer et à Concarneau. (*Arch. zool. exp. gén.*, LXVIII, p. 23.)
592. FARRAN, G. P., 1932, The occurrence of *Trichodesmium Thiebautii* off the south coast of Ireland. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXVIII, p. 60.)
593. FAURE-FREMIET, E., 1908, Étude et description des Péridiniens et des Infusoires ciliés du plankton de la Baie de la Hougue. (*Ann. sci. nat.*, sér. IX, VII, 209-240.)
594. — 1922-1923, Le microplancton de la Baie de Le Croisic. (*Bull. Soc. zool. France*, XLVII, 430; XLVIII, 258.)
595. FAURHOLT, C., 1924, Studier over kuldioxyd, kulsyre og karbonater. (*J. Chim. phys.*, XXI, 400.)
596. — 1925, Studier over kuldioxyd, kulsyre og karbonater. (*J. Chim. phys.*, XXII. 1.)
597. FEDOROV, K. N., 1967, Current velocity in the Dover Strait as derived from salinity observations. (*Okeanologia. Akad. Nauk. SSSR.*, VII, 601-606.)

598. FEDOROV, M. V., 1958, Investigations of the chemical basis of productivity in sea basins. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 61-64.)
599. FEE, E. J., 1969, A numerical model for the estimation of photosynthetic production, integrated over time and depth in natural waters. (*Limnol. oceanogr.*, XIV, 906.)
600. FELL, J. W. et UDEN, N. VAN, 1961, Yeasts in marine environment. (*In* OPPENHEIMER, C. H., *Marine Microbiology*, 329.)
601. FERNANDEZ, A. et ESTHER Y TAIZO OKUDA, 1967, Comparacion de los differentes metodos en la determinacion de nitrito en el agua de mar. (*Boln. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, V, 96-104.)
602. FIADEIRO, M., SOLORZANO, L. et STRICKLAND, J. D. H., 1967, Hydroxylamine in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 555-556.)
603. FILARSKI, J., 1968, Polish hydrographical observations in the North Sea in summer and autumn 1960. (*Ann. biol. Copenh.*, XXIII, 60-65.)
604. FININGER, O., 1950, Zur terminologie des limnischen Produktionsproblemen. (*Arch. Hydrobiol. Plankt.*, XLIII, 171-183.)
605. FISCHER, B., 1894, Die Bakterien des Meeres. (*Ergebn. d. Plankton Exped. der* HUMBOLDT *Stift*, IV.)
606. FISCHER, E., 1927, Rapport sur le pouvoir réducteur de l'eau de mer et la répartition des organismes du littoral. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLXXXV, 1525.)
607. — 1929, Recherches de bionomie et d'océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche. (*Ann. Inst. océanogr. Monaco*, V, 429 p.)
608. — 1931, Die Frage der bakteriologische Kalkfällung in der tropische See. (*Ber. dtsch. bot. Ges.*, XLIX, 357-359.)
609. FISHMAN, M. J. et SKOUGSTAD, M. W., 1964, Catalytic determination of Vanadium in water. (*Anal. Chem.*, XXXVI, 1643-1646.)
610. FLEISCHER, W. E., 1934-1935, The relation between chlorophyll content and rate of photosynthesis. (*J. gen. Physiol.*, XVIII, 573-597.)
611. FLEMING, R. H., 1939, The control of diatom populations by grazing. (*J. Cons. int. explor. mer*, XIV, 210-227.)
612. — 1940, Composition of plankton and units for reporting populations and production. (*Proc. Pacific. Sci. Congr.*, III, 535-540.)
613. FOGG, G. E., 1952, The production of extracellular nitrogenous substances by bluegreen alga. (*Proc. Roy. Soc. (B)*, CXLIX, 372-397.)
614. — 1958, Extracellular products of phytoplankton and the estimation of primary production. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 56-60.)
615. — 1963, Extracellular products. (*In* LEWIN, R. A., *Physiology and biochemistry of Algae*, New York, 475-489.)
616. — 1963, The role of algae in organic production in aquatic environments. (*Brit. Phycol. Bull.*, II, 195-205.)
617. FOGG, G. E. et NALEWAJKO, C., 1964, Glycollic acid as an extracellular product of phytoplancton. (*Verh. int. Ver. Limnol.*, X, 806-810.)
618. FOGG, G. E., NALEWAJKO, C. et WATT, W. D., 1965, Extracellular products of phytoplankton photosynthesis. (*Proc. R. Soc. London*, B, CLXII, 517-534.)
619. FOGG, G. E. et WATT, W. D., 1965, The kinetics of release of extracellular products of photosynthesis by phytoplankton. (*Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, XVIII, suppl., 165-174.)
620. FOMINA, L. S., 1967, On the determination of Manganese of different valency in its combined presence. (*Trudy Inst. Okeanol.*, LXXXIII, 99-114.) (In Russ.)
621. FONTAINE, M., 1927, Sur les causes d'une variation de salinité observée dans l'Océan à la pointe du Croisic. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLXXXV, 1055.)
622. — 1929, Sur les variations de salinité observées au Croisic. Conséquences biologiques et économiques. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco.* X, XXVI, nº 547.)
623. FORCH, C., KNUDSEN, M. et SORENSEN, S. P. L., 1902, Berichte über die Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen. (*Kgl. Danske Vidensk. Selskr. 6. Raekke. naturv. og Mathem.*, XII, 151 p.)
624. — 1902, Berichte über die chemische und physikalische Untersuchung des Seewassers und die Aufstellung der neuen hydrographischen Tabellen. (*Wiss. Meeresuntersuch.*, N. F., VI.)

625. FORCHHAMMER, G., 1850, On the proportion of fluoride present in the Baltic; on the rare substances which occur in sea water (Fluorine and Phosphoric acid). (*Edinb. Phil. J.*, XLIX, 345.)
626. — 1865, On the composition of sea water in the different parts of the Sea. (*Phil. Trans. R. Soc. London*, CLV, 203-262.)
627. FORSTER, W. et ZEITLIN, H., 1966. Spectrophotometric determination of Nickel in seawater with Quinozaline-2,3 dithiol. (*Analyt. Chem.*, 649-650.)
628. — 1966. A modified Dimethylglyoxime method for the determination of Nickel in seawater. (*Anal. Chim. Acta*, XXXV, 42-53.)
629. FOULCKE, C. W. et BAWDEN, A. T., 1926. A new type of end-point in electrometric titration and its application to iodometry. (*J. amer. chem. Soc.*, nº 48, 2045-2051.)
630. FOWDEN, L., 1962, Amino acids and proteins. [*In* LEWIN, R. A. (1962), *Physiology and biochemistry of algae*, 189-209.]
631. FOWLER, G. H., 1912, Science of the sea. London, 452 p., 217 fig.
632. FOX, O. J. J., 1906. On the determination of the atmospheric gases dissolved in water. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, nº 21, 24 p.)
633. — 1907, On the coefficients of absorption of the atmospheric gases in distilled water and seawater. I : Nitrogen and Oxygen. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, nº XLI, 27 p.)
634. — 1909, On the coefficients of absorption of the atmospheric gases in distilled and seawater. II : Carbonic acid. (*Acta Soc. sci. fenn. Hydrogr. Biol. Unters.*, nº 44.)
635. — 1909. On the coefficients of absorption of Nitrogen and Oxygen in distilled water and sea water and of atmospheric Carbonic acid in sea water. (*Trans Faraday Soc.*, V, 68-87.)
636. — 1909, On the coefficients of absorption of the atmospheric gases in distilled water and sea water. II : Carbonic acid. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XLIV, 51 p.)
637. FOX, D. L., OPPENHEIMER, C. H. et KITTREDGE, 1953, Microfiltration in oceanographic research. 2. Retention of colloidal micelles by adsorptive filters and by filter-feeding invertebrates; proportions of dispersed organic matter and of organic solutes. (*J. mar. res.*, XII, 233-243.)
638. FOYN, B. et GRAY, H. H., 1928, Über Oxydation von organische Stoffen im Meerwasser durch Bakterien. (*Avh. Norske Vidensk. Akad.*, nº 3.)
639. FOYN, E., KARLIK, B., PETTERSSON, H. et RONA, F., 1939, Radioactivity in sea water. (*Göteborg. Vetensk. Saml. Handl.*, F 5, B, nº 12, 44 p., *Nature Lond.*, CXLIII, 1939, 275-276.)
640. FRAGA, F., 1966, Conservacion de muestras de agua de mar para la determinacion de nitrogeno organico. (*Investigaç. pesq.*, XXX, 603-608.)
641. FRANCIS-BŒUF, Cl., 1947, Les Océans. Paris, 126 p.
642. FRASER, J. H., 1968, The overflow of oceanic plankton to the shelf waters of the north-east Atlantic. (*Sarsia*, XXXIV, 313-330.)
643. FREAR, C. L. et JOHNSTON, J., 1929, Solubility of Calcium carbonate (Calcite) in certain aqueous solutions at 25º. (*J. am. Chem. Soc.*, I, p. 2082.)
644. FRIEDRICH, H., 1952, Betrachtungen zur Synökologie des ozeanischen Pelagials. (*Veröff. Inst. Meeresk. Univ. Berlin*, I, 7-36.)
645. — 1954, Die Planktonkunde des Meeres, ein Ergebnis integrieren der Forschung. (*Veröff. Inst. Meeresk. Univ. Berlin*, III, 1-8.)
646. — 1954, Über den Stand unserer Kenntnis der arten in marinen Pelagial. (*Veröff. Inst. Meeresk. Univ. Berlin*, III, 34-41.)
647. FRITSCH, F. E., 1935, The structure and the reproduction of the Algae. I, Cambridge, 791 p. 243 fig.
648. — 1945, The structure and the reproduction of the Algae. II, Cambridge, 939 p., 336 fig.
649. FROMAGEOT, C., 1923, Influence de la concentration en sels de l'eau de mer sur l'assimilation chlorophyllienne. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLXXVII, 779-780.)
650. — 1924, Sur les relations entre l'état physico-chimique et le fonctionnement du protoplasme, Photosynthèse et respiration. (*Bull. Soc. chim. biol. Paris*, VI, 169-180.)
651. FROST, N., 1938, The genus *Ceratium* and its use as an Indicator of hydrographic conditions. (*Res. Bull.*, nº 5. *Dept. of Nat. Resources. St. John's.*)

652. FUKAI, J., 1954, Critical studies on the analytical methods for minor chemical constituents of sea water. I : On the estimation of Phosphate-Phosphorus. (*J. Oceanogr. Soc. Jap.*, X, 112-120.)
653. FUKAI, R., 1968, A spectrophotometric method for determination of Cobalt with solide Manganese dioxide. (*J. Oceanogr. Soc. Jap.*, XXIV, 265-274.)
654. FUKAI, R., HUYN, L. et VAS, D., 1965, Determination of trace amounts of Cobalt in sea water after enrichment with solide Manganese dioxide. (*Nature Lond.*, CCXI, 726-727.)
655. FULTON, T. W., 1897, The surface currents of the North Sea. (*Scott. Geogr. magazine*, XIII, 636-645.)
656. GAARDER, F., 1919, Die Hydroxylzahl des Meerwassers. (*Bergens Mus. Arb.*, n° 3.)
657. GABRIELSEN, E. K. et STEEMAN-NIELSEN, E., 1938, Kohlensäureassimilation und Lichtqualität bei den marine Planktondiatomeen. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XVIII, 1-4.)
658. GAD-ANDRESEN, K. L., 1923, A method for quantitative determination of Ammonia, Nitrate and Nitrite, together with other nitrogenous compounds in sea water. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, n° 82, 22 p.)
659. GAFFRON, H., 1944, Photosynthesis, photo-reduction and dark reduction of Carbon dioxide in certain algae. (*Biol. rev.*, XIX, 1-20.)
660. GAHLER, A. R., 1954, Colorimetric determination of Copper with neocuproine. *Anal. Chem.*, XXVI, 577-579.)
661. GALADZHKIEV, M. et MALM, E., 1929, The influence of some physico-chemical factors on marine water Protozoa. (*C. R. Acad. Sci. Leningrad.*, n° 18.)
662. GALL, M. H. W., 1949, Measurements to determine extinction coefficients and temperature gradients in the North Sea and English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVI, 757-780.)
663. GALTSOFF, P. S., 1943, Copper content of sea water. (*Ecology*, XXIV, 263-265.)
664. GARDINER, A. C., 1931, The validity of single vertical hauls of the international net in the study of the distribution of plankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVIII, 449-472.)
665. — 1937, Phosphate production by planctonic animals. (*J. Cons. int. expl. mer*, XII, 144-146.)
666. — 1943, Measurement of Phytoplankton population by the pigment extraction method. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXV, 739-744.)
667. GARDINER, S., 1920, The physico-chemical conditions underlying life in the sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XXVI, 71.)
668. GARSTANG, W., 1938, On the size changes of Diatoms and their oceanographic significance. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXII, 83-96.)
669. GAST, J. A. et THOMPSON, T. G., 1958, Determination of the Alkalinity and Borate concentration in sea water. (*Anal. Chem.*, XXX, 1549-1551; *Anal. Abstr.*, VI, 760.)
670. GAUTIER, A., 1903, Arsenic dans les eaux de mer, dans le sel gemme, le sel de cuisine, les eaux minérales, etc. Son dosage dans quelques réactifs usuels. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLVIII, 1631.)
671. GEBBING, J., 1910-1911, Über den Gehalt des Meeres an Stickstoffnährsalze, usw. (*Int. Rev. Hydrob.*, III, 50.)
672. GEE, A. H., 1932, Calcium equilibrium in sea water. (*Bull. Scripp's Inst. Oceanogr. techn.*, III, 145-190.)
673. GEE, A. H., GREENBERG, D. et MOBERG, E., 1932, Calcium equilibrium in sea water. II : Sealed bottles shaken at constant temperature (*Bull. Scripp's Inst. Oceanogr. techn.* III, 158.)
674. GEE, A. H. et MOBERG, E. G., 1932, Calcium equilibrium in sea water. III : Empirical variation of gas phase. (*Scripp's Inst. Oceanogr. techn.*, III, 165-173.)
675. GEE, A. H., et MOBERG, E. G., 1930, Calcium carbonate in sea water. Rept. Comm. of Sedimentation 1928-1929. (*Nat. Res. Counc. Rev. Circular*, ser. n° 92, 50-51.)
676. GEHRKE, J., 1907, Mean velocity of the Atlantic currents running North of Scotland and through the English Channel. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, n° 40, 18 p.)
677. — 1916, Über die Sauerstoffverhältnisse der Nordsee. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, XLVI, 177-193.)

678. GEIGER, M. E. et HOPPING, C. A., 1968, Triassic stratigraphy of the southern North Sea basin. (*Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, B, CCLIV, 1-36.)
679. GELLIS, S. S. et CLARKE, G. L., 1936, Organic matter in dissolved and in colloïdal form as food for *Daphnia magna*. (*Physiol. zool.*, VIII, 127-137.)
680. GEMEINHARDT, K., 1930, Silicoflagellates. (*In* RABENHORST, L., *Kryptogamenflora*, X, 1-85.)
681. GESSNER, F., 1949, Der Chlorophyllgehalt in See und seine photosynthetische Valenz as geophysikalischen Problem. (*Z. Hydrol.*, XI, 378-410.)
682. — 1943, Die Assimilatorische Leistung des Phytoplankton auf seinen Chlorophyllgehalt. (*Z. Bot.*, XXXVIII, 414-424.)
683. — 1957. Meer und Strand. Berlin, 2e ed., 426 p., 211 fig.
684. — 1959. Hydrobotanik. I : Energiehaushalt, 517 p. 291 fig.-II : Stoffhaushalt, Berlin, 701 p., 349 fig.
685. — 1970, Temperature. Plants. (*In* KINNE, O., *Marine ecology*, I, 363-406.)
686. GIBB, T. R. P., 1942, Optical methods of chemical analysis. New York, 391 p.
687. GIGUERE, P. A. et LAUZIER, L., 1945, Analyse polarométrique de l'Oxygène dissous avec une microélectrode de platine. (*Canad. J. Res.*, B, XXIII, 223-233.)
688. GILBRICHT, M., 1957, Ein Verfahren zum oxydativen Nachweis von organischer Substanz im Seewasser. (*Heligoland wiss. Meeresuntersuch.*, VI, 76-83.)
689. — 1961, Eine Methode zum directen Nachweis von Ammoniak im Seewasser. (*Heligoland wiss. Meeresuntersuch.*, VIII, 58-67.)
690. GILMARTIN, M., 1967, Changes in inorganic phosphate concentration occuring during sea water sample storage. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 325-326.)
691. GILSON, G., 1900. Exploration de la Mer sur les côtes de la Belgique en 1899. (*Mém. Inst. Sci. nat. Belg.*, I, 81 p., 10 fig., 3 cartes.)
692. — 1907, Exploration de la Mer sur les côtes de la Belgique. Variations horaires, physiques et biologiques de la mer. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, IV, 87 p.)
693. — 1924, Exploration de la Mer sur les côtes de la Belgique. III. Recherche sur la dérive dans la Mer du Nord. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, XXXV, 51 p.)
694. — 1914, Sympoda (Cumaceae). (*Bull. trimestr. Cons. int. expl. mer. Résumé planctonique*, 44 p.)
695. — 1914, Le Musée royal d'Histoire naturelle, sa mission, son organisation, ses droits. (*Mém. Inst. Sci. nat. Belg.*, VII, 256 p., 143 fig.
695*a*. — 1925, L'exploration de la mer au point de vue des pêcheries. (*Ostende*, 23 p.)
696. — 1928, Rapport jubilaire du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer (1902-1927). Participation de la Belgique. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXXI, 162-165.)
696*a*. — 1928, La pêche littorale sur les côtes de Belgique. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LI, 175 p.)
697. — 1930, Les recherches maritimes en Belgique. (*Rev. quest. scient.*, IVe sér., XVIII, 23-44.)
698. — 1932, Report to the combined North Sea and Eastern Channel Committee 1931. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXXI, 162-165.)
699. — 1933, Institut d'Études maritimes d'Ostende. Rapport sur l'activité de l'Institut en 1932-1934. Ostende, 19 p.
700. — 1934, Institut d'Études maritimes d'Ostende. Rapport sur l'activité de l'Institut en 1933-1934. Ostende, 14 p.
701. GILSON, H. C., 1937, The Nitrogen cycle. (*Sci. Rep. Murray exped.*, 1933-1934, II, 21-81.)
702. GIRAL, J., 1929, Quelques observations aux thèmes : Méthode pour l'étude des phosphates et des matières azotées dans l'eau de mer. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LIII, 53.)
703. GIRAL, J. et GOMEZ IBANEZ, O., 1930, Détermination des composés azotés dans l'eau de mer. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXVII, 93.)
704. GLAZUNOV, A., 1928, The extraction of Gold from sea waters. (*Chem. Abstr.*, XXIII, 4656, 1929.)

705. GLOVER, R. S., 1952, Continuous plankton records : The *Euphausiaceae* of the North Eastern Atlantic and the North Sea, 1946-1948. (*Bull. mar. ecol.*, III, nº 23, 185-214.)
706. — 1953, The HARDY plankton indicator and sampler : a description of the various models in use. (*Bull. mar. ecol.*, IV, nº 26, 7-20.)
707. GLOVER, R. S., COOPER, G. A. et FORSYTH, D. C. T., 1961, An ecological survey of a scottish Herring Fishery. III. Geographical and ecological groups in the plankton. (*Bull. mar. ecol.*, V, nº 47, 195-205.)
708. GOCKE, K., 1970, Untersuchungen über Abgabe und Aufnahme von Aminosäuren und Polypeptiden durch Planktonorganismen. (*Arch. Hydrobiol.*, LXVII, 285-367.)
709. GOEDECKE, E., 1936, Der Kalkgehalt im Oberflächenwasser. (*Arch. d. dtsch. Seewarte.* LV.)
710. — 1936, Beiträge zur Hydrographie der Südlichen Nordsee. (*Arch. Dtsch. Seewarte*, LVII, nº 1.)
711. — 1937, Die Gesamtkalkgehalts- und Alkalinitätsverhaltnisse im Oberflachenwässer der Hoofden im Januar 1935 in Beziehung zur früheren Kalkgehaltsuntersuchungen in der Nordsee. (*Ann. Hydr. Berlin*, LXV, 413-419.)
712. — 1939, Die Bedeutung der quantitativen Filtration von Wasserproben für die Bestimmung der Titrationsalkalinität. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXVII, 365-368.)
713. GOEDECKE, E., SMED, J. et TOCZAK, G., 1967, Monatskarten des Salzgehaltes der Nordsee dargestellt für verschiedene Tiefenhorizonten. (*Ergänz Heft dtsch. Hydr. Ztschr.*, B-4, 13 p.)
714. GOERING, J. J. et MENZEL, D. W., 1965, The nutrient chemistry of the sea surface. (*Deep-Sea Res.*, XII, 839-843.)
715. GOLD, K., 1968, Some factors affecting the stability of thiamine. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 185-188.)
716. GOLD, K., ROELS, O. A. et BANK, H., 1966, Temperature dependent destruction of thiamine in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 410-413.)
717. GOLDBERG, E. D., 1954, Marine Geochemistry. I : Chemical scavengers of the sea. (*J. Geol.*, LXII, 249-265.)
718. — 1957, Biogeochemistry of trace elements. (*Geol. Soc. Amer. Mem.*, LXVII, 345-358.)
719. — 1961, Chemistry in the oceans. (*In* SEARS, M., *Oceanography. Washingt.* 583-597.)
720. — 1963, The oceans as a chemical system. (*In* HILL, M. N., *The Sea.* 3-25.)
721. — 1965, Minor elements in sea water. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical Oceanography*, I, 163-196.)
722. GOLDBERG, E. D., WALKER, T. J. et WHISENAND, A., 1951, Phosphate utilization by Diatoms. (*Biol. bull.*, 101; 274-284.)
723. GOLDMAN, C. R., 1965, Micronutrient limiting factors and their detection in natural phytoplankton populations. (*Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, XVIII, suppl., 121-135.)
724. GOLDMAN, C. R., MASON D. T. et WOOD, B. J. B., 1963, Light injury and inhibition in antarctic freshwater phytoplankton. (*Limnol. Oceanogr.*, VIII, 313-322.)
725. GOLDSCHMIDT, H., 1959, Die Bedeutung der Enzyme in Meerwasser. (*Chem. Ztg.*, LXXXIII, 442-445.)
726. GOLDSCHMIDT, V. M., BERMAN, H., HAUPTMANN, H. et PETERS, O., 1933, Zur Geochemie der Alkalimetalle. (*Nachr. Ges. Wiss. Göttingen*, F 4, *Geol. u. Min.*, 235-244.)
727. GOLDSCHMIDT, V. M. et STROCK, L. W., 1935, Zur Geochemie des Selens. II. (*Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys.*, I, 123 (142).
728. GOLTERMAN, H. L. et CLYMO, R. S., 1967, Chemical environment in the aquatic habitat. (*Proc. I. B. P. Sympos. Amsterdam*, 322 p.)
729. GOOR VAN A. C. J., 1920, Het phytoplankton (*In* REDEKE, H. C., *Flora en Fauna der Zuiderzee.* De Helder, 92-123.)
730. — 1920, Zur Charakteristik einiger *Coscinodiscineae.* (*Rec. trav. bot. néerl.*, XVII, 1-25.)
731. — 1923, Beiträge zur Kenntnis des Nannoplanktons der Südlichen Nordsee. I. (*Verh. Rapp. Rijksinst. Visserijonderz.*, I, 139-182.)
732. — 1924, Über einige neue und bemerkenswerte Schwebealgen. (*Rec. trav. bot. néerl.*, XXI.)

733. GORGY, S., RAKESTRAW, N. W. et FOX, D. L., 1948, Arsenic in the sea. (*J. mar. res.*, VII, 22-31.)
734. GOUGH, L. F., 1905, Report on the Plankton of the English Channel in 1903. (*Mar. biol. Assoc. Int. invest.* Rept. I.)
735. — 1907, Report on the Plankton of the English Channel in 1904 and 1905. Second report on fishery and hydrographical investigations in the North-Sea and adjacent waters. (*Mar. biol. Ass. Int. invest. Rept.*, II, 165-268.)
736. GOULSTON, D., 1931, Variations of the Hydrogen-ion concentration of seawater. (*Journ. Proc. R. Soc. N. S. Wales*, LXV, 43-60.)
737. GOURRET, P., 1883, Sur les Péridiniens du Golfe de Marseille. (*Ann. Mus. Hist. nat. Marseille. Zoologie, Mém.* I, 114.)
738. GRAHAM, H. W., 1943, Chlorophyll content of marine phytoplankton. (*J. mar. res.*, V, 153-160, 1 fig.)
739. — 1943, Chlorophyll content of marine plankton. (*Scripp's Inst. oceanogr. Univ. Calif. Contrib.*, n° 200, 153-160.)
740. — 1943, The phytoplankton. Biological results of the last Cruise of the Carnegie. (*Biol. Carnegie Instn. Washingt. Publ.*, n° 555, 3-13, 6 fig.)
741. — 1943, Studies in the Morphology, Taxonomy and Ecology of the *Peridiniales*. (*Biol. Carnegie Instn. Washingt. Publ.*, n° 542, 1-129.)
742. — 1951, *Pyrrophyta*. (*In* SMITH, G. M., *Manual of Phycology*. Walton, U.S.A., 375 p., 48 fig.)
743. GRAHAM, M., 1938, Trial of methods of measuring transparency of sea water. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CVIII, 14-17.)
744. — 1938, Phytoplankton and the Herring. III : Distribution of Phosphate in 1934-1936. (*Fish. Investig. Lond.*, II, 16, n° 3.)
745. — 1956, Sea fisheries, their investigation in the United Kingdom. London, 466 p.
746. GRAHAM, M. et HARDING, J. P., 1938, Some observations of the hydrology and plankton of the North Sea and English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIII, 201-206.)
747. GRAN, H. H., 1897, *Protophyta* : *Diatomaceae*, *Silicoflagellata* and *Cilioflagellata*. (*Den Norske Nordhave Exped. 1876-1878*, XXIV.)
748. — 1900, Hydrographic-biological Studies of the North Atlantic Ocean and the coast of Nordland. (*Rept. Norw. Fish. and mar. Invest.*, I, n° 5.)
749. — 1900, Bemerkungen über einige Planktondiatomeen. (*Nyt. Mag. Naturvidensk.*, XXXVIII.)
750. — 1901, Studien über Meeresbakterien. I : Reduction von nitraten und nitriten. (*Bergens Mus. Arb.*, n° 10, 1-23.)
751. — 1902, Das Plankton des Norvegischen Nordmeeres, von biologischen und hydrographischen Gesichtpunkten behandelt. (*Rep. N. Sea Fish. Invest. Comm.*, II, n° 5, 222, p., 1 pl.)
752. — 1904, Die Diatomeen der Arktischen Meere. I. Teil : Die Diatomeen des Planktons. (*Fauna arctica, der Deutschen Expedition in das nordliche Eismeer im Jahre 1897*, III.)
753. — 1904, Diatomaceae from the ice-floes and plankton of the Arctic Ocean. (*The norvegian North-polar Expedition 1893-1896*, IV, n° 11, 1674, 3 pl.)
754. — 1905, Diatomeen (*in* : *Nordisches Plankton* von BRANDT, K. et APSTEIN, C., *Botanischer Teil*, XIX, 1-146, 178 fig., Kiel und Leipzig.
755. — 1915, The Plankton-produktion in the North-European Waters in the spring of 1912. (*Bull. Plankt. Cons. int. expl. mer*, 1912.)
756. — 1927, The production of plankton in the coastal waters off Bergen, March-April, 1922. (*Rep. Norveg. Fish. and mar. Invest.*, III, 74 p.)
757. — 1928, The conditions of life for plankton in the coastal waters of Northern Europe. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XLVII, 196.)
758. — 1929, Investigation of production of plankton outside the Romsdalfjord 1926-1927. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LVI, 112.)
759. — 1931, On the conditions for the production of plankton in the sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXV, 37-46.)
760. — 1932, Phytoplankton. Methods and problems. (*J. Cons. int. expl. mer*, VII, 343-358.)

761. — 1938, Suggested investigations on the productivity of Phytoplankton by international cooperation. (*R. P. V. Cons. int. explor. mer*, XVII. 40.)
762. GRAN, H. H., HENTSCHEL, E. et RUSSEL, F. S., 1936, Handliste zur Sicherung der Bestimmungen Nordischen Planktons. (*R. P. V. Cons. int. explor. mer*, C, 15-20.)
763. GRAN, H. H. et RUUD, B., 1926, Untersuchungen über die im Meereswasser gelösten organischen Stoffe und ihr Verhältnis zur Planktonproduktion. (*Avh. utgitt. av. Det. Nordske Vid. Ak. i. Oslo.* I. *Matem. Naturv. Kl.*, nº 6.)
764. GRAND, Y. LE, 1952, La transparence des océans. (*Scientia*, 7-10.)
765. GRASSHOFF, K., 1964, On the determination of Silica in sea water. (*Deep. Sea Res.*, XI, 597-604.)
766. — 1964, Zur Bestimmung von Nitrat in Meer und Trinkwasser. (*Kieler Meerfes.*, XX, 5-11.)
767. — 1966, Über automatische Methoden zur Bestimmung von Fluorid, gelöstem anorganischen Phosphat und Silikat im Meerwasser. (*Kieler Meeresf.*, XXII, 42-46.)
768. — 1968, Über eine empfindliche und direkte Methode zur automatischen und manuelles Bestimmung von Ammoniak im Meerwasser. (*Z. anal. Chem.*, CCXXXIV, 13-22.)
769. GREE, E. J. et CARRITT, D. E., 1967, New tables for Oxygen saturation of sea water. (*J. mar. Res.*, XXV, 140-147.)
770. — 1967, Oxygen solubility in sea water; thermodynamic influence of sea salt. (*Science*, CLVII, 191-193.)
771. GREENBERG, D. M. et MOBERG, E. G., 1932, The relation of the buffer mechanism of sea water to the solubility of calcium carbonate. (*Bull. Scripp's Inst. oceanogr. techn.*, LXXXIX, 73-74.)
772. — 1932, The relation of the buffer mechanism of sea water to the solubility of calcium carbonate. (*Rep. Comm. Sediment.*, 1930-1932, 73.)
773. GREENBERG, G., MOBERG, E. et ALLEN, E., 1932, The determination of CO_2 and titratable base in sea water. (*Ind. and Eng. Chem. Anal. Ed.*, IV, 309-313.)[2]
774. GREENHALGH, R. et RILEY, J. P., 1961, The determination of fluorides in natural waters with particular reference to sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XXV, 179-188.)
775. GREEWALD, I., 1941, The dissociation of Calcium and Magnesium carbonates and bicarbonates. (*J. Biol. Chem.*, CXLI, 789-796.)
776. GREGORY, J. W., 1927, The relation of the Thames and Rhine and Age of the Straits of Dover. (*Geogr. mag.*, LXX, 52-59.)
777. — 1927, The Thames-Rhine problem. (*Geogr. mag.*, LXX, 509-511.)
778. — 1931, Deep tranch on floor of North Sea. (*Geogr. Journ.*, LXXVII, 548-551.)
779. GREVILLE, R. K., 1833, *Diatomaceae.* (In : *The English Flora of Sir* SMITH, J. E., by HOOKER, W. J., London, V.)
780. — 1866, Description of new and rare Diatoms. Ser. 18-20. London. (*Trans. Micr. Soc. London*, XIV.)
781. GRIEL, J. V. et ROBINSON, R. J., 1951, The spectrophotometric determination of Titanium with thymol. (*Anal. Chem.*, XXIII, 1871-1873.)
782. GRIEL, J. V. et ROBINSON, R. J., 1952, Titanium in sea water. (*J. mar. Res.*, XI, 173-179.)
783. GRIESSMANN, H., 1914, Über marine Flagellaten. (*Arch. Protist.*, XXXII, 1678, 24 fig.)
784. GRIFFITH, D H., 1965, The oxidative assimilation of organic substances by algae. (*Sci. Progr.*, LIII, 553-566.)
785. GRILL, E. V., 1970, A mathematical model of the marine dissolved silicate cycle. (*Deep-Sea Res.*, XVII, 245.)
786. GRIMPE, G. et WAGLER, E., 1940, Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. I. Leipzig, 1075 p., 1818 fig.
787. GRILL, E. V. et RICHARDS, F. A., 1964, Nutrient regeneration from phytoplankton decomposing in sea water. (*J. mar. res.*, XXII, 51-69.)
788. GRIPENBERG, S., 1929, The method of DENIGES for the analysis of phosphates. (*Rept. 18th Scand. Naturalist. Congres, Copenhagen.*)
789. — 1937, A simplified method for the determination of Calcium in sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, XII, 284.)
790. — 1937, The Calcium content of Baltic water. (*J. Cons. int. expl. mer*, XII, 293.)

791. — 1937, The determination of excess base in sea water. (*Intern. Ass. Phys. Oceanogr.*, Proc. Verb. nº 2, 150-152.)
792. — 1966, Equilibria of the complexes formed by mannitol in sea water. (*Comment. physico-math.*, XXXII, 3-38.)
793. GRIPP, V., 1937, Die Entstehung der Nordsee. (*In : Werdendes Zand am Meer.* Berlin).
794. GRONTVED, J., 1952, Investigations on the Phytoplankton in the Southern North Sea in May 1947. (*Medd. Komm. Danm. Fish.-og Havunders., Ser. Plankton*, V.)
795. GROOT, A. J. DE, 1964, Origin and transport of mud in coastal waters from the western Scheldt to the Danisch frontier. (*Rev. Sedimentol.*, I, 93-100.)
796. GROOT, S. J. et POSTMA, H., 1968, The Oxygen content of the Wadden Sea. (*Netherl. J. Res.*, IV, 1-10.)
797. GROSS, F., 1937, The life-history of some marine plankton diatoms. (*Philos. Trans.*, B, CCXXVIII, 1-47.)
798. — 1940, Osmotic relations of the plankton diatom *Ditylium*. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIV, 381-415.)
799. — 1942, The harvest of the sea. (*Proc. Roy. Philos. Soc. Glasgow*, LXVI, 79-90.)
800. GROSS, F. et ZEUTHENS, E., 1948, The buoyancy of plankton diatoms : a problem in cell physiology. (*Proc. R. Soc. Edinb.*, B, CXXXV, 382-389.)
801. GRUNOW, A., 1862, Die Osterreichischen Diatomeen nebst Anschluss einiger neuen Arten von andern Lokalitäten und einer kritischen Übersicht der bisher bekannten Gattungen und Arten. (*Verh. Zool. Bot. Ges.*, XII, 315-472; 545-585, pl. 37, 13.)
802. — 1863, Über einige neue und ungenugend bekannte Arten und Gattungen von Diatomaceen. (*Verh. Zool. Bot. Ges.*, XIII, 137-162, pl. 4, 5.)
803. — 1868, Beiträge zur Kenntnis der *Schizonema* und *Berkeleya* Arten. (*Hedwigia*, XI.)
804. — 1878. Algen und Diatomaceen aus dem Kaspischen Meer. (*In* Dr. SCHEIDERS, *Naturwiss. Beitr. z. Kenntn. d. Kaukasusländer.* Dresden, 2 pl.)
805. GUILCHER, A., 1951, La formation de la Mer du Nord, du Pas-de-Calais et des plaines maritimes environnantes. (*Rev. géogr. de Lyon*, XXVI, 311.)
806. GUILLARD, R. R. L., 1963, Organic sources of Nitrogen for marine centric diatoms. (*In* C. H. OPPENHEIM, R., *Symposium on marine microbiology*, 93-104.)
807. GUILLARD, R. R. L. et RYTHER, J. H., 1962, Studies of marine planktonic diatoms. I : *Cyclotella nana* HUSTEDT and *Detonula confervacea* (CLEVE) GRAN. (*Can. J. Microbiol.*, VIII, 229-239.)
808. GUILLARD, R. R. L. et WANGERSKY, P. J., 1958, The production of extra-cellular carbohydrates by some marine flagellates. (*Limnol. Oceanogr.*, III, 449-454.)
809. GUNKEL, W., 1970, Light. Bacteria, Fungi and Blue-green Algae. (*In* KINNE, A., *Marine ecology*, I, 103-124.)
810. GUNTELBERG, E. et SCHIODT, E., 1928, Über des mittleren Aktivitätskoeffizienten des Wasserstofions und Bikarbonations in Kaliumchlorid- und konzentrierten Natriumchloridlösungen, sowie über die Dissoziationskonstanten einiger Indikatoren in diesen Lösungen. (*Ztschr. Physik. Chem.*, CXXXV, 393.)
811. GUTHRIE, J. D., 1928, A stable colorimetric standard for Chlorophyll determination. (*Am. J. Bot.*, XV, 86-87.)
812. HABER, F., 1927, Das Gold im Meerwasser. (*Z. angew. Chemie*, XL, 303-314.)
813. HAENDLER, H. M. et THOMPSON, T. G., 1939, Determination and occurrence of Aluminium in sea water. (*J. mar. res.*, II, 12-16.)
814. HAGMEIER, E., 1960, Untersuchungen über die Menge und die Zusammensetzung von Seston und Plankton in Wasserproben von Reisen in die Nordsee und Island. (*Diss. Univ. Kiel*, 168 p.)
815. — 1961, Plankton äquivalente (Auswertung von chemischen und mikroskopischen Analysen). (*Kieler Meeresf.*, XVII, 32-47.)
816. HALLEZ P., 1899. Sur les fonds du détroit du Pas-de-Calais. (*Ann. Soc. géol. Nord.*, XXVIII, p. 21.)
817. HAMAGUCHI, H., KURODA, R. et HOSOHARA, K., 1961, Photometric determination of traces of Mercury in sea water. (*Nippon, Kagaku Zasshi*, LXXXII, 347-349.)
818. HAMILTON, R. P., 1964, Photochemical processes in the inorganic Nitrogen cycle of the sea. (*Limnol. Oceanogr.*, IX, 107-111.)

819. HAMILTON, R. D. et GREENFIELD, L. J., 1967, The utilisation of free amino acids by marine sediment microbiota. (*Ann. Mikrobiol.*, VII, 335-342.)
820. HAMILTON, R. D. et HOLM-HANSEN, O., 1967, Adenosine triphosphate content of marine bacteria. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 319-324.)
821. HANAKOA, L., 1958, Suspended matter as an index of the productivity of the sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 28-31.)
822. HANDA, N., 1967, Identification of carbohydrates in marine particulate matters and their vertical distribution. (*Rec. Oceanogr. Wks. Jap.*, IX, 65-73.)
823. HANDA, N., 1969, Carbohydrate metabolism in the marine diatom *Skeletonema costatum.* (*Mar. biol.*, IV, 208.)
824. HANDA, N. et TOMINAGA, H., 1969, A detailed analysis of carbohydrates in marine particulate matter. (*Mar. biol.*, II, 228.)
825. HANSEN-OSTENFELD, C., 1913, De danske farvandes Plankton i aarene 1898-1901. Phytoplankton och Protozoer. (*Kgl. Danske Vidensk. Skr. 7. Naturvidensk. og Mathem.*, IX, 2, 478 p.)
826. HAQ, Q. N. et PERCIVAL, E., 1966, Structural studies on the water-soluble polysaccharide from the green seaweed, Ulva lactuca. (*In* BARNES, H., *Some contemporary studies in marine science*, 355-368.)
827. HARDING, M. W. et MOBERG, E., 1933, Determination and quantity of Boron in sea water. (*Proc. Pacific. Science Congr. Canada*, III, 2093-2095.)
828. HARDY, A. C., 1926, A new method of plankton research. (*Nature*, CXVIII, 630.)
829. — 1936, The continuous plankton recorder. (*Discovery Reports*, XI, 457-510.)
830. — 1936, Observations on the uneven distribution of oceanic plankton. (*Discovery Reports*, XI, 511-538.)
831. — 1936, Plankton ecology and the hypothesis of animal exclusion. (*Proc. Linn. Soc.. London*, 148 Sess. 64-70.)
832. — 1936, The ecological relations between the herring and the plankton investigated with the plankton indicator. I : The object, plan and methods of the investigation. (*J. Mar. biol. Ass. U. K.*, XXI, 147-177.)
833. — 1958, Toward prediction in the sea. (*In* BUZZATI-TRAVERSO, A. A., *Perspectives in marine biology.*, 159-186.)
834. HARRIS, L. J. et OLIVER, M., 1942, The reliability of the method for estimating Vitamin C by titration against 2-6 dichlorophenol-indophenol. Control tests with plant tissues. (*Biochem.* J., XXXVI, 155-182.)
835. HARRISS, R. C., 1966, Biological buffering of oceanic Silica. (*Nature Lond.*, CCXII, 275-276.)
836. — 1969, Boron regulation in the ocean. (*Nature Lond.*, CCXXIII, 290-291.)
837. HART, T. J., 1966, Some observations on the relative abundance of marine phytoplankton populations in nature. (*In* BARNES, H., *Some contemporary studies in marine science*, 375-393.)
838. HARTMAN, R. T., 1959, Algae and metabolites in natural waters. (*In* TRYAN, C. A. et HARTMAN, R. T., *The ecology of algae.* Spec. publ. nº 2. *Pymatuning Laboratory for field biology. Univ. Pittsburgh*, 38-55.)
839. HARVEY, H. W., 1924, Hydrography of the English Channel. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer, Rapport Atlantique*, 60-89.)
840. — 1925, Evaporation and temperature changes in the English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 678-692.)
841. — 1925, Oxidation in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 953-969.)
842. — 1926, Nitrate in the sea. I. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 71-88.)
843. — 1928, Nitrate in the sea. II. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XV, 126-190.)
844. — 1928, Biological chemistry and physics of sea water. Cambridge, 194 p., 65 fig.
845. — 1929, Methods of estimating phosphates and nitrates in sea water. (*R. P. V. Cons. perm. int. expl. mer*, LIII, 68.)
846. — 1929-1930, Hydrography of the Mouth of the English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVI, 791-820.)
847. — 1931, On the rate of photosynthesis by Diatoms. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXV, 70.)

848. — 1933, On the rate of diatom growth. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, 253-276, 3 fig.)
849. — 1934, Hydrography of the Mouth of the English Channel. 1929-1932. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, 737-746.)
850. — 1934, Measurement of phytoplankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, 761-774, 9 fig.)
851. — 1934, Annual variation of planctonic vegetation, 1933. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIX, 775-792, 5 fig.)
852. — 1937, The supply of Iron to diatoms. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXII, 205-219, 2 fig.)
853. — 1938, Note on colloidal ferric hydroxide in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXII. 221-225.)
854. — 1939, Substances controlling the growth of a diatom. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIV, 499-520, 2 fig.)
855. — 1940, Nitrogen and Phosphorus required for the growth of phytoplankton. (*J. mar biol. Ass. U. K.*, XXIV, 115-123, 2 fig.)
856. — 1945, Recent advances in the chemistry and biology of sea water. Cambridge, 164 p., 29 fig., 16 tab.
857. — 1949, On Manganese in sea and fresh waters. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVIII, 155-163.)
858. — 1950, On the production of living matter in the sea off Plymouth. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIX, 97-137.)
859. — 1955, The chemistry and fertility of sea waters. Cambridge, 224 p.
860. — 1966, Microlayer collection from the sea surface : a new method and initial results. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 608-613.)
861. HARVEY, H. W., COOPER, L. H. N., LEBOUR, M. V. et RUSSELL, F. S., 1935. Plankton production and its control. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XX, 407-442, 10 fig.)
862. HASHIMOTO, Y., 1954, Vitamin B_{12} in marine and freshwater algae. (*J. Vitaminology*, I, 49-54.)
863. HASLE, G. R., 1951, Phototactic vertical migration in marine Dinoflagellates. (*Oikos*, II, 162-175.)
864. HASTINGS, A, B. et SENDROY, J., jun., 1925, The effect of variation in ionic strength of the apparent first and second dissociation constants of Carbonic acid. (*J. biol. Chem.*, LXV, 445.)
865. HASZELDINE, R. N. et WOOLF, A. A., 1950, The cathode ray oscilloscope as a visual null point detector in the measurement of the electrical conductivity of solutions. (*Chemistry and Industry*, 544-545.)
866. HATCHER, J. T. et WILCOX, L. V., 1950, Colorimetric determination of Boron using Carmin. (*Anal. Chem.*, XXII, 567.)
867. HEAD, P. C. et BURTON, J. D., 1970, Molybdenum in some ocean and estuarine waters. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, L, 439.)
868. HELDT, H., 1923, Les courants de marée au bateau-feu « SANDETTIE ». (*Notes et mém. Off. sc. techn. pêche marit.*, nº 27, 16 p.)
869. HELLAND-HANSEN, B., 1912, The ocean waters. An introduction to physical oceanography. (*Intern. Rev. Hydrob.*, Suppl. III, 84 p.)
870. — 1912, Physical oceanography. (*In* MURRAY and HJORT, *The depths of the ocean.* London, 210-306.)
871. HELLAND-HANSEN, B. et PALITZSCH, S., 1923, The ocean waters. An introduction to physical Oceanography. (*Int. Rev. Hydrob.*, XI, 393.)
872. HELLEBUST, J. A., 1965, Excretion of some organic compounds by marine phytoplankton. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 192-206.)
873. — 1970, Light. Plants. (*In* KINNE, O., *Marine ecology*, I, 125-158.)
874. HELLEBUST, J. A. et GUILLARD, R. R. L., 1967, Uptake specificity for organic substances by the marine diatom *Melosira nummuloides.* (*J. Phycol.*, III, 132-136)
875. HENDERSON, G. T. D. et MARSHALL, N. B., 1944, Ecological investigations with the continuous plankton recorder. The zooplankton (other than *Copepoda* and young fish) in the Southern North Sea 1932-1937. (*Bull. mar. ecol.*, I, nº 6, 255-275.)
876. HENDERSON, L. J. et COHN, E. J. K., 1916, The equilibrium between acids and bases in sea water. (*Proc. Acad. Sci.*, II, 618-622.)

877. HENDEY, N. I., 1954, A preliminary check-list of British marine diatoms. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXIII, 537-560.)
878. HENRIKSEN, A., 1965, An automatic method for determining low level concentration of phosphate in fresh and saline waters. (*Analyst*, XC, 29.)
879. HENRIKSEN, A., 1965, An automatic method for determining Nitrate in fresh and saline waters. (*Analyst*, XC, 83.)
880. HENSEN, V., 1887, Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibendes Materials an Pflanzen und Thieren. (*Komm. Wiss. Unters. dtsch. Meere im Kiel für die Jahren 1882-1866*, Ber. 5, XII-XVI.)
881. — 1895, Methodik der Untersuchungen. (*Ergebnisse d. Plankton Expedition der Humboldt Stiftung. U.*, 208 p., 14 fig., 2 tab.)
882. — 1900, Über die quantitative Bestimmung der kleineren Planktonorganismen usw. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, V, 69.)
883. — 1911, Das Leben im Ozean nach Zählungen seiner Bewohner. (*Ergebn. d. Plankton-expedition*, V.)
884. HENTSCHELL, E., 1938, Über die Herstellung von Planktonarten der Nordatlantischen Ozeans. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CVII, 13.)
885. — 1938, Über quantitative Seihmethoden in der Planktonforschung. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 304-308.)
886. — 1939, Kinetisches und akinetisches Plankton. (*Naturw.*, XXVII, 209-211.)
887. HENZE, M., 1908, Bemerkungen zu den Anschauungen PÜTTER's über den Gehalt des Meeres an gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen und deren Bedeutung für den Stoffhaushalt des Meeres. (*Pflüg. Arch.*, CXXIII, 487.)
888. HERDMAN, E. C., 1920-1921, Notes on Dinoflagellates and other organisms causing discolouration of sand at Port Erin. (*Proc. and Trans. Liverpool Soc.*, XXXV, 59-63, 10 fig.)
889. — 1921-1922, Notes on Dinoflagellates and other organisms causing discolouration of sand at Port Erin. (*Proc. and Trans. Liverpool Soc.*, XXXVI, 15-30, 9 fig.)
890. — 1923-1924, Notes on Dinoflagellates and other organisms causing discolouration of sand at Port Erin. (*Proc. and Trans. Liverpool Soc.*, XXXVIII, 75-84, 2 pl. 45 fig.)
891. HERDMAN, W. A., 1906, The problem of the Sea. (*Trans. Liverpool Soc.*, XXI, 1-23.)
892. — 1918, *Spolia Runiana*. III : The distribution of certain diatoms and copepods throughout the year, in the Irish Sea. (*Linn. Soc. Journ. Bot.*, XLIV, 173-204, 21 fig.)
893. — 1922, *Spolia Runiana*. V : Summary of Results of continuous investigation of the Plankton of the Irish Sea during fifteen years. (*Linn. Soc. Journ. Bot.*, XLVI, 147-170, 1 pl., 2 fig.)
894. — 1923, Founders of Oceanography and their work. An introduction to the science of the Sea. London, 340 p. 28 pl.
895. HERNEGGER, F. et KARLIK, B., 1935, Uranium in sea water. (*Goteb. Vetensk. Saml. Handl.*, F 5, ser. B, 4 (12), 15 p.)
896. HERRERA, J. et MARGALEF, R., 1966, Estimation de la actividad total anadida y de la autoabsorcion en las determinaciones de produccion del fitoplankton com 14-C. (*Investigaç. pesq.* XXX, 37-44.)
897. HERRMANN, R. et ALKEMADE, C. T., 1963, Chemical analysis by flame photometry. New York, 644 p.
898. HESS, E., 1934, Effects of low temperatures on the growth of marine bacteria. (*Contr. Fish. Res. Bd. Can.*, VIII, nº 34.)
899. HESSE, R., ALLE, W. C. et SCHMIDT, K. P., 1937, Ecological animal geography. New York, 597 p.
900. HERTLING, H., 1952, Einführung in die Meeresbiologie. Berlin, 215 p., 79 fig.
901. HEUKELEKIAN, H. et DONDERO, N. C., 1964, Research in aquatic microbiology, trends and needs. (*In* HEUKELEKIAN, H. et DONDERO, N. C., *Principles and applications in aquatic microbiology*. New York, 441-452.)
902. HEUKELEKIAN, H. et HELLER, A., 1940, Relation between food concentration and surface for bacterial growth. (*Journ. bact.*, XL, 547.)
903. HEURCK, H., VAN, 1880-1881, Synopsis des Diatomées de Belgique. Anvers, Atlas, 132 pl.
904. — 1885, Synopsis des Diatomées de Belgique. Texte. Anvers, 235 p.
905. — 1896, A treatrise on the Diatomaceae. London, 552 p., 291 fig., 35 pl.

906. — 1899, Traité des Diatomées. Anvers, 572 p., 291 fig., 35 pl.
907. — 1909, Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. « BELGICA » en 1897-1898-1899. Anvers, 128 p., 13 pl.
908. HEWITT, E. J. et DICKES, G. J., 1961, Spectrophotometric measurements on Ascorbic and Dehydroascorbic acid in plant tissues. (*Biochem. J.*, LXXVIII, 384-391.)
909. HEWITT, L. F., 1937, Oxidation-reduction potentials in bacteriology and biochemistry. (*London County Council*, nº 3200, 101 p., 4th ed.)
910. HEYBROEK, P., HAANSTRA, U. et ERDMAN, D. A., 1967, Observations on the geology of the North Sea area. (*7th World Petrol. Congr. Mexico Proc.*, V, 2, 905-916.)
911. HIDCHIRO GOTO et SHIGERO IKEDA, 1958, Determination of traces of metals by the extraction of inorganic compounds with organic solvents. I : Determination of Vanadium. (*J. Chem. Soc. Jap. Pure Chem. Sect.*, LXXIX, 152-155; *Anal Abstr.*, 1959, 4070.)
912. HILL, M. N., 1962, The Sea. Ideas and observations on progress in the study of the seas. I. Physical Oceanography. New York, 864 p.
913. HINDMAN, J. C., ANDERSON, L. J. et MOBERG, E. G., 1949, A precise determination of chlorinity of sea water using the Ag-AgCl indicator electrode. (*J. mar. res.*, VIII, 30-35.)
914. HINZ, K., 1968, A contribution to the Geology of the North Sea according to geophysical investigations by the Geological Survey of German Federal Republic. (*In* : *Geology of the Shelf Seas.* Edinburgh, 55.)
915. HITCHCOCK, R. D. et STARR, W. L., 1954, Spectrographic techniques as applied to the analysis of sea water. (*Appl. Spectroscopy*, VIII, 5-17.)
916. HJORT, J. et RUUD, J. T., 1927, A Method for the analysis and comparison of plankton samples. (*J. Cons. int. expl. mer*, II, 28.)
917. HOAK, R. D., 1962, Recovery and identification of organics in water. (*Intern. J. Air and Water pollution*, VI, 521-538.)
918. HOBBIE, J. E. et WRIGHT, R. T., 1965, Competition between planktonic bacteria and algae for organic solutes. (*Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, XVIII, suppl., 175-185.)
919. HOCHACHKA, P. W. et TEAL, J. H., 1964, Respiratory metabolism in marine Dinoflagellates. (*Biol. Bull.*, CXXVI, 274-281.)
920. HOCK, C. W., 1940, Decomposition of chitin by marine bacteria. (*Biol. Bull.*, LXXIX, 199-206.)
921. HOCK, C. W., 1941, Marine chitin -decomposing bacteria. (*J. mar. res.*, IV, 99-106.)
922. HOEK, P. P. C. et OSTENFELD, C. H., 1906, Catalogue des espèces de plantes et d'animaux observées dans le plancton recueilli pendant les expéditions périodiques depuis le mois d'août 1902 jusqu'au mois de mai 1905. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XXXIII, 122 p.)
923. HOFFMANN, C., 1929, Die Atmung der Meeresalgen und ihre Beziehung zum Salzgehalt. (*Jahrb. wiss. Bot.*, LXXI, 214-268.)
924. — 1940, Die Vegetation der Nord- und Ostsee. (*In* GRIMPE, G. et WAGLER, E., *Die Tierwelt der Nord und Ostsee*, 32 p.)
925. HOFFMAN, K., 1956, Untersuchungen über die Remineralisation des Phosphors im Plankton. (*Kieler Meeresf.*, XII, 25-36.)
926. HOFKER, J., 1922, De Protozoën. (*In* REDEKE, H. C., *Flora en Fauna der Zuiderzee*. De Helder, 127-183.)
927. — 1922, Voorlopige mededeling omtrent het neritische plankton aan de hollandsche Noordzeekust, speciaal wat betreft de *Dinoflagellata*. (*Bijdr. tot de Dierk.*, XXII, 184.)
928. HOGDALL, O. T., 1963, The trace elements in the oceans. A bibliographic compilation. (*Central Institute for Industrial Research.*, Osal, 170 p.)
929. HOGLUND, H. et LANDBERG, S., 1936, Investigations upon the photosynthesis of phytoplankton by constant illumination. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XCV, 31.)
930. HOLL, K., 1932, Freie Kohlensäure als Faktor für die Verbreitung der Planktonorganismen. (*Arch. f. Hydrob.*, XXIV, 301-304.)
931. HOLM-HANSEN, O., 1968, Determination of particulate organic Nitrogen. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 510-519.)

932. — 1969, Determination of microbial biomass in ocean profiles. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 740-747.)
933. HOLM-HANSEN, O., SUTCLIFFE, W. H. et SHARP, J., 1968, Measurement of desoxyribonucleic acid in the ocean and its ecological significance. (*Nature Lond.*, CCXX, 274-275.)
934. HOLMES, R. W., BRAARUD, T., RODHE, W., GRONTVED, J. et LUND, J., 1958, Recommendations on studies of phytoplankton populations. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 10.)
935. HOLMES, R. W. et WIDRIG, V. M., 1956, The enumeration and collection of marine phytoplankton. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXII, 21-32.)
936. HOOD, D. W., 1963, Chemical oceanography. (*In* BARNES, H. H., *Oceanogr. Mar. biol. Ann. rev.*, I, 129-155.)
937. HONERT, T. W. H., VAN DEN, 1930, Carbon dioxide assimilation and limiting factors. (*Rec. trav. bot. Néerl.*, XXVII, 149-284.)
938. HORN, A., VON, 1916, Bodenbewegungen der Niederlande. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, XLIV, 145-151.)
939. HOSAHARA, K., 1961, Mercury content of deep-sea water. (*Nippon Kagaku Zasshi*, LXXXII, 1107-1108.)
940. HOSAHARA, K., KAWASAKI, K. et TSURUTA, T., 1961, Total mercury content in sea water. (*Nippon Kagaku Zasshi*, LXXXII, 1479-1480.)
941. HOUBOLT, J. J. H. C., 1968, Recent sediment in the southern Bight of the North Sea. (*Geol. Mijnb.*, XLVII, 245-273.)
942. HOVASSE, R., 1932, Note préliminaire sur les Ébriacées. (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, LVII, 118-131, 12 fig.)
943. — 1932, Contribution à l'étude des Silicoflagellés. Multiplication, variabilité, hérédité, affinités. (*Bull. Biol.*, LXVI, 447-501, 11 fig., 2 pl.)
944. — 1926, Flagellés à squelette siliceux : Silicoflagellés et Ébridés. (*Rés. Camp. sc.* ALBERT I MONACO, CVII, 20 p., 1 pl.)
945. HULBURT, E. O., 1928, The penetration of ultraviolet light into pure water and sea water. (*J. opt. Soc. Am.*, XVII, 15-22.)
946. HUMMEL, R. W., 1957, Determination of Gold in sea water by radioactivation analysis. (*Analyst*, LXXXII, 483-488.)
947. HUMPHREY, G. et WOOTTON, M., 1966, Comparison of the techniques used in the determination of phytoplankton pigments. (*Unesco Monogr. Oceanogr. methods*, I, 35-63.)
948. HUNTSMAN, A. G., 1924, Limiting factors for marine animals. I : The lethal effect of sunlight. (*Contrib. Can. Biol.*, N. S., 2, 83-88.)
949. HUSTEDT, F., 1953, Die Systematik der Diatomeen in ihren Beziehungen zur Geologie und Okologie nebst einer Revision des Halobien-System. (*Svensk bot. Tidskr.*, XLVII.)
950. HUTCHINS, L. W., 1947, The bases for temperature zonation in geographical distribution. (*Ecol. Monogr.*, XVII, 325-335.)
951. HUTCHINSON, A. H. et LUCAS, C. C., 1931, The epithalassa of the Strait of Georgia. Salinity, temperature, pH and phytoplankton. (*Canad. J. of res.*, V, 1-284.)
952. HUTCHINSON, A. H., LUCAS, C. C. et MCPHAIL, M., 1929, Seasonal variations in the chemical and physical properties of the waters of the Strait of Georgia in relation to phytoplankton. (*Trans. Roy. Soc. Can. V. Biol. Sci.*, XXIII, 177-187.)
953. HUTCHINSON, G. E., 1947, The problems of oceanic geochemistry. (*Ecol. Monogr.*, XVII, 299-307.)
954. — 1944, Nitrogen in the biogeochemistry of the atmosphere. (*Amer. scient.*, XXXII, 178-195.)
955. HUTNER, S. H. et PROVASOLI, L., 1951, The Phytoflagellates (*In* LWOFF, A., *Biochemistry and physiology of Protozoa*, 27-128.)

956. IBANEZ, O. G., 1931, On the colorimetric determination of pH in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVIII, 483-488.)
957. — 1933, Note on the effect of salts in the determination of phosphates in sea water. Deniges method. (*J. Cons. int. expl. mer*, VIII, 326-329.)
958. — 1933, Preservation of Sea water samples with Fluoride for Phosphate estimation by Deniges method. (*J. Cons. int. expl. mer*, VIII, 329.)

959. ICKEN, J. M. et BLANK, B. K., 1953, Determination of Fluorides. (*Anal. Chem.*, XXV, 1741-1742.)
960. IGELSRUD, I. et THOMPSON, T. G., 1936, Equilibria in the saturated solutions of salts occuring in sea water. II : The quaternary system $MgCl_2$-$CaCl_2$-KCl-H_2O at 0 °C. (*J. amer. Chem. Soc.*, LVIII, 1-13.)
961. IGELSRUD, I., THOMPSON, T. G. et ZWICKER, B., 1938, The Boron content of sea water and of marine organisms. (*Amer. J. Sci.*, XXXV, 47-63.)
962. IKEDA SHIGERO, 1957, Flame spectrophotometric analysis. VI : Determination of Strontium. (*J. Chem. Soc. Japan Pure Chem. Sect.*, LXXVIII, 1225-1228.)
963. INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC BUREAU. 1937, Limits of oceans and seas. (*Int. Hydrogr. Bur., Spec. Bull.*, n° 23, 2d edn., 25 p.)
964. IRVINE, R. et YOUNG, G., 1889, On the solubility of carbonate of lime under different forms in sea water. (*Proc. Roy. Soc. Edinb.*, XL, 316.)
965. IRVING, L., 1925, The carbonic acid-carbonate equilibrium and other weak acids in sea water. (*J. biol. chem.*, LXIII, 767-778.)
966. — 1927, The precipitation of calcium and magnesium from sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 441-446.)
967. — 1934, The acid-base equilibrium in sea water. (*Science*, LXXX, 587-588.)
968. IRVING, H. M. et BUTLER, E. J., 1953, Reversion method for absorptiometric determination of traces of Lead with Dithizone. (*Analyst*, LXXVIII, 571-578.)
969. ISAEVA, A. B., 1956, The determination of Nitrates in sea water by the Diphenylamine method with the help of the photo-electric colorimeter. (*Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR*, 304-311, Moscow.)
970. ISHIBASHI, M., 1951, Studies on minute elements in sea water. (*Rec. Oceanogr. Wks. Japan*, N. S., 88-92.)
971. ISHIBASHI, M. et FUJINAGA, T., 1952, Chemical studies on the ocean. 28. determination of Aluminium in sea water. (*J. Chem. Soc. Jap. Pure chem. Sect.*, LXXIII, 783-785.)
972. ISHIBASHI, M. et HARA, T., 1955, On the content of Rubidium and Cesium in sea water. (*Bull. Inst. chem. Res. Kyoto Univ.*, XXXVII, 179-184.)
973. ISHIBASHI, M. et KURATA, K., 1939, Determination of Lithium in sea water and bittern. (*J. Chem. Soc. Jap.*, L, 1109-1111.)
974. ISHIBASHI, M. et MOTOJIMA, K., 1952, Chemical studies on sea water. 25. Aluminium content of sea water. (*J. chem. Soc. Jap.*, LXXIII, 491-493.)
975. ISHIBASHI, M., SHIGEMATSU, T. et NAKAGAWA, Y., 1938, Quantitative determination of Tungsten and Molybdenum in sea water. (*Proc. Pacif. Sci. Congr.*, VIII, 815-820.)
976. — 1951, Quantitative determination of Nickel and Cobalt in sea water. (*Bull. Inst. Chem. Res. Kyoto Univ.*, XXVI, 68.)
977. — 1953, Determination of Selenium in sea water. (*Rec. Oceanogr. Wks. Japan*, 44-48.)
978. ISHIBASHI, M., SHIGEMATSU, T. et NISHIKAMA, Y., 1960, Determination of Manganese in sea water. (*Rec. Oceanogr. Wks. Japan, N. S.*, V, 63-65.)
979. ISHIBASHI, M., SHIGEMATSU, T., NISHIKAWA, Y. et HIRAKI, K., 1961, Gallium content of sea water, marine organisms, sea sediment, etc. (*Nippon, Kagaku Zasshi*, LXXXVIII, 1141-1143.)
980. ISHIBASHI, M., SHIGEMATSU, T., NISHIKAWA, Y. et ISHIBASHI, Y., 1960, Determination of Cadmium in sea water. (*Nippon, Kagaku Zasshi*, LXXXIII, 295-298.)
981. — 1960, Determination of Arsenic in sea water. (*Rec. Oceanogr. Wks. Jap.*, V, 66-70.)
982. ISHIBASHI, M. et TAHISHI, M., 1957, Quantitative analysis of Phosphoric acid. 7. Concentration of minute amounts of Phosphates in dilute solution or in sea water by coprecipitation with Magnesium hydroxide. (*Jap. Analyst*, VI, 7-11.)
983. ISHIDA, R., 1955, Quantitative spectrochemical analysis by flame photometry. (*J. Chem. Soc. Jap. Pure Chem. Sect.*, LXXVI, 56.)
984. ISSATCHENKO, B., 1926, Sur la nitrification dans les mers. (*C. R. Acad. Sc. Paris*, CLXXXII, 185-186.)
985. IVANOFF, A., 1953, Au sujet de la diffusion de la lumière par l'eau de mer. (*Ann. Geophys.*, IX, 26-27.)

986. IWASAKI, I. et TARUKANI, T., 1959, Silica in water. V : Salt effect on the colorimetric determination of Silica in concentrated salt solutions. (*Bull. Chem. Soc. Jap.*, XXXII, 32-36.)
987. JACOBS, W., 1935, Das Schweben der Wasserorganismen. (*Ergebn. d. Biol.*, XI.)
988. — 1942, On the energy exchange between sea and atmosphere. (*J. mar. res.*, V, 37-66.)
989. JACOBS, M. B. et EWING, M., 1969, Suspended particulate matter : concentration in the major oceans. (*Science*, CLXIII, 380-383.)
990. JACOBSEN, J. P., 1916, Contribution to the hydrography of the Atlantic. (*Medd. Komm. Havundersog. Hydrogr.*, II, nº 5, 23 p.)
991. — 1930, The mixing of water-masses in the sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXVII, 19.)
992. — 1933, Atlas de température et salinité moyenne de l'eau de surface de la Mer du Nord et de la Manche. (*Bull. Hydrograph. Cons. int. expl. mer.*)
993. — 1934, Temperature and Salinity at the surface of the North Sea and the English Channel. (*Bull. Hydrogr. Cons. int. expl. mer.*)
994. — 1934, Description of the methods used in preparing the Atlas published in 1933. (*Bull. Hydrogr. Cons. int. expl. mer.*)
995. JACOBSEN, J. P. et KNUDSEN, M., 1921, Manuel pratique de l'analyse de l'eau de mer. II : Dosage de l'oxygène dans l'eau de mer par la méthode de Winkler. (*Bull. inst. Océan. Monaco*, XVIII, nº 39.)
996. — 1940, Urnormal 1937 or primary standard seawater 1937. (*Un. géol. et géophys. int. Ass. Océanogr.*, Publ. Sci., nº 7, Liverpool, 38 p.)
997. JACOBSEN, J. P., BUCH, K., SCHULTZ, B. et WATTENBERG, H., 1938, Nomenclature and units for the indication of the content of constituents of sea water. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CVII, 3-9.)
998. JACOBS, G., 1935, Beiträge zur Untersuchung der Senkung unserer Küstengebiete. (*Ann. Hydrogr. Berl.*, LXIII, 99-131.)
999. JANDER, G. et PFUNDT, O., 1945, Die konduktometrische Massanalyse und andere Anwendungen auf chemische Probleme. Stuttgart, 206 p. 115 fig., 54 tab.)
1000. JANNASCH, H. W., 1967, Growth of marine Bacteria, at limiting concentrations of organic Carbon in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 264-272.)
1001. JARKE, J., 1956, Eine neue Bodenkarte der Südlichen Nordsee. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr. Berlin*, IX, 1-9.)
1002. JEAN, M., 1954, Étude sur le dosage colorimétrique du Cuivre au Diéthyldithiocarbamate (en milieu sodique). (*Anal. Chim. Acta*, XI, 79.)
1003. JEE, E. C., 1919, Observations at the Seven Stones Lightship. (*Fish. Invest.*, III, 2, part 1.)
1004. — 1919-1921, The English Channel. (*Fishery Invest.*, III, 1, parts 1-6.)
1005. JEFFREY, L. M. et WOOD, D. W., 1958, Organic matter in sea water; an evaluation of various methods for isolation. (*J. mar. res.*, XVII, 243-271.)
1006. JEFFREY, S. W. et ALLEN, M. B., 1967, A paper chromatographic method for the separation of phytoplankton pigments at sea. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 533-537.)
1007. JENKIN, P. M., 1937, Oxygen production by the diatom *Coscinodiscus excentricus* in relation to submarine illumination in the English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXII, 301-342, 9 fig.)
1008. JENKINS, P. G., 1955, Seasonal changes in the phytoplankton as indicated by spectrophotometric chlorophyll estimations 1952-1953. (*Pap. Mar. Biol. Oceanogr.*, Suppl. to vol. 3, Deep-Sea Res., 58-76.)
1009. JENTOFF, R. E. et ROBINSON, R., 1957, Potassium-chlorinity ratio of ocean waters. (*Univ. Wash. Publ.*, 211.)
1010. JERLOV, N. G., 1953, Influence of suspended and dissolved matter on the transparence of sea water. (*Tellus*, V, 59-65.)
1011. — 1963, Optical oceanography. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. mar. biol. Ann. rev.*, I, 89-114.)
1012. JEWSBURY, A. et OSBORN, G. H., 1949, The photometric determination of Boron with Morin (3, 5, 7, 3', 4', penta-hydroxy-flavone). (*Anal. Chim. Acta*, III, 481-488.)
1013. JOHANNES, R. E., 1964, Uptake and release of dissolved organic phosphorus by representatives of a coastal marine ecosystem. (*Limnol. Oceanogr.*, IX, 224-234.)

1014. JOHANNES, R. E. et WEBB, K. L., 1965, Release of dissolved amino-acids by marine zooplankton. (*Science*, CL, 76-77.)
1015. JOHNSON, F., 1936, The Oxygen uptake of marine bacteria. (*J. bact.*, XXXI, 547.)
1016. JOHNSON, M. A. et STRIDE, A. K., 1969, Geological significance of North Sea sand transport rates. (*Nature Lond.*, CCXXIV, 1016-1017.)
1017. JOHNSON, N. G. et LILJEQUIST, G., 1938, On the angular distribution of submarine daylight and on the total submarine illumination. (*Svensk. Hydrogr. Biol. Komm. Skr., Hydrogr.*, nº 14, 15 p.)
1018. JOHNSON, T. W. et SPARROW, F. K., 1961, Fungi in oceans and estuaries. (Weinheim 708 p., 312 fig., 7 fig. texte.)
1019. JOHNSTON, J., 1916, The determination of Carbonic acid combined and free in solution particularly in natural waters. (*J. amer. chem. Soc.*, XXXVII, 947.)
1020. — 1916, The solubility product constant of Calcium and Magnesium carbonate. (*J. amer. chem. Soc.*, XXXVII, 2001-2020.)
1021. JOHNSTON, J. et WILLIAMSON, D., 1916, The complete solubility curve of Calcium carbonate. (*J. amer. chem. Soc.*, XXVIII, 975-983.)
1022. — 1916, The role of organic agencies in the deposition of Calcium carbonate. (*J. of Geol.*, XXIV, 729-750.)
1023. JOHNSTON, R., 1955, Biologically active compounds in the sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXIV, 185-195.)
1024. — 1964, Sea water, the natural medium of phytoplankton. II. Trace metals and chelation and general discussion. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLIV, 87-110.)
1025. — 1965, The trace elements. (*Serial Atlas of the marine environment*, fol. 8, *Amer. geogr. Soc.*)
1026. — 1966, Determination of Ammonia in sea water as Rubazoic acid. (*Cons. int. expl. mer, Hydrogr. Comm.*, nº 10, 7 p.)
1027. — 1969, On salinity and its estimation. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, VII, 31-48.)
1028. JOHNSTON, R. et JONES, P. G. W., 1963, Serial Atlas of the marine environment., fol. XI, Inorganic nutrients in the North Sea. (*Amer. Geogr. Soc.*)
1029. JOHNSTONE, J., 1923, An introduction to oceanography. 351 p., 64 fig.
1030. — 1928, An introduction to oceanography with special reference to geography and geophysics., Liverpool, 368 p., 66 fig.
1031. JOHNSTONE, J., SCOTT, A. et CHAFWICK, H. C., 1924, The marine plankton. Liverpool, 194 p.
1032. JOLLOD, F., 1910, Dinoflagellatenstudien. (*Arch. Protistenk.*, XIX, 178-206.)
1033. JONES, D. et WILIS, M. S., 1956, The attenuation of light in sea and estuarine waters in relation to the concentration of suspended solid matter. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXV, 431-444.)
1034. JONES, P. J. W. et SPENCER, C. P., 1963, Comparison of several methods of determining inorganic Phosphate in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLIII, 251-273.)
1035. JORGENSEN, E. G., 1899, Protophyten und Protozoen im Plankton aus der Norwegischen Westküste. (*Berg. Mus. Arb.*, nº 6, 95 p., 5 pl.)
1036. — 1900, Protophyten und Protozoen in Plankton aus der norwegischen Westküste. (*Berg. Mus. Arb. for 1899.*)
1037. — 1901, Protistenplankton aus dem Nordmeere in den Jahren 1897-1900. (*Berg. Mus. Arb. for 1900.*)
1038. — 1911, *Ceratium*. (*Bull. trim. Cons. int. expl. mer*, 1902-1908, II.)
1039. — 1911, Die Ceratien. Eine Monographie. (Suppl. *Int. Rev. Hydrob.*, IV.)
1040. — 1955, Variations on the Silica content of diatoms. (*Physiol. Plant.*, VIII, 846-851.)
1041. — 1956, Photosynthetic activity during the life cycle of synchronous *Skeletonema* cells. (*Physiol. Plant.*, IX, 789-799.)
1042. — 1956, Growth inhibiting substances formed by algae. (*Physiol. Plant.*, IX, 712.)
1043. — 1968, The adaptation of plankton algae. II. Aspects of the temperature adaptation of *Skeletonema costatum*. (*Physiol. Plant.*, XXI, 423-427.)
1044. JORGENSEN, E. G. et STEEMAN-NIELSEN, E., 1965, Adaptation in plankton algae. (*Mem. Ist. Ital. Idrob.*, XVIII, Suppl., 37-46.)

1045. JOSEPH, J., 1953, Die Trübungsverhältnisse in der südwestlichen Nordsee während der « GAUSS » Fahrt am Februar-Marz 1952. (*Ber. dtsch. wiss. Komm. Meeresf.*, XIII, 93-103.)
1046. JOSEPH, J. et WATTENBERG, H., 1944, Untersuchungen über die optische Verhältnisse im Meere. (*Ber. dtsch. wiss. Komm. Meeresf.*)
1047. JUKAS-BROWNE, A. J., 1898, The geographical evolution of the English Channel. (*Contemp. Rev.*, 855.)
1048. KALLE, K., 1933, Meereskundliche chemische Untersuchungen mit Hilfe des Zeisschen Pulfrich Photometers. II : Arbeitsweisen. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXI, 124.)
1049. — 1934, Meereskundliche chemische Untersuchungen mit Hilfe des Zeisschen Pulfrich Photometers. III : Methodische Untersuchung der Phosphatgehalt bestimmung. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXIII, 65.)
1050. — 1935, Meereskundliche chemische Untersuchung mit Hilfe des Zeisschen Pulfrich Photometers. IV : Der Einfluss chemischer Stoffe auf die Phosphatgehaltbestimmung. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXIII, 58-65.)
1051. — 1935, Zur Frage der Festsetzung der Messeinheiten in der Meereskundliche Chemie. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXIII, 18-23.)
1052. — 1935, Meereskundliche chemische Untersuchungen mit Hilfe des Zeisschen Pulfrich-Photometers. V : Die Bestimmung des Gesamt-phosphorgehaltes, des Planktonphosphorgehaltes (lebende Substanz und Trübungsmessungen). (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXIII, 195-204.)
1053. — 1937, Nährstoffuntersuchungen als hydrographisches Hilfsmittel zur Unterscheidung von Wasserkörpern. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXV, 1-18.)
1054. — 1937, Meereskundliche chemische Untersuchungen mit Hilfe des Zeisschen Pulfrich-Photometers. VI : Die Bestimmung des Nitrits und des « Gelbstoffs ». (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXV, 276-282.)
1055. — 1938, Zum Problem der Meerwasserfarbe. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXVI, 1-13.)
1056. — 1945, Der Stoffhaushalt des Meeres. (*Probleme der Kosmischen Physik.* Leipzig. XXIII.)
1057. — 1948, Zur Frage der Produktionsleistung des Meeres. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, I.)
1058. — 1949, Fluoreszens und Gelbstoff im Bottnischen und Finnischen Meerbusen. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, II, 117-124.)
1059. — 1950, Das Mechanismus des ozeanischen und des kontinentalen Produktionsvorganges. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, III, 62-69.)
1060. — 1951, Die Mikrobestimmungen des Chlorophylls und der Eigenfluoreszens des Meerwassers. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, IV, 92-96.)
1061. — 1953, Der Einfluss des englischen Küstenwassers auf den Chemismus der Wasserkörper in der südlichen Nordsee. (*Ber. dtsch. wiss. Komm. Meeresf.*, XIII, 130-135.)
1062. — 1956, Chemisch-Hydrographische Untersuchungen in der inneren Deutschen Bucht. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, IX, 55-65.)
1063. — 1956, Die Trophie Küstennäher Meeresgebiete. (*Kieler Meeresf.*, XII, 46-64.)
1064. — 1957, Ein einfaches Klein-Aräometer zur exacten Bestimmung des Salzgehaltes im Meerwasser. (*Dtsch. Hydr. Ztschr.* X., 99-108.)
1065. — 1966, The problem of gelbstoff in the sea. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. mar. Biol.*, IV, 91-104.)
1066. KALLE, K. et WATTENBERG, H., 1938, Über der Kupfergehalt des Ozeanwassers. (*Naturwiss.*, XXVI, 630-631.)
1067. KAMATANI AKIYOSHI et CHIKAYOSHI MATSUDAIRA, 1966, Extraction and determination methods of organic acids in sea water and marine sediments. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XXII, 87-92.)
1068. KAMP, P. L., 1930, Hydromeduseae collected in the South-Western part of the North-Sea and in the eastern part of the Channel in 1903-1914. (*Mém. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, 45, 55 p., 15 fig.)
1069. KANDLER, O., 1954, Über die Beziehungen zwischen Phosphathaushalt und Photosynthese. (*Ztschr. Naturf.*, IX, B, 625.)

1070. — 1955, Über die Beziehungen zwischen Phosphathaushalt und Photosynthese. III : Hemmungsanalyse der lichtabhängigen Phosphorylierung. (*Ztschr. Naturf.*, X, B, 38.)
1071. KANDLER, R., 1930, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Wasserstoffionenkonzentration, freier Kohlensäure und Alkalinität im Meerwasser. (*Int. Rev. ges. Hydrob.*, XXIV, 177-224.)
1072. KAPELLER-ADLER, R. et KRAEL, J., 1930, Untersuchungen über die Stickstoffverteilung in den Muskel, verschiedener Tierklassen. II : Über die Stickstoffverteilung im Rochen- und Haifischmuskel. (*Biochem. Zeitschr.*, CCXXIV, 364-377.)
1073. KAPPANNA, A. N., GADRE, G. T., BHAUNAGARY, H. M. et JOSHI, J. M., 1962, Minor constituents of Indian sea water. (*Current Sci. India*, XXXI, 273.)
1074. KARSTEN, G., 1896, Über die bisherigen Ergebnisse und über die ferneren Aufgaben zur Physik der deutschen Meere. (*Heligoland, Wiss. Meeresuntersuch.* I, 147.)
1075. — 1898, Die Formenveranderungen von *Skeletonema costatum* (GREVILLE) GRUN. und ihre Abhängigkeit von ausseren Faktoren. (*Wiss. Komm. zur. wissensch. Unters. dtsch. Meere in Kiel*, III, 2.)
1076. — 1899, Die Diatomeen des Kieler Bucht. (*Unters. d. dtsch. Meere in Kiel*, IV.)
1077. — 1906, Das Phytoplankton des Atlantischen Ozeans nach dem Material der deutschen Tiefsee Expedition 1898-1899. (*Dtsche Tiefsee Exped.*, 1898-1899, II.)
1078. — 1928, *Bacillariophyta.* (*In* ENGLER, A., *Die natürliche pflanzenfamilien*, II.)
1079. KARSTEN, P., KIES, H. L., VAN ENGELEN, H. Th. J. et DE HOOG, P., 1955, Spectrophotometric titration of Calcium and Magnesium with Complexone III and metalspecific indicators. (*Anal. Chim. Acta.*, XII, 64-71.)
1080. KASIWADA, K., et coll., 1957, Studies on Vitamin B_{12} in sea water. II. On the assay method and the distribution of this vitamin B_{12} in the ocean. (*Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, XXII, 637-640.)
1081. KATO KIKUO et YASUSHI KITANO, 1966, Salt error in colorimetric determination of the molybdate-reactive Silica in sea water. (*J. Earth. Sci. Nagoya Univ.*, XIV, 151-158.)
1082. — 1968, Solubility and dissolution rate of amorphous Silica in distilled and sea water at 21 °C. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XXIV, 147-152.)
1083. KATO, T., OKIYAMA, Y. et NOMURAT, 1955, An indirect colorimetric determination of Sodium in natural waters. (*Japan Analyst*, IV, 106-107.)
1084. KAUKO, Y., 1934, Über die Zerzetzungsgeschwindigkeit der Calciumbicarbonatlösungen. (*Ann. Acad. Sci. Fenn.*, XXXIX, 15 p.)
1085. — 1934, Zur Kenntnis ersten Dissoziationskonstante des Kohlensäuregleichgewichtes. (*Ann. Acad. Sc. Fennic.*, XXXIX, 88 p.)
1086. — 1934, Mathematische und graphische Behandlung des Gleichgewichtes Base-Kohlensäure Wasser bei den verdünnten Lösungen. (*Ann. Acad. Sc. Fennic.*, XXXIX, 1-83.)
1087. KAY, H., 1954, Eine Mikromethode zur chemischen Bestimmung des organischen gebündenen Kohlenstoffes im Meerwasser. (*Kieler Meeresf.*, X, 26-36.)
1088. — 1954, Untersuchungen zum Menge und Verteilung der organischen Substanz im Meerwasser. (*Kieler Meeresf.*, X, 202-213.)
1089. KELLER, H., 1912, Die hydrographische Verhältnisse der Nordsee in den Monaten Februar, Mai, August, November. (*Ann. Hydrogr. Berl.*, XL, 513-524; 592-608; 671-677.)
1090. KELLERMANN, K. F., 1915, Relation of bacteria to deposition of Calcium carbonate. (*Bull. Geol. Soc. Amer.*, XXVI, 58.)
1091. KEMP, S., 1938, Oceanography and the fluctuations in the abundance of marine animals. (*Rep. Brit. Ass. Adv. Sc.*, 85-101.)
1092. KENT, P. E., 1967, Outline geology of the southern North Sea Basin. (*Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, XXXVI, 1-22.)
1093. — 1967, North Sea exploration, a case history. (*Geogr. Journ.*, CXXXIII, 289-301.)
1094. — 1967, Progress of exploration in North Sea. (*Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, LI, 731-741.)
1095. — 1968, Geological problems in North Sea exploration. (*In* DONOVAN, D. T., *Geology of the shelf seas*, Edinburgh, 75.)

1096. KENT, P. E. et WALMSLEY, P. J., 1970, North Sea Progress. (*Bull. Am. Assoc. Petr. Geol.*, LIV, 168-181.)
1097. KERB, H., 1910, Über den Nährwert der im Wasser gelösten Stoffe. (*Intern. Rev. ges. Hydrob.*, III.)
1098. KESTER, D. R. et PYTKOWICZ, R. M., 1967, Determination of the apparent dissociation constants of Phosphoric acid in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 243-252.)
1099. KETCHUM, B. H., 1939, The absorption of phosphate and nitrate by illuminated cultures of *Nitzschia Closterium*. (*Amer. J. Bot.*, XXVI, 399.)
1100. — 1939, The development and restoration of deficiencies in the phosphorus and nitrogen composition of unicellular plants. (*J. Cell. Comp. Physiol.*, XIII, 373-381.)
1101. — 1947, The biochemical relations between marine organisms and their environment. (*Ecol. Monogr.*, XVII, 309-315, 5 fig.)
1102. KETCHUM, B. H. et coll., 1958, Productivity in relation to nutrients. (*R. P. V. Cons. Int. expl. mer*, CXLIV, 132-140.)
1103. KETCHUM, B. H., CORWIN, N. et KEEN, D. J., 1955, The significance of organic Phosphorus determinations in ocean waters. (*Deep. Sea Res.*, II, 172-181.)
1104. KEYS, A. B., 1931, The determination of chlorides with the highest accuracy. (*J. Chem. Soc.*, 2440.)
1105. KEYS, A. B., CHRISTENSEN, E. H. et KROGH, A., 1935, The organic metabolism of sea water, with special reference to the ultimate food cycle in the sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XX, 181.)
1106. KHAILOV, K. M., 1969, Release of dissolved organic matter by marine seaweeds and distribution of their total organic production to inshore communities. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 521-527.)
1107. KHAILOV, K. M. et FINENKO, Z. Z., 1968, The interaction of detritus with highmolecular components of dissolved organic matter in sea water. (*Okeanol. Akad. Nauk, SSSR.*, VIII, 980-991.) (In Russ.)
1108. KIERSTEAD, H. et SLOBODKIN, L. B., 1953, The size of water masses containing plankton blooms (*J. mar. res.*, XII, 141-147.)
1109. KIM, Y. S. et ZEITLIN, H., 1968, The determination of Molybdenum in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 534-537.)
1110. KING, C. A. M., 1963, An introduction to oceanography. New York, 349 p.
1111. KING, E. J. et DAVIDSON, V., 1933, The biochemistry of silicic acid. IV. Relation of Silica to the growth of phytoplankton. (*Biochem. Journ.*, XXVII, 1015-1021.)
1112. KING, W. B. R., 1949, The geology of the English Channel. (*Quart. Journ. Geol. Soc. Lond.*, 327.)
1113. KINNE, O., 1970, Marine ecology. I : Environmental factors. Part. I. London, 681 p.
1114. KIRK, P. L. et MOBERG, E. G., 1933, Microdetermination of Calcium in sea water. (*Industr. et Eng. Chem.*, V, 95-98.)
1115. KISSELEV, I. A., 1969, Plankton of the seas and continental waters. I : Introduction and general problems of the planktology (*Isdatel* « NAUKA » *Leningradsk Otdel.*, 657 p.) (In Russ.)
1116. KLEEREKOPER, H., 1953, The mineralization of plankton. (*J. Fish. Res. Bd. Can.*, X, 283-291.)
1117. KLEINKAUF, H., 1964, Kohlenhydrate, freie Aminosäure und Protcinsammensetzung ciniger marinc Diatomeen und der limnischen Diatomee *Melosira varians*. (*Heligoland Wiss. Meeresuntersuch.*, XI, 39-45.)
1118. KLEMENC, A. et HERZOG, M., 1926, Zur Kenntnis der Dissoziationskonstante der Kohlensäure. (*Monatsber. Chem.*, XLVII, 407.)
1119. KLUGH, Z. B., 1929, The effect of the ultra-violet component of sunlight on certain marine organisms. (*Can. J. Res.*, I, 100-109.)
1120. — 1930, The effect of the ultra-violet component of the sun's radiation upon some aquatic organisms. (*Can. J. Res.*, II, 312-317.)
1121. — 1930, The effect of the ultra-violet component of sunlight o n certain aquatic organisms. (*Can. J. Res.*, III, 104-106.)
1122. KLUT, H. et OLSZEWSKI, W., 1945, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin, 281 p., 10 fig.

1123. KNIEP, H., 1917, Über die allgemeine Ernährungsbedingungen im Meere. (*Sitzber. d. med. Phys. Ges.*)
1124. KNUDSEN, M., 1896, Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Kohlensäuregehalt des Meerwassers und den Plankton des Meeres. (*Ann. Hydrogr.*, XXIV.)
1125. — 1899, Hydrography. (*The danish* INGOLF *Expedition*, I, 2, 23-161, 34 pl.)
1126. — 1901, Hydrographic Tables. Copenhagen.
1127. — 1902, Berichte über die Konstantebestimmung zur Aufstellung der Hydrographischen Tabellen. (*Dansk. Vidensk. Selsk. Skr. Naturv. Math. Kl.*, VI, part 12, n° 1, 161 p.)
1128. — 1903, On the Standard water used in hydrographical research until July 1903. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, II, 9 p.)
1129. — 1903, Über den Gebrauch von Stickstoffbestimmungen in der Hydrographie. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, IV, 9 p.)
1130. — 1903, Gefrierpunkttabelle für Meerwasser. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, V, 11-13.)
1131. — 1904, σ_t Tabelle. Anhang zu den 1901 herausgegebenen hydrographischen Tabellen. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XI, 23 p.)
1132. — 1905, On the influence of the east Iceland Polar stream on the climatic changes of the Faroe Islands, the Shetlands and the North of Scotland. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XII.)
1133. — 1905, Some remarks on the hydrographical investigations. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, IV, 38.)
1134. — 1905, Proposal for working out the data of the hydrographical observations. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, IV, 42.)
1135. — 1907, Some remarks about the currents in the North Sea and adjacent waters. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XXXIX, 7 p.)
1136. — 1922, On measurement of the penetration of light into the sea. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, LXXVI, 16 p.)
1137. — 1925, L'emploi de l'eau normale dans l'océanographie. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, LXXXVII, 11 p.)
1138. — 1935, Nomenclature and Units for indication of the amount of constituents of sea water. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, C, 90-101.)
1139. KNUDSEN, M. et SMITH, K., 1906, The salinity of the North Sea and adjacent waters calculated on the basis of observations from the period August 1902-May 1905. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, VI.)
1140. KNULL, J. R. et RICHARDS, F. A., 1969, A note on the sources of excess Alkalinity in anoxic waters. (*Deep-Sea Res.*, XVI, 205-212.)
1141. KOBROVA, M., 1954, Determination of Magnesium in the presence of Calcium by titration with 8-Hydroxyquinoline. (*Chem. listy*, 48, 1167-1170; *Chem. Abstr.*, 1955, n° 2657.)
1142. KOCH, O. G. et KOCH-DEDIC, G. A. H., 1964, Handbuch der Spurenanalyse. Berlin, 1232 p., 273 fig.
1143. KOCZY, F. F., 1956, The specific Alkalinity. (*Deep-Sea Res.*, III, 279-288.)
1144. KOCZY, F. F., PICCIOTTO, E., POULAERT, G. et WILGAINS, 1957, Determination of Thorium isotopes in sea water. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, XI, 103-129.)
1145. KOCZY, F. F., TOMIC, E. et HECHT, F., 1957, Zur Geochemie des Urans in Ostseebecken. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, XI, 86-102.)
1146. KOFOID, C. A., 1933, The Dinoflagellata : the family *Heterodiniidae* of the *Peridinioidae*. (*Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, LIV, 136 p., 22 pl.)
1147. KOFOID, C. A. et SKOGSBERG, T., 1928, The *Dinoflagellata* : The *Dinophysoidae*. (*Rept.* « ALBATROSS » *Expedition* 1904-1905.) (*Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, LI, 766 p., 103 fig., 31 pl.)
1148. KOFOID, C. A et SWEZY, O., 1921, The free-living unarmored *Dinoflagellata*. (*Mem. of the Univ. Calif.*, V, 562 p., 388 fig., 12 pl.)
1149. KOLBE, G., 1930, Versuche an marinen Wirbellosen über die Aufnahme gelösten Nährstoffe. (*Ztschr. vergl. Physiol.*, XI, 437.)
1150. KOLL, W. et SONTHEIMER, H., 1968, Zum Einsatz der Röntgenfluoreszensanalyse bei der Bestimmung von Spurenmetallen in Wässern. (*Vom Wasser*, XXXIV, 31.)
1151. KOLTHOFF, J. M. et FURMAN, N. H., 1949, Potentiometric titrations, a theoretical and practical treatrise. New York, 482 p.

1152. KOLTHOFF, J. M. et LAITINEN, H. N., 1948, pH and electro-titrations. New York, 190 p.
1153. KOLTHOFF, J. M. et STENGER, V. A., 1942, Volumetric analysis. New York, I, 309 p.; 1947, New York, II. 374 p.
1154. KOMATUS, S. et UTIYAMA, H., 1954, Electrophotometric determination of Copper with Phenylthiosemicarbazide. (*J. Chem. Soc. Jap. Pure Chem. Sect.*, LXXV, 1280-1283.)
1155. KORINEK, J., 1928, Über die Zersetzungsprozesse des organischen Substanz im Meere. (*Biochem. Ztschr.*, CXVII, 230-237.)
1156. KOROLEFF, F., 1947, Determination of Manganese in natural waters. (*Acta Chem. Scand.*, I, 503-506.)
1157. — 1950, Determination of traces of heavy metals in sea water, by means of dithizone. I : Metal dithizone equilibria. (*Merentutkimuslait. Julk.*, CXLV, 69 p.)
1158. KORSAKOV, M. P., 1929, Reduction of Nitrates by Bacteria. (*Russ. Microbiol. Journ.*, IX, 108; *Brit. Chem. Abstr.*, A, 265-266, 1931.)
1159. KOVALEVA, K. N. et BURKSERE, S., 1940, Determination of Rubidium in sea water. (*Rep. Acad. Sci. Ukr.*, V, 31-37; *Chem. Abstr.*, XXXVII, 4322.)
1160. KOVARIC, M. et VINS, V., 1955, Determination of traces of Copper in water. (*Z. anal. Chem.*, CXLVII, 401-403.)
1161. KOYAMA, T., 1962, Organic compounds in sea water. (*Oceanogr. Soc. Jap.*)
1162. KOYAMA, T. et THOMPSON, T. G., 1959, Organic acids of sea water. (*Repr. Int. Oc. Congr.*, 1959, 925-926.)
1163. KRAMER, J. R., 1958, The system Calcite-Dolomite in sea water. (*Disser. Abstr. U.S.A.*, XIX, 6, 1344.)
1164. KRATZ, W. A. et MYERS, J., 1955, Nutrition and growth of several blue-green algae. (*Amer. J. Bot.*, XLII, 282-287.)
1165. KRAUSKOPF, K. B., 1956, Factors controlling the concentrations of thirteen rare metals in sea water. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, IX, 1-33.)
1166. KREPS, E., 1926, Über das gegenseitige Verhältnis von CO_2 und pH in Meerwasser bei verschiedenen Salzgehalt. (*Int. Rev. ges. Hydrob.*, XV, 240-257.)
1167. — 1928, Instruction pour la détermination de l'Alcalinité de l'eau de mer. (*Bull. Inst. Hydrol. Leningrad*, XII, 91-101.)
1168. — 1934, Organic catalysts or enzymes in sea water. (James Johnstone *Memorial volume.* Liverpool, 193-202.)
1169. KREPS, E. et OSADASCHI, M., 1933, The organic Phosphorus in the sea. (*Int. Rev. ges. Hydrob.*, XXIV, 221-228.)
1170. KREY, J., 1939, Bestimmung des Chlorophylls. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIV, 201-209.)
1171. — 1942, Nährstoffe und Chlorophylluntersuchungen in der Kieler Föhrde. (*Kieler Meeresf.*, IV, 1-17.)
1172. — 1950, Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Planktons. (*Kieler Meeresf.*, V,, 1-58.)
1173. — 1952, Die Biomasse des marinen Planktons. (*Kieler Meeresf.*, IX, 43-50.)
1174. — 1952, Charakterisierung vom Wasserkörpern durch optische Messungen. (*Arch. Hydrob.*, XLVI, 1-14.)
1175. — 1953, Über die Fruchtbarkeit des Meeres. (*Veröffentl. Inst. Meeresf. Bremerhafen*, II, 1-14.)
1176. — 1953, Planktologische Untersuchungen auf der Fahrt der « GAUSS » II/III, 1952 in der südwestlichen Nordsee. (*Ber. D. W. K.*, XIII.)
1177. — 1954, Beziehungen zwischen Phytoplankton Temperatursprungschicht und Trübungsschirm in der Nordsee im August 1952. (*Kieler Meeresf.*, X, 3-18.)
1178. — 1954, Plankton- und Sestonuntersuchungen in der nordwestlichen Nordsee auf der Fahrt der « GAUSS », Februar-Mai 1952. (*Ber. dtsch. wiss. Komm. Meeresf.*, XIII, 136-153.)
1179. — 1956, Die Trophie Küstennäher Meeresgebiete. (*Kieler Meeresf.*, XII, 46.)
1180. — 1958, Chemical methods of estimating standing crop of phytoplankton. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 20-27.)
1181. — 1965, Der Detritus im Meere. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXVI, 263-280.)
1182. — 1958, Chemical determination of net plankton, with special reference to equivalent albumin content. (*J. mar. res.*, XVII, 312-324.)

1183. KRISHNAMOORTHY, T. M., SASTRY, V. H. et SARMA, T. P., 1968, A method for the estimation of total soluble Cobalt in sea water. (*Current Sci.*, XXXVII, 660-661.)
1184. KRISNAMURTHY, K., 1967, Some aspects of chemical composition of plankton. (*Kieler Meeresf.*, XXIII, 99-104.)
1185. — 1969, Carbonic anhydrase in sea water : carbonate complexes. (*Science*, CLXIV, 929.)
1186. KRISS, A. E., 1900, Microorganisms as indicators of hydrological phenomena in seas and oceans. I. (*Deep-Sea Res.*, VI, 88-94.)
1187. — 1961, Meeresmikrobiologie. Jena, 536 p., 147 fig.
1188. — 1968, On the distribution of unstable forms of organic matter in the water column of the World Ocean. (*Int. Rev. ges. Hydrob.*, LIII, 443-452.)
1189. KRISTALEV, P. V. et KRISTALEVA, L. B., 1957, Colorimetric determination of Nitrites with 3-Methyl-phenylpyrrazolone and its derivatives. (*Trudy Tomsk. Univ.*, CXLV, 73-76.)
1190. KROGH, A., 1904, On the tension of carbonic acid in natural waters and especially in the sea. (*Meddel. om Grönland*, XXVI, 331-405.)
1191. — 1931, Dissolved substances as food of aquatic organisms. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXV, 7-36.)
1192. — 1931, Dissolved substances as food of aquatic organisms. (*Biol. Rev.*, VI, 412-442.)
1193. — 1934, Conditions of life in the ocean. (*Ecol. Monogr.*, IV, 421-429.)
1194. — 1934, A method for the determination of Ammonium in water and air. (*Biol. Bull. Woods Hole*, LXVII, 126-131.)
1195. KROGH, A. et KEYS, A., 1934, Method for the determination of dissolved organic Carbon and Nitrogen in sea water. (*Biol. Bull. Woods Hole*, LXVII, 132-144.)
1196. KROGH, A., LANGE, E. et SMITH, W., 1930, On the organic matter given off by algae. (*Biochem. Journ.*, XXIV, 1666.)
1197. KRUMMEL, O., 1889, Bemerkungen über die Durchsichtigkeit des Meerwassers. (*Ann. Hydrogr., Berlin*, XVII, 62.)
1198. — 1890, Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Seewassers an Bord. (*Ann. Hydr. Berlin*, XVIII.)
1199. — 1902, Der Ozean, eine Einführung in die allgemeine Meereskunde. Leipzig, 285 p.
1200. — 1904, Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung. (*Veröff. Inst. Meeresk.*, VI.)
1201. — 1907, Handbuch der Ozeanographie. I. Die raumlich, chemischen und physikalischen Verhältnisse des Meeres. Stuttgart, 526 p.; 1911, II, Stuttgart.
1202. KUDO, R., 1954, Protozoology. *Springfield U.S.A.*, 4th ed., 966 p., 376 fig.
1203. KUENEN, P. H., 1948, De kringloop van het water. Den Haag, 408 p., 210 fig.
1204. KUFFERATH, H., 1950, Recherches sur le plancton de la Mer Flamande (Mer du Nord méridionale). I : Quelques flagellés, protistes et « coetera ». (*Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg.*, XXVI, n° 29, 43 p., 39 fig.)
1205. — 1952, Recherches sur le plancton de la Mer Flamande (Mer du Nord méridionale. II : *Biddulphiaceae*, *Proteomyxa*, *Amoebina*. (*Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg.*, XXVIII, n° 10, 39 p., 37 fig.)
1206. KUFFERATH, J., 1951, Représentation graphique et classification rationelle en types des eaux naturelles. I : Représentation graphique de la composition chimique des eaux. (*Bull. Inst. roy. Sc. Nat. Belg.*, XXVII, n° 43, 8 p.; XXVII, n° 44, 6 p.)
1207. — 1951. Représentation graphique et classification rationelle en types des eaux naturelles. II : Classification chimique rationelle des eaux naturelles. (*Bull. Inst. Roy. Sc. nat. Belg.*, XXVII, n° 45, 8 p.)
1208. KUNNE, C., 1937, Über die Verbreitung der Leitformen des Grossplanktons in den südlichen Nordsee im Winter. (*Ber. dtsch. wiss. Komm. f. Meeresf.*, VIII, 131-164.)
1209. KUPPERS, N., 1906, Physikalische und mineralogisch-geologische Untersuchung von Bodenproben aus Nord- und Ostsee. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*,N. F., X, 3-11.
1210. KUTZING, F. T., 1834, Synopsis Diatomacearum oder Versuch einer systematische Zusammenstellung der Diatomeen. (*Linnaea*, VIII, pl. 7, Halle.)
1211. — 1844, Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. Nordhausen.

1212. KYLIN, H., 1927, Über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf einige Meeresalgen. (*Botaniska Notiser Lund*, 243-254.)
1213. LABBE, A., 1923, Les zones critiques de l'adaptation au milieu. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLXXVI, 1665-1668.)
1214. — 1923, L'action biologique du pH ascendant de l'eau de mer et l'allogénèse. (*Rev. gén. Sci.*, XXXIV, 707-714.)
1215. — 1923, La solubilité et la précipitation du carbonate de calcium dans l'eau de mer et ses conséquences biologiques. (*Bull. inst. océanogr. Monaco*, XX, n° 430, 31 p.)
1216. — 1924, Contribution à l'étude des milieux marins hyperalcalins. (*Arch. zool. expér. et gén.*, LXII, 401-568.)
1217. — 1924, Une conception nouvelle de l'adaptation : l'allélogénèse. (*Rev. sci.*, LXII, 295-302.)
1218. — 1927, Le pH en océanographie. (*Bull. Soc. océan.*, VII, n^{os} 34 et 35.)
1219. — 1932, Le pH et le rythme des marées. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CVC, 1297-1299.)
1220. — 1932, La notion du pH en océanographie et en biologie marine. (*Ann. Inst. océanogr.*, XII, 215-344.)
1221. LACOMBE, H., 1951, Les marées de la Manche. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XLVIII, n° 989.)
1222. LAEVASTU, T., 1960, Synopsis of information on the oceanography of the North Sea. 1st draft. (*FAO, Fisheries Division, Biology Branch*, FB/60/S 2.)
1223. — 1963, Surface water types of the North Sea and their characteristics. (*Serial Atlas of the marine environment*, Fol. IV, *Am. géogr. Soc.*)
1224. LAEVASTU, T. et THOMSON, T. G., 1958, Soluble Iron in coastal waters. (*J. mar. res.*, XVI, 192-198.)
1225. LALOU, C., 1957, Studies of bacterial precipitation of Carbonates in sea water. (*J. sediment. petrol.*, XXVII, 190-195.)
1226. LAMAR, W. L. et GOERLITZ, D. F., 1966, Organic acids in natural colored surface waters. (*U. S. Geol. Survey Water Supply*, Paper 1817, 17 p.)
1227. LAMI, R., 1933, Variations du pH de l'eau de mer à l'entrée de la Rance. (*Bull. Lab. marit. Museum*, XI, 9-11.)
1228. LANDINGHAM, J., VAN, 1957, A modification of the Knudsen method for salinity determination. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXII, 174.)
1229. LANGE, B., 1952, Kolorimetrische Analyse. Weinheim, 395 p.
1230. LANGERAAR, W., 1966, Sand waves in the North Sea. (*Hydrogr. Newslett. Netherl.*, L, 243-246.)
1231. LAPORTE, L. J. et LEFEBURE, P., 1929, Diatomées rares et curieuses. I. Paris, 15 pl.
1232. — 1930, Diatomées rares et curieuses. II. Paris, 15 pl.
1233. LARSONNEUR, C. et RIOULT, M., 1969, Le Bathonien et le Jurassique supérieur en Manche centrale. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CCLXVIII, 2645-2648.)
1234. LASKER, R. et HOLMES, T. W., 1957, Variability in retension of marine phytoplankton by membrane filters. (*Nature*, CLXXX, 1295-1296.)
1235. LAUDERS, H. S., 1864, Remarks on the marine Diatomacea found at Hong Kong with description of new species. (*Trans. Microsc. Soc.*, XII, 75, pl. 8.)
1236. LAWFORD, A. L., 1954, Currents in the North-Sea during the 1953 gale. (*Weather*, IX, 67-72.)
1237. LEBEDINZEW, A. A., 1892, Recherches chimiques dans la Mer du Nord et la Mer d'Azov. (*Bull. soc. imp. géogr.*, XXVIII, 51.) (In Russ.)
1238. LEBOUR, M. V., 1907, The microplancton of Plymouth Sound. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XI, 133.)
1239. — 1917, The microplancton of Plymouth Sound from the region beyond the Breakwater. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XI, 182.)
1240. — 1917, The *Peridiniales* of Plymouth Sound from the region beyond the Breakwater (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XI, 183-200.)
1241. — 1922, The food of plankton organisms. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XII, 644-677.)
1242. — 1922, Plymouth Peridinians. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XII, 795-818.)
1243. — 1923, The food of plankton organisms. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 70-92.)

1244. — 1923, *Coccolithophora pelagica* (WALLICH) from the channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 271-275.)
1245. — 1925, The *Dinoflagellates* of Northern Seas. Plymouth, 250 p., 35 pl.
1246. — 1930, The planctonic diatoms of Northern Seas. London, 244 p., 4 pl.)
1247. LECAL-SCHANDLER, J., 1951, Recherches morphologiques et biologiques sur les Coccolithophoridés Nord-Africains. (*Ann. Inst. océanogr.*, XXVI, 255-362.)
1248. LECLERC, E., BEECKMANS DE WEST-MEERBEECK, I. et BEAUJEAN, P., 1949, L'Oxygène dissous dans les eaux. (*Bull. Centre belge ét. d'eaux*, IV, 237-249.)
1249. LECOMPTE, P., 1968, Étude théorique de l'absorption du rayonnement solaire dans la mer. (*Cah. océanogr.*, XX, 195-201.)
1250. LE DANOIS, E., 1921-1922, Recherches sur le régime des eaux atlantiques au large des côtes de France et sur la biologie du thon blanc ou germon. (*Mém. Off. pêches*, IX et XVII.)
1251. — 1923, Conclusions hydrologiques. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XXXI, 21.)
1252. — 1923, Conclusions : Méthode suivie, remarques hydr. générales. La transgression estivale des eaux chaudes. Le régime de la Manche. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XXIX, 25.)
1253. — 1924, Étude hydrologique de l'Atlantique nord. (*Ann. Inst. Océanogr.*, I.)
1254. — 1924, Les transgressions atlantiques et leurs conséquences biologiques. (*Rapp. jubilaire. Cons. int. expl. mer*, XLVII, 135.)
1255. — 1925, Remarques générales sur les transgressions atlantiques. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XXXV, 5.)
1256. — 1926, Remarques hydrologiques : Iles Canaries et Madère, Côte du Portugal et Baie d'Espagne, Golfe de Gascogne et entrée de la Manche, la Manche. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XL, 36.)
1257. — 1928, Rapport jubilaire. La France. Les transgressions atlantiques et leurs conséquences biologiques. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XLVII, 135.)
1258. — 1929, Remarques hydrologiques (Secteur nord). (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LV, 29.)
1259. — 1933, Les transgressions océaniques. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXX, nº 613.)
1260. — 1936, Observations hydrologiques des quatre premières croisières du navire « PRÉSIDENT THÉODORE TISSIER ». (*Rev. trav. Off. scient. et techn. pêches marit.*, IX, 133-250.)
1261. — 1938, L'Atlantique. Histoire et vie d'un océan. Paris, 290 p., 54 fig., 16 pl.
1262. LEE, A., 1970, The currents and water masses of the North Sea. (*Oceanogr. et Mar. biol.*, VIII, 33-71.)
1263. LEE, A. J., et FOLKARD, A. R., 1969, Factors affecting turbidity in the southern North Sea. (*J. cons. int. expl. mer*, XXXIII, 291-302.)
1264. LEE, G. F. et STUMM, W., 1960, Determination of ferrous Iron in the presence of ferric Iron with Bathophenantroline. (*J. W'at. W'ks. Ass.*, LII, 1567-1574.)
1265. LE GALL, J., 1929, Travaux à la mer du Laboratoire de Boulogne pendant l'année 1928. (*Rev. trav. off. scient. et techn. pêches marit.*, II, 127-136.)
1266. LEGENDRE, R., 1909, Recherches sur les variations de température, de densité et de teneur en oxygène de l'eau de la côte d'Arcachon. (*Bull. stat. biol. Arcachon*, XII, 95-123.)
1267. — 1909, Recherches physico-chimiques sur l'eau de la côte à Concarneau. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, VI, nº 144.)
1268. — 1910, Recherches physico-chimiques sur l'eau de la côte à Arcachon. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, VII, nº 158.)
1269. — 1921, Influence de la salinité de l'eau de mer sur l'assimilation chlorophyllienne des algues. (*C. R. Soc. biol.*, LXXV, 222-224.)
1270. — 1922, Variations diurnes de la concentration en ions hydrogène de l'eau de mer littorale. (*C. R. Acad. Sc. Paris*, CLXXV, 773-776.)
1271. — 1924, Variations de concentration en ions hydrogène des fonds marins littoraux. (*C. R. Soc. biol.*, XC, 183-186.)
1272. — 1925, Influence du pH sur la distribution géographique des êtres marins. (*C. R. Soc. biogéogr.*, II, 78-80.)
1273. — 1925, Les méthodes de dosage des variations de l'acide carbonique dissous. (*Bull. Soc. chim. biol.*, VII, 758-761.)

1274. — 1925, Principe d'une méthode de dosage des variations de l'acide carbonique dissous (*C. R. Acad. Sc. Paris*, CLXXX, 1527-1529.)
1275. — 1925, La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer. Le pII : sa mesure, son importance océanographique, géologique, biologique. Paris, 291 p.
1276. — 1925, Les variations saisonnières du plancton. Le réveil de la mer au printemps. (*Rev. gén. Sci.*, XXXVI, 460-464.)
1277. — 1937, Bibliographie sur la concentration en ions hydrogène de l'eau de mer. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, nº 724, 32 p.)
1278. — 1940, Le milieu marin. (*Scientia*, LXVII, 57-67.)
1279. — 1940, Le milieu marin, océanique, néritique et littoral. (*Soc. biogéogr.*, 1-15.)
1280. — 1942, Estimation rapide du Magnésium dans l'eau de mer. (*C. R. Soc. biol.*, CXXXVI, 291-292.)
1281. — 1943, Température de l'eau à la côte à Concarneau. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, nº 840, 22 p., 4 fig.)
1282. — 1944, Méthode de dosage de l'ion carbonique. (*Bull. Soc. chim. biol.*, XXVI, 484-490.)
1283. — 1948, La vie dans les mers. Paris, 127 p., 41 fig.
1284. — 1951, Les éléments chimiques de l'eau de mer. (*Scientia*, LXXXVI, 221-227.)
1285. — 1951, La productivité de la mer étudiée par un isotope radioactif du Carbone. (*La Nature*, LXXIX, nº 3195, 206-207.)
1286. LEGENDRE, R. et MENACH, M., 1949, Conservation des échantillons d'eau de mer destinés aux titrages de chlorinité. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XLVI, nº 957.)
1287. LE GRAND, Y., 1954, René LEGENDRE (1880-1954). (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, nº 1044, 29 p.)
1288. LEGRAYE, M., 1927, Observations sur les mouvements récents du fond de la Mer du Nord. (*Ann. Soc. géol. Belg.*, XLIX, 201-212.)
1289. LELOUP, E., 1929, Sur la présence de l'*Arachnactis albida* SARS dans le Sud de la Mer du Nord. (*Ann. Soc. roy. Zool. Belg.*, XL, 22-23.)
1289*a*. — 1931, Contribution à la répartition des Cérianthaires dans le Sud de la Mer du Nord. (*Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, VII, nº 2, 10 p.)
1289*b*. — 1946, Contribution à l'étude de la faune belge. XV; *Margellopsis haeckeli* HARTLAUB, 1897, forme indicatrice du plancton au large de la côte belge. (*Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, XXII, nº 15, 3 p.)
1289*c*. — 1947, Les Cœlentérés de la faune belge. Leur bibliographie et leur distribution. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, nº 107, 73 p., 40 fig.)
1290. — 1966, Observations sur la dérive des courants au large de la côte belge au moyen de flotteurs de fond. (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XLII, 1-20.)
1291. LEMMERMANN, E., 1899, Ergebnisse einer Reise nach den Pacific (H, SCHAUINLAND, 1896-1897). Planktonalgen. (*Abh. nat. Ver. Bremen*, XVI.)
1292. — 1905, Über das Vorkommen von Süsswasserformen in Phytoplankton des Meeres. (*Arch. f. Hydrob.*, I, 409-427.)
1293. — 1905, Das Phytoplankton des Meeres. III. Beitrag. (*Beih. z. Bot. Centralbl.*, Abt. 2, XIX.)
1294. — 1908, Flagellaten. *Chlorophyceae*, *Coccosphaerales* und *Silicoflagellatae*. (*Nordisches Plankton*, XXI.)
1295. — 1910, Algen. (*Kryptogamenflora der Mark Brandenburg*. Leipzig.)
1296. LENHER, V. et CRAWFORD, W. G., 1913, A new colorimetric method for Titanium. (*J. Amer. chem. Soc.*, XXXV, 138-145.)
1297. LENZ, J., 1968, Die Teilchengrössen analyse und Mengenbestimmung des Detritus in Seewasserproben. (*Kieler Meeresf.*, XXIII, 92-98.)
1298. LENZ, J., SCHONE, H. et ZEITSCHEL, B., 1967, Planktologische Beobachtungen auf einem Schnitt durch die Nordsee von Cuxhaven nach Edinburgh. (*Kieler Meeresf.*, XXIII, 92-98.)
1299. LEROY, M., 1967, Dosage des nitrates dans les eaux naturelles, interprétation de la méthode d'Armstrong. (*Cah. océanogr.*, XIX, 53-59.)
1300. LEVY, A. et MARBOUTIN, F., 1897, Dosage de l'Oxygène dissous dans l'eau de mer. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CXXIV, 959.)

1301. Lewi, J., 1966, Boron as growth requirement for diatoms. (*J. Phyc.*, II, 136-140.)
1302. Lewin, J. C., 1961, The dissolution of Silica from diatom walls. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, XXI, 182-198.)
1303. Lewin, R. A., 1955, Extracellular polysaccharides of green algae. (*News Bull. Phycolog. Soc. Am.*, VIII, 6.)
1304. — 1956, Extra-cellular polysaccharides of green algae. (*Can. J. Microbiol.*, II, 665-672.)
1305. Lewis, G. J. et Rakestraw, N. W., 1955, Carbohydrates in sea water. (*J. mar. res.*, XIV, 253-258.)
1306. Lewis, G. R., et Goldberg, E. D., 1954, Iron in marine waters. (*J. mar. res.* XIII, 183-197.)
1307. Liber, M. et Eliassen, R., 1949, The use of the Amidol-test for dissolved Oxygen in sea water. (*J. mar. res.*, VIII, 107-119.)
1308. Lipman, C. B., 1922, Does nitrification occur in sea water. (*Science*, 501.)
1309. — 1929, Further study on marine bacteria with reference to the Drew hypothesis on $CaCO_3$ precipitation in the sea. (*Carnegie Inst. Wash.*, Publ., nº 391, *Papers from Tortugas Laboratory*, XXVI, 231-248.)
1310. — 1929, The chemical composition of sea water. (*Carnegie Instn. of Washingt.*, Public, nº 391, 249-257.)
1311. Littleford, R. A., Newcombe, C. L. et Shepherd, B. B., 1940, An experimental study of certain quantitative plankton methods. (*Ecology*, XXI, 309-322.)
1312. — 1940, An experimental study of certain quantitative plankton methods. (Contribution 37, *Chesapeake Biological Laboratory*.)
1313. Lloyd, B., 1925, The technique of research on marine phytoplankton. (*Journ. of Ecol.*, XIII, nº 2.)
1314. — 1925, Marine phytoplankton of the Welsh Coast with special reference to the vicinity of Aberystwyth. (*Journ. of Ecol.*, XIII, 92-120.)
1315. — 1926, Character and conditions of life of marine phytoplankton. (*Journ. of Ecol.*, XIV.)
1316. — 1931, Bacterial denitrification : an historical and critical survey. (*J. roy. techn. Coll. Glasgow*, 530-550.)
1317. — 1931, A marine denitrifying organism. (*J. Bact.*, XXI, 89-96.)
1318. — 1931, Muds of the Clyde area. II. Bacterial content. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVII 751-765.)
1319. Lloyd, B. et Cranston, J. A., 1930, Studies on gas production by bacteria. (*Biochem. J.*, XXIV, 529-548.)
1320. Lohmann, H., 1902, Die *Coccolithophoridae*, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Mittelmeerauftriebs. (*Arch. Protistenk.*, I, 89-165, 3 tab.)
1321. — 1902, Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, VII, 45 p.)
1322. — 1908, Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. (*Komm. z. wiss. Unters. dtsch. Meere. Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, X, 131-370.)
1323. — 1909, Über die Quellen der Nährung der Meerestieren und Putters Untersuchungen hierüber. (*Intern. Rev. Hydrob.*, II, 10.)
1324. — 1911, Über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben in lebenden Zustande. (*Intern. Rev. Hydrob.*, IV, 1.)
1325. Lopez-Benito, M., 1967, Determinacion espectrofotometrica de hierro en al agua de mar con el reactive αα'-Dipiridilo. (*Investigaç. pesq.*, XXXI, 17-31.)
1326. — 1967, Estudio espectrofotometrico de diferentes reaciones analiticas formadoras de complejos del hierro su applicacion al conocimiento del estado de est cation en el agua de mar. (*Investigaç. pesq.*, XXXI, 585-609.)
1327. Lorenzen, C. J., 1963, Diurnal variations in photosynthetic activity of natural phytoplankton populations. (*Limnol. Oceanogr.*, VIII, 56-62.)
1328. — 1967, Determination of chlorophyll and phaeopigments : spectrophotometric equations. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 343-346.)
1329. Lotka, A. J., 1934, Théorie analytique des associations biologiques. Paris, 45 p.

1330. LOVE, J., MACKIE, W., MCKINNEL, J. P. et PERCIVAL, E., 1963, Starch type polysaccharides isolated from the green sea-weeds, *Enteromorpha compressa*, *Ulva lactuca*, *Cladophora rupestris*, *Codium fragile* and *Chaetomorpha capillaris*. (*J. Chem. Soc.*, 4177-4182.)
1331. LUCAS, C. E., 1933, Occurrence of *Dolioletta gegenbauri* (ULJANIN) in the North Sea. (*Nature*, CXXXII, 858.)
1332. — 1936, On certain inter-relations between phytoplankton and zooplankton under experimental conditions. (*J. Cons. int. expl. mer*, XI, 343-362.)
1333. — 1938, Some aspects of integration in plankton communities. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 309-322.)
1334. — 1940, The phytoplankton of the Southern North Sea. 1932-1937. (*Bull. mar. ecol.*, I, 73-170.)
1335. — 1944, Excretions, ecology and evolution. (*Nature*, CLIII, 378.)
1336. — 1947, The ecological effects of external metabolites. (*Biol. Rev.*, XXII, 270-295.)
1337. — 1949, External metabolites and ecological adaptations. (*Symp. Soc. Exp. Biol.*, III, 336-356.)
1338. — 1941, Continuous plankton records. Phytoplankton in the North Sea. 1938-1939. I : Diatoms. (*Bull. mar. ecol.*, II, 19-46.)
1339. — 1942, Continuous plankton records. Phytoplankton in the North Sea 1938-1939. II : *Dinoflagellates. Phaeocystis*, etc. (*Bull. mar. ecol.*, II, 9.)
1340. — 1955, External metabolites in the sea. (*In* : *Papers in Marine Biology and Oceanography*, New York, 139-148.)
1341. LUCAS, C. E. et RAE, K. M., 1946, The plankton of the North Sea in relation to its environment. Part. I : The hydrological background in the southern North Sea, 1930-1937. (*Bull. mar. ecol.*, III, 17.)
1342. LUCAS, C. E. et STUBBINGS, H. G., 1948, Continuous plankton records : Size variation in diatoms and their significance. (*Bull. mar. ecol.*, II, nº 12, 133-171.)
1343. LUCAS, J., 1948, La sédimentation calcaire. Action du carbonate sur l'eau de mer et quelques modalités de l'alcalinisation de l'eau de mer en présence d'ions carboniques. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CCXXVI, 937 et 1023.)
1344. — 1949, La sédimentation calcaire. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CCXXIX, 1026 et 1027.)
1345. LUCKE, F., 1912, Quantitative Untersuchungen an dem Plankton bei dem Feuerschiff Borkum-Riff, im Jahre 1910. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XIV.)
1346. LÜDENS, K., 1930, Die Sedimente der Nordsee. (*N. Arch. f. Niedersachs.*, XVI, 213.)
1347. — 1939, Sediments of the North Sea. (*In* TRASK, P. D., *Ann. Ass. Petr. Geol. London*, 322-342.)
1348. LUMBY, J. R., 1923, The salinity and temperature of the southern North Sea and English Channel during the period 1920-1921. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, LXXX, 18.)
1349. — 1925, A note on the water movements in the English Channel and neighbouring Seas, considered on the basis of salinity distribution. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIII, 670-672.)
1350. — 1925, The salinity and water movements in the English Channel and Southern Bight during the period 1920-1923. (*Fishery Invest.*, ser. 2, VII, 37 p.)
1351. LUMBY, J. R. et CARRUTHERS, J. N., 1928, An experiment dealing with the interpretation of salinity distribution charts. (*J. Cons. int. expl. mer*, III, 176.)
1352. LUMBY, J. R. et FOLKARD, A. R., 1956, Variation in the surface tension of sea water in situ. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, nº 1080, 19 p.)
1353. LUNDEGARDH, H., 1924, Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Jena, 308 p.
1354. LUNT, E. et SUTCLIFFE, D., 1953, A new colorimetric reagent for carbohydrates. (*Biochem. Journ.*, LV, 122-126.)
1355. LWOFF, A., 1951, Biochemistry and physiology of Protozoa. I. New York, 434 p., 34 fig.
1356. LYMAN, J., 1957, Buffer mechanism of sea water. (*Thèse. Univ. Calif. Los Angeles*, 196 p.)
1357. — 1959, Chemical considerations. (*In* : *Physical and chemical properties of sea water.*) (*Nat. Acad. Sci. nat. res. Counc.*, Publ. 600.)
1358. LYMAN, J. et FLEMING, R. H., 1940, Composition of sea water. (*J. mar. res.*, III, 134-146.)
1359. MCALLISTER, C. D., 1969, Aspects of estimating zooplankton production from phytoplankton production. (*J. Fish. Res. Bd. Can.*, XXVI, 199-220.)

1360. McAllister, C. D., Shah, N. et Strickland, J. D. H., 1964, Marine phytoplankton photosynthesis as a function of light intensity. A comparison of methods. (*J. Fish. Res. Bd. Can.*, XXI, 159-181.)
1361. Macchi, G., Gescon, B., Mameli-d'Errico, D., 1969, A volumetric determination of sulphate in sea water. (*Arch. Oceanogr. Limnol.*, XVI, 163-171.)
1362. Macchi, G. et Chamard, P., ..., Étude préliminaire sur la distribution du Zinc ionique dans l'eau de mer. (*R. P. V. Réun. comm. int. expl. scient. Mer Médit.*, XVIII, 871-874.)
1363. McClendon, F. J., 1916, The composition, especially the hydrogen ion concentration of sea water in relation to marine organisms. (*J. biol. chem.*, XXVIII, 135-152.)
1364. — 1916, On the hydrogen ion concentration of sea water and the physiological effect of the ions of sea water. (*Proc. nat. Acad. sci.*, II, 689.)
1365. — 1917, The use of the Van Slyke CO_2 apparatus for the determination of total CO_2 in sea water. (*J. biol. Chem.*, XXX, 259-265.)
1366. McClendon, F. J., Gault, C. C. et Mulholland, S., 1917, The hydrogen ion concentration CO_2 tension, and CO_2 content of sea water. (*Carneg. Inst. Washington*, Public. nº 251, *Papers from Dept. Marine biol.*, 21-69.)
1367. McCombie, A. M., 1953, Factors influencing the growth of phytoplankton. (*J. Fish. Res. Bd. Can.*, X, 253-282.)
1368. McCoy, H. M. et Smith, H. J., 1911, Equilibrium between alkali-earth carbonates, Carbon dioxide and water. (*J. amer. chem. Soc.*, XXXIII, 468-473.)
1369. — McCoy, H. M. et Test, C. D., 1911, Equilibrium between Sodium carbonate, Sodium bicarbonate and water. (*J. amer. chem. Soc.*, XXXIII, 473-476.)
1370. McEwen, F. G., 1938, Some energy relations between the sea surface and the atmosphere. (*J. mar. res.*, I, 217-238.)
1371. McFadyan, A., 1948, The meaning of productivity in biological systems. (*J. amer. ecol.*, XVII.)
1372. — 1949, Population Ecology. (*Science Progr.*, 147.)
1373. McInnes, D. A. et Belcher, D., 1933, The thermodynamic ionisation constants of Carbonic acid. (*J. amer. chem. Soc.*, LV, 2630-2646.)
1374. McIsaak, J. J. et Dugdale, R. C., 1969, The kinetics of Nitrate and Ammonia uptake by natural populations of marine phytoplankton. (*Deep-Sea Res.*, XVI, 45-57.)
1375. McKenzie, F. T., Garrels, R. M., Bricker, O. P. et Brickley, F., 1967, Silica in sea water : control by Silica minerals. (*Science*, CLV, 1404 et 1405.)
1376. McKinnel, J. P. et Percival, E., 1962, The acid polysaccharides from the green seaweed Ulva lactuca. (*J. Chem. Soc.*, 2082 et 2083.)
1377. McLeod, R. A., Onofrey, E. et Norris, M. E., 1954, Nutrition and metabolism of marine bacteria. I : Survey of nutritional requirements. (*J. Bact.*, LXVIII, 680-684.)
1378. McLeod, R. A. et Onofrey, E., 1956, Nutrition and metabolism of marine bacteria. II : Observations on the relation of sea water to the growth of marine bacteria. (*J. Bact.*, LXXI, 661-667.)
1379. McNulty, B. J. et Hunter, G. J., 1953, The determination of microgram quantities of fluoride. III : The reaction mechanisms of the Aluminium haematoxylin reagent. (*Anal. chim. Acta*, IX, 425.)
1380. Magin, F. B., Thatcher, L. L., Rettig, S. et Levine, H., 1960, Suggested modified method for colorimetric determination of Selenium in natural water. (*J. Amer. Wat. Wks. Ass.*, LII, 1199.)
1381. Magnus, P., 1874, Die Botanischen Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21 Juli bis 9 Sept. 1872. Berlin.
1382. Maksimova, L. V., Toropova, E. G. et Pimenova, M. N., 1965, Release of organic compounds by green algae grown in organic media. (*Mikrobiologiya*, Moskwa, XXXIV, 483-490.)
1383. Malard, A. E., 1902, Variations mensuelles de la flore et de la faune maritime de la Baie de la Hougue. (*Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, VIII, 30-35; 190-197.)
1384. Maldura, C. M., 1935, Sur l'unificazione dei metodi di analisis dei sali nutritive e della silice in soluzione nell-acqua di mare. (*Bull. pesca, piscicolt. e Idrobiol.*, XI, 424-433.)

1385. — 1938, Alcune osservazioni sul metodo di HARVEY per la determinazione dei nitrati nell'acqua di mare. (*Boll. Pesca Piscicolt. e Idrobiol.*, XIV, 17-30.)
1386. MALYUGA, D. P., 1954, Simultaneous polarographic determination of Vanadium and Chromium. (*Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, XLVIII, 1113-116.)
1387. MAMELI, D. et MORETTI, F., 1967, Some new investigations in the Ca and Mg content in sea water. (*Boll. Soc. Adriat. Sc. Trieste*, LV, 27-38.)
1388. MANDELLI, E. F., 1969, The inhibitory effects of Copper on marine phytoplancton. *Contrib. mar. sci.*, 47-57.)
1389. MANGIN, L., 1908, Sur la flore planctonique de Saint-Vaast-La-Hougue en 1907. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, LV, VIII, 1908, 13-22, 1 pl., 1 tab.)
1390. — 1910, Sur quelques algues nouvelles ou peu connues du phytoplankton de l'Atlantique. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, LVII, 344-350; 380-383.)
1391. — 1912, Phytoplancton de la croisière du « RENÉ » dans l'Atlantique. (*Ann. Inst. océanogr.*, IV, 63 p.)
1392. — 1913, Sur la flore planctonique de la rade de Saint-Vaast-La-Hougue (1908-1912). (*Nouv. arch. Mus.*, sér. V, 147-241, 16 fig., 3 tab.)
1393. — 1915, Phytoplancton de l'Antarctique. Expédition du « POURQUOI-PAS ? » (1908-1910). (*Expéd. Antarct. Fr. Sciences nat. Docum. scientif.*)
1394. — 1917, Sur le *Chaetoceros criophylus* CASTRACANE. (*C. R. Acad. Sc. Paris*, CLXIV, 704-709.)
1395. — 1917, Sur les formes arctiques faussement décrites sous le nom de *Chaetoceros criophilus* CASTRACANE (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLXIV, 770-774.)
1396. — 1919, Sur les *Chaetoceros* du groupe *Peruvianus* BRIGHTWELL. (*Bull. Mus. nat. hist. nat.*, XXV, 305-310; 411-414.)
1397. — 1914, Sur le polymorphisme de certaines diatomées de l'Antarctique. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, CLIX, 476-484.)
1398. MANN, A., 1907, Report on the Diatoms of the « ALBATROSS ». Voyages in the Pacific Ocean, 1888-1904. Contributions from the U. S. Nat. Herbarium. X. Part 5. (*Smiths. Inst. U. S. Mus.*, 220-419, pl. 44-54.)
1399. MARE, M. F., 1940, Plankton production off Plymouth and the mouth of the English Channel in 1939. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXIV, 461-482, 10 fig.)
1400. MARGALEF, R., 1954, Consideraciones sobre la determinacion cuantitative del fitoplancton por la valoracion de pigmentos solubles y los factores que affectan a le relacion entre cantidad de pigmento y peso seco. (*Publ. inst. biol. applic.*, XVI, 71-84.)
1401. — 1958, Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. (*In* BUZZATI-TRAVERSO, A. A., 1958, *Perspectives in marine biology*, 323-349.)
1402. — 1960, Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivité, composition taxonomique et propriétés dynamiques des populations. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer Médit.*, XV, 277-281.)
1403. — 1961, Correlations entre certains caractères synthétiques des populations de phytoplancton. (*Hydrobiologia*, XVIII, 155-164.)
1404. — 1963, Modelos simplificados del ambiente marino para el studio de la succession y distribucion del fitoplancton y del valor indicador de sus pigmentos. (*Inv. pes.*, XXIII, 11-52.)
1405. — 1965, Ecological correlations and the relationship between primary productivity and community structure. (*Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, XVIII, Suppl., 355-364.)
1406. — 1965, Composicion y distribution del fitoplancton. (*Mem. Soc. scienc. nat. La Salle*, XXV, 141-205.)
1407. — 1967, Some concepts relative to the organization of plankton. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. Mar. biol. Ann. rev.*, V, 257-289.)
1408. MARGARIA, R., 1929, La riserva alcalina dell'acqua di mare. (*Atti R. Acc. Lincei*, CCCXXVI, 81-82.)
1409. MARKER, A. F. H., 1963, Studies on carbohydrates of *Isochrysis* and related organisms. (*Brit. Phycol. Bull.*, II, 275-276.)
1410. MARKER, A. F. H., 1965, Extracellular carbohydrate liberation in the Flagellates *Isochrysis galbana* and *Prymnesium parvum*. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLV, 755-772.)
1411. MARPMANN, G., 1905, Über das Vorkommen und die Aufnahme des Siliciums in den Kieselalgen usw. (*Ztschr. f. angew. Mikrosk. u. klin. Chemie*, XI, 28-39.)

1412. MARSHALL, N. B., 1948, Continuous plankton records, 1948, Zooplankton (other than *Copepoda* and young fish) in the North Sea, 1938-1939. (*Bull. mar. ecol.*, II, 173-213.)
1413. MARSHALL, S., 1925, The food of *Calanus finmarchicus* during 1923. (*Journ. Mar. biol. Ass. U. K*, XIII, 473-479.)
1414. MARSHALL, S. M. et ORR, A. P., 1927, The relation of the plankton to some chemical and physical factors in the Clyde sea area. (*J. mar. biol. Assoc. U. K.*, XIV, 837-868.)
1415. — 1928, The photosynthesis of diatom cultures in the sea. (*J. mar. biol. Assoc. U. K.*, XV, 321-360.)
1416. MARSHALL, S. M. et ORR, A. P., 1962, Carbohydrate as a measure of phytoplankton. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLII, 511-519.)
1417. MARTIN, D. F., 1968, Marine chemistry. I : Analytical methods. New York, 280 p., 26 fig.
1418. MARVIN, K. T., 1955, Notes on the precision of a modified routine nitrate-nitrite analysis. (*J. mar. Res.*, XV, 79-87.)
1419. MASSEY, H. F., 1957, Flame photometric estimation of Copper. Application to plant tissues. (*Anal. Chem.*, XXIX, 365-366.)
1420. MASSUTI, M. et MARGALEF, R., 1950, Introduccion al estudio de plancton marino. Barcelona, 182 p., 480 fig.
1421. MATHER, K., 1951, Statistical Analysis in biology. London, 267 p., 9 diagr.
1422. MATIDA, Y., 1951, New method of preparing reduced strychnine reagent for the nitrate determination in sea water. (*Bull. Chem. Soc. Jap.*, XXIV, 254-257.)
1423. MATSUDAIRA, C. et TSUDA, T., 1957, Studies on the analytical method of ammonia and organic Nitrogen in sea water. (*Tohoko J. Agric. Res. Jap.*, VIII, 37.)
1424. MATSUDAIRA, T., 1939, The physiological property of sea water considered from the effect upon the growth of diatoms, with special reference to its vertical and seasonal change. (*Bull. Jap. Soc. sci. fish.*, VIII, 187.)
1425. MATSUDAIRA, Y. et KAWAMOTO, T., 1956, On some physico-chemical properties of sea water. (*J. Fac. fish. anim. husb. Hiroshima Univ.*, I, 289-296.)
1426. MATTHEWS, A. D. et RILEY, J. P., 1970, A study of Sugawara's method for the determination of Iodine in sea water. (*Anal. Chim. Acta*, LI, 295-301.)
1427. MATTHEWS, D. J., 1905, The physical conditions in the English Channel 1903. (*N. Sea fish. invest. 1st. Rept., Southern area*, 1902-1903.)
1428. — 1909, The physical conditions in the English Channel and adjacent waters, 1904 and 1905. (*N. Sea fish. invest. 2nd. Rept., Southern area*, 1904-1905, part II.)
1429. — 1911, The physical conditions in the English Channel and adjacent waters. 1906, with a note on the mean conditions for 1903-1909. (*N. sea fish. invest. 3rd Rept., Southern area*, 1906-1908.)
1430. — 1916, On the amount of Phosphoric acid in the sea water off Plymouth Sounds. II. (*J. mar. biol Ass. U. K.*, XI, 122-130.)
1431. — 1923, Physical oceanography. (In : *A dictionary of applied physics.* III, 665-692, London.)
1432. — 1932, Tables of the determination of density of sea water under normal pressure, σ_t. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer.*, 59 p.)
1433. MAY, B. Z., 1960, Stabilization of the carbohydrate content of sea water samples. (*Limnol. Oceanogr.*, V, 342.)
1434. MEEL, L., VAN, 1953, Contribution à l'étude du Lac Upemba. I : Le milieu physico-chimique. (*Inst. Parcs nat. Congo Belge. Explor. Parc. nat. Upemba*, IX, 190 p., 14 pl.)
1435. — 1954, Le Phytoplancton. (*Explor. hydrobiol. Lac Tanganika*, 1946-1947, IV, fasc. 1, 681 p.)
1436. — 1957, Le milieu marin au bateau-feu « WEST-HINDER ». Période 1951-1955. (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XXXIII, n° 4, 36 p.)
1437. — 1957, *Biddulphia sinensis* R. GREVILLE, 1866. Contribution à l'écologie d'une diatomée du plancton marin de la Mer du Nord. (*Vol. jub.* W. Robyns, *Bull. Jard. bot. Etat*, XXII, n° 4, 695-702.)
1438. — 1964, Études hydrobiologiques sur les eaux saumâtres de Belgique. VII : Le microplancton des eaux du port d'Ostende. (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XLII, n° 34, 11 p., 4 fig.)

1439. — 1966, Études hydrobiologiques sur les eaux saumâtres de Belgique. IX : Quatre espèces de protistes nouvelles pour la côte belge. (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XLII, nº 34, 11 p., 4 fig.)
1440. — 1969, Études hydrobiologiques sur les eaux saumâtres de Belgique. XI : Étude d'un bassin maritime dans le port d'Ostende. Période 1966-1968. A : Étude du milieu. (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XLV, nº 11, 37 p.)
1441. — 1969, Études hydrobiologiques sur les eaux saumâtres de Belgique. XI : Étude d'un bassin maritime dans le port d'Ostende. B : Étude du plancton. C : Conclusions. (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XLV, nº 12, 62 p.)
1442. — 1969, Études hydrobiologiques sur les eaux saumâtres de Belgique. X : Espèces de protistes rares ou nouvelles pour la côte belge. (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XLV, nº 10, 18 p., 2 pl.)
1443. MENZEL, D. W., 1966, Bubbling of sea water and the production of organic particles : a re-evaluation. (*Deep-Sea Res.*, XIII, 963-966.)
1444. MENZEL, D. W. et VACCARO, R. F., 1956, The measurement of dissolved organic and particulate carbon in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, I, 138-142.)
1445. MERO, J. L., 1965, The mineral ressources of the sea. Amsterdam, 312 p.
1446. MERZ, A., 1911, Die hydrographischen Verhältnisse der Nord- und Ostsee. (*Verh. int. Kongr. f. Thalassiotherapie.*)
1447. — 1923. Nordseehandbuch. Südlicher Teil. Berlin.
1448. MEULEN, H., TER, 1931, Distribution of Molybdenum in nature. (*Rec. trav. chim. Pays-Bas*, L, 491-504.)
1449. MEUNIER, A., 1910, Microplancton des mers de Barents et de Kara. Duc d'Orléans. (*Campagne arctique de 1907*. Bruxelles, 355 p., 36 pl.)
1450. — 1913, Microplancton de la Mer Flamande. 1re partie : Le genre *Chaetoceros* EHRENBERG, C. G. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, VII, 58 p., 7 pl.)
1451. — 1915, Microplancton de la Mer Flamande. II : Les Diatomacées (suite), le genre *Chaetoceros* excepté. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, VII, 118 p., 7 pl.)
1452. — 1919, Microplancton de la Mer Flamande. III : Les Péridiniens. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, VIII, fasc. 1, 101 p., 7 pl.)
1453. MEUNIER, S., 1920, Histoire géologique de la mer. Paris, 319 p.
1454. MEYER, H., 1938, Die photometrische Bestimmung des Kupfers im Seewasser. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXVI, 325-330.)
1455. MEYERS, S. P., AHEARN, D. G., GUNKEL, W. et ROTH, F. J., 1967, Yeasts from the North sea. (*Mar. Biol.*, I, 118.)
1456. MEZ, A., 1921, Gezeitenforschungen in der Nordsee. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, 393-400.)
1457. MEZ, C., 1898, Mikroskopische Wasseranalyse. Berlin.
1458. MICHAELIS, L., 1914, Die Wasserstoffionen Konzentration. 2e éd., Berlin.
1459. — 1923, Manuel de technique de physico-chimie. Paris.
1460. — 1930, Oxidation-reduction potentials. Philadelphia, 199 p.
1461. MICHAELIS, L. et RONA, P., 1914, Die Dissociations Konstante der Kohlensäure. (*Biochem. Zeit.*, LXVII, 182.)
1462. MIELCK, W., 1911, Quantitative Untersuchungen an dem Plankton der deutschen Nordsee. Terminfahrten im Februar und Mai. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XIII.)
1463. — 1921, Deutsche wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung. Neue Untersuchungen in der Nordsee. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, XXXIX, 73-79.)
1464. MIERLO, C. J., VAN, 1897, Les marées à la fin de l'époque quaternaire sur les côtes de Belgique. (*Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, XI, 273-283.)
1465. — 1897, Carte générale de la partie méridionale de la Mer du Nord. Bruxelles.
1466. — 1899, La carte lithologique de la partie méridionale de la Mer du Nord. (*Bull. Soc. belge Géol.*, XIII, 219.)
1467. MILLER, R. C., 1936, Observations on hydrogenion concentration and temperature of surface waters of several seas. (*Univ. Wash. Publ. in Oceanogr.*, Suppl. ser., nº 28.)
1468. MILLS, F. W. et PHILIP, R. H., 1901, The *Diatomaceae* of the Hull District. (Trans. Hull sci. and field nat. Club, I, 4, 157-191, 16 pl.)
1469. MILNER, G. W. C., WILSON, J. B., BARNETT, G. A. et SMALES, A.A., 1961, Determination of Uranium in sea water by pulse polarography. (*J. electroanal. Chem.*, II, 25-38.)

1470. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1902, Projet d'exploration internationale hydrographique et biologique de la Mer du Nord et des eaux adjacentes. Proposition de participation de la Belgique. Bruxelles, 46 p.
1471. MIQUEL, S., 1894, Du noyau chez les Diatomacées. (*Le Diatomiste*, II, nº 18.)
1472. MISLOWITZER, E., 1928, Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Flüssigkeiten. Berlin, 378 p., 184 fig.
1473. MITCHELL, P. H. et RAKESTRAW, N. W., 1933, The Buffer capacity of sea water. (*Biol. Bull.*, LXV, 437-451.)
1474. MITCHELL, P. H. et SOLINGER, J. L., 1934, The effects of land drainage upon the excess bases of sea water. (*Biol. Bull.*, LXVI, 97-101.)
1475. MITCHELL, P. H. et TAYLOR, I. R., 1935, The dissociation constant of cresol red in sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, X, 169-172.)
1476. MITCHELL, R. L., 1963, Trace analysis by spectrochemical method. (*In* : *Proc.* FEIGL *Anniv. Symp. Birmingham*, 1962, *Analyt. Chem.*, 314-319.)
1477. MITTELSTAEDT, E., 1968, Hydrographical conditions in the North Sea in March 1966 and 1967. (*Ann. biol. Copenh.*, XXIII, 49-59.)
1478. MIYAKE, Y., 1955, Recent problems in the chemistry of the ocean. (*J. Jap. Chem.*, IX, 3-8.)
1479. MIYAKE, Y. et MITARO WADA, 1968, The Nitrogen cycle in the sea. (*Rec. oceanogr. Wks. Jap.*, XXIV, 115-123.)
1480. MIYAKE, Y. et SAKURAI, S., 1952, Boron in sea water as an indicator for water mass analysis. (*Umi to Sora*, XXX, 1-4.)
1481. MOBERG, E. G,, 1931, Analytic methods required for the study of carbonate equilibrium. (*Rep. Comm. sedim. Washington*, 1929-1930, p. 11.)
1482. MOBERG, E. G., GREENBERG, D. M., REVELLE, R. et ALLEN, F. C., 1934, The buffer mechanism of sea water. (*Bull. Scripp's Inst. oceanogr.*, techn. ser., III, nº 11, 231-278.)
1483. MOBERG, E. G. et HARDING, M. W., 1933, The determination and quantity of Boron in sea water. (*Science*, MXXVII, 510-512.)
1484. MODEL, F., 1966, Geophysikalische Bibliographie von Nord- und Ostsee. (*Dtsch. hydrogr. Z. Erg. B. A.*, nº 8.)
1485. MOLLER, L., 1933, Methodische Untersuchungen und Neubestimmungen der Konstanten des Meerwassers. (*Ann. dtsch. Hydrogr. Berlin*, LXI, 22-24.)
1486. MONTGOMERY, R. B. et SYKES, R. B. (Jr.), 1941, Table for density of sea water at 0 °C and atmospheric pressure for values of chlorinity between 18.00 and 20.99 according to Knudsen's formula. (*J. mar. res.*, IV, 28-31.)
1487. MOORE, B., 1919, Formation of nitrites from nitrates in aqueous solution by the action of sunlight. (*Proc. roy. Soc.*, 90, 158-167.)
1488. MOORE, B., PRIDEAUX, E. B. R. et HERDMAN, G. A., 1914-1915, Studies of certain photosynthetic phenomena in sea water. (*Proc. and Trans. Liverpool Biol. Soc.*, XXIX, 233-264.)
1489. MOORE, B. et TISCHER, R. G., 1964, Extracellular polysaccharides of algae : Effects on life support systems. (*Science*, CXLV, 586-587.)
1490. MOORE, B., WHITLEY, E. et DAKIN, 1912, The nutrition and metabolism of marine animals in relationship to (a) dissolved organic matter and (b) particulate organic matter of sea water. (*Biochem. Journ.*, VI, 255.)
1491. MOORE, B., WHITLEY, E. et WEBSTER, T. A., 1923, Studies of photosynthesis in marine algae. (*Proc. and. Liverpool Biol. Soc.*, XXXVII, 38-51.)
1492. MORCOS, S. A., 1970, Chemical composition of seawater and the variation of Calcium and Alkalinity. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXIII, 126-133.)
1493. MOREL, S. A., 1968, Note au sujet des constantes de diffusion de la lumière pour l'eau de mer optiquement pure. (*Cah. océanogr.*, XX, 157-162.)
1494. MORETH, C. M. et YENTSCH, C. S., 1970, The role of Chlorophylase and light in the decomposition of chlorophyll from marine phytoplankton. (*Investigaç. pesq.*, XXXIII, 238.)
1495. MORGULIS, S. et FOWLER, E. W., 1916, Can CO_2 in sea water be directly determined by titration ? (*J. biol. chem.*, XXIV, 31.)

1496. MORITA, Y., 1950, Distribution of Copper and Zinc. IV. Copper and Zinc contents of sea water. (*J. chem. Soc. Japan*, LXXI, 246-248.)
1497. MORRIS, A. W. et RILEY, J. P., 1963, The determination of Nitrates in sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XXIX, 272-279.)
1498. — 1966, The Bromide/Chlorinity and Sulphate/Chlorinity ration in sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XIII, 699-705.)
1499. MORRIS, E. O., 1968, Yeasts of marine origin. (*In* : BARNES, H., *Oceanogr. mar. biol. Ann. rev.*, VI, 201-230.)
1500. MORRIS, I. et SYRETT, P. J., 1963, The development of Nitrate reductase in *Chlorella* and its repression by ammonium. (*Arch. Mikrobiol.*, XLVII, 32-41.)
1501. MOSBY, H., 1936, Verdunstung und Strahlung auf dem Meere. (*Ann. d. Hydrogr. Berlin*, LXIV, 281-286.)
1502. MOSETTI, F., 1966, Une nuova formula per la conduttivita dell'acqua di mare in funzione della temperature e della salinita. (*Boll. Geofis. teor. appli.*, VIII, 213-217.)
1503. MOSKOVITS, G. et FOELSCHE, K., 1970, Application of the fluorescent antibody technique to the identification of marine pseudomonada : a preliminary study. (*Mar. biol.*, V, 57.)
1504. MOYA, R. C., 1948, Determination del Oxigeno en al agua de mar. (*Rev. biol. mar.*, I, 46-56.)
1505. MUELLER, H. F., LARSON, T. E. et FERRETTI, M., 1960, Chromatographic separation and identification of organic acids-application to detection of organic acids in river waters. (*Anal. Chem.*, XXXII, 687-690.)
1506. MUELLER, H. F., LARSON, T. E. et LENNARZ, W. J., 1958, Chromatographic identification and determination of organic acids in water. (*Anal. Chem.*, XXX, 41-44.)
1507. MULLER, G. et DEKKER, A., 1954, Halogen determination by means of adsorption indicators. (*Dtsch. Apothek. Ztg.*, XCIV, 1119-1120.)
1508. MULLER, R. et WIDEMANN, O., 1955, Die Bestimmung des Nitrat-ions im Wasser. (*Vom Wasser*, XXII, 247-271.)
1509. MULLIN, J. B. et RILEY, J. P., 1954, Cadmium in sea water. (*Nature*, CLXXIV, 42.)
1510. — 1955, Storage of sea water samples for the determination of silicate. (*Analyst*, LXXX, 73-74. (*Anal. Abstr.*, II, 1955, nº 1171.)
1511. — 1955, The colorimetric determination of silicate with special reference to sea and natural waters. (*Anal. Chim. Acta*, XII, 162-175.)
1512. — 1955, The spectrophotometric determination of nitrate in natural waters, with particular reference to sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XII, 464-480.)
1513. — 1956, The occurrence of Cadmium in sea water, and in marine organisms and sediments. (*J. mar. res.*, XV, 103-121.)
1514. — 1965, The colorimetric determination of silicate with special reference to sea and natural waters. (*Anal. Chim. Acta*, XII, 162.)
1515. MUNK, W. H. et ANDERSON, E. R., 1948, Notes on a theory of the thermocline. (*J. mat. res.*, VII, 276-296, SCRIPP'S, *Inst. oceanogr. Univ. Calif. Contrib.*, nº 382.)
1516. MURAKAMI, Y., 1950, Modified colorimetric determination of Copper with sodium diethyldithiocarbamat in the presence of hydroxylamin. (*Bull. chem. Soc. Jap.*, XXIII, 3-7.)
1517. MURPHY, J. et RILEY, J. P., 1958, A single-solution method for the determination of soluble phosphate in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXVII, 9-14.)
1518. — 1962, A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. (*Anal. Chim. Acta*, XXVII, 31-36.)
1519. MURRAY, J., 1908, The distribution of organisms in the Hydrosphere as affected by varying chemical and physical conditions. (*Int. Rev. ges. Hydr.*, I, 10.)
1520. — 1913, The ocean : a general account of the science of the sea. London, 256 p.
1521. MUSIL, A. et REIMERS, H., 1956, Simple determination of Sodium by ion exchanger Lewatit S 100. (*Z. anal. Chem.*, CLII, 154-158; *Anal. Abstr.*, 1957, 371.)
1522. NALEWAJKO, C. et WATT, W. D., 1965, Extracellular products of phytoplankton photosynthesis. (*Proc. R. Soc. B*, CLXII, 517-534.)
1523. NANSEN, F., 1913, The waters of the North Eastern Atlantic. (*Int. Rev. ges. Hydr.*, Suppl., Bd. IV.)

1524. NATARAJAN, K. V. et DUGDALE, R. C., 1966, Bioassay and distribution of thiamine in the sea. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 621-629.)
1525. NATHANSON, A., 1906, Sur l'influence de la circulation verticale des eaux sur la production du plancton marin. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, III, nº 62.)
1526. — 1906, Über die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. (*Abh. Math. Phys. Kl. kgl. Sächs. Ges. Wiss.*, XXIX, 257.)
1527. — 1906, Über die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, 1-7.)
1528. — 1907, Über die Bedingungen der Kohlensäureassimilation in natürlichen Gewässern, insbesondere im Meere. (*Ber. Ges. Wiss. Leipzig. Math. Phys. Kl.*, LIX, 211.)
1529. — 1908, Über die allgemeinen Produktionsbedingungen im Meere. (*Intern. Rev. Hydrob.*, I, 37.)
1530. — 1909, Sur les relations qui existent entre les changements du plancton végétal et les phénomènes hydrographiques d'après les recherches faites à bord de l'« EIDER », au large de Monaco, en 1907-1908. (*Bull. Inst. océanogr.*, nº 140, 93 p.)
1531. — 1910, Études hydrobiologiques, d'après les recherches faites à bord de l'« EIDER » au large de Monaco en janvier à juillet 1909. (*Ann. Inst. océanogr.*, I, 28 p.)
1532. NESIS, K. N., 1969, Application of the geometrical mean to the study of distribution of aquatic organisms. (*All. Un. Res. Int. Mar. Fish. Oceanogr. Moscou. Proc.* LXV : *Problems of Commercial Hydrology*, 304.)
1533. NEWELL, B. S., 1967, The determination of ammonia in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLVII, 271-280.)
1534. NEWELL, B. S., MORGAN, B. et CUNBY, J., 1967, The determination of urea in sea water. (*J. mar. res.*, XXV, 201-202.)
1535. NICHOLAS, D. J. D. et MCELROY, W. D., 1954, Molybdenum and Nitrate reductase. I : Effect of Molybdenum as a constituent of Nitrate reductase. (*J. Biol. Chem.*, CCVII, 353-360.)
1536. NICHOLLS, G. H., CURL, H. et BOWEN, V. T., 1959, Spectrographic analyses of marine plancton. (*Limnol. Oceanogr.*, IV, 472-478.)
1537. NICLOUX, M., 1930, Le dosage de l'Oxygène dissous dans l'eau de mer. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXVII, nº 563, 20 p.)
1538. NIGRELLI, R. F., 1962, Antimicrobial substances from marine organisms. Introduction of the role of antibiosis in the sea. (*Trans. N. Y. Acad. Sci.*, Ser. 2, XXIV, 496-497.)
1539. NIKITINE, B., 1926, Sur l'emploi de l'eau normale dans le dosage des halogènes de l'eau de mer. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXIII, nº 473.)
1540. NISHIMURA MASAKICHI et KATSUTOSHI KIDO, 1969, Chromate standard in determination of Silicon in sea water. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XXV, 21-24.)
1541. NOAKES, J. E. et HOOD, D. W., 1961, Boron-Boric acid complexes in sea water. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XXII, 79-86.)
1542. NODDACK, I. et NODDACK, W., 1940, Die Haufigkeiten der Schwermetalle im Meerestieren. (*Ark. Zool.*, XXXII, A, 1-35.)
1543. NOLL, H., 1917, Beitrag zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes bei Gegenwart von Nitriten und organischer Substanz. (*Ztschr. angew. Chemie*, XXX, 105-108.)
1544. NOVICK, A., 1958, Some chemical bases for evolution of microorganisms. (*In* : BUZZATI-TRAVERSO, A. A., *Perspectives in marine biology*, 533-546.)
1545. NUMANN, W., 1949, Kolorimetrische Bestimmung von Silikat, Phosphor und Stickstoff im Meerwasser. (*Dtsche Hydrogr. Zeitschr.*, II, 137-153.)
1546. O'DISELIN, C., 1940, Preliminary Report on Long-Period variations in the transport of the Gulf-Stream system. (*Papers in physical oceanography and meteorology*, VIII, 1, Cambridge and Woods Hole Mass.)
1547. ODUM, H. T., 1951, Notes on the Strontium content of sea water, Celestite radiolaria and Strontianite snail shells. (*Science*, CXIV, 211-213.)
1548. OELE, E., 1969, The quaternary geology of the Dutch part of the North Sea, North of the Frisian Isles. (*Geol. en Mijnb.*, XLVIII, 467-480.)
1549. OGILVIE, H. S., 1923, Microplancton from the South coast of Ireland. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XXIX, 30-71.)

1550. OHLE, W., 1936, Zur Vervollkommung der hydrochemischen Analyse. II. (*Zeitschr. Angew. Chemie*, XLIX, 778-784.)
1551. OLIVER, J. H. et CUSHING, D. H., 1957, Production of Carbon in the sea. (*Nature Lond.*, CLXXX, 617.)
1552. OLSEN, S., 1967, Recent trends in the determination of orthophosphate in water. (*In* : GOLTERMAN, H. L. et CLYMO, R. S., *Chemical environment in the aquatic habitat*, 63-105.)
1553. — 1966, Recent trends in the determination of orthophosphate in water. (*Contrib. Coll. Fish. Univ. Washington*, nº 254, 63-105.)
1554. O'MEARA, E., 1876, Report on the Irish Diatomaceae. Pl. I. (All published), 9 pl. (*Proc. R. Irish Acad.*, II, ser. 2.)
1555. OPPENHEIMER, C. H., 1961, Marine Microbiology. Springfield.
1556. — 1963, Symposium on marine Microbiology. Springfield, 769 p.
1557. — 1966, Phytoplankton. Marine Biology II. (*Proc. of sec. int. Interdiscipl. Conf. N. York Acad. sci.*, 369 p.)
1558. — 1970, Temperature. Bacteria, Fungi and Blue-green Algae. (*In* KINNE, O., *Marine ecology*, I, 347-361.)
1559. ORR, A. P., 1926, The nitrite content of sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XIV, 55-61.)
1560. OSAKA, J., 1921. On the solubility of Calcium carbonate in water in equilibrium with a gaseous phase containing carbon dioxide. (*Mem. coll. sc. Kyoto Univ.*, V, 131.)
1561. OSPRIO, B. F., 1935, L'auxosporulation en *Bacteriastrum hyalinum* LAUDER. (*Bol. Soc. esp. de Hist. nat.*, XXXV, 111-124.)
1562. OSTENFELD, C. H., 1899, Jagttag over Overfl. Temp. Salthold og Plankt. p. isl. og Gronl. (*Skibar*, I, 1898.)
1563. — 1901, Jagttagelser over Plankton-Diatomeer. (*Nyt. Mag. f. Naturvid.*, XXXIX, 4.)
1564. — 1902, Plankton from the Caspian Sea. (*Vidensk. Meddel. fra Nat. Fer.*, 1901, 129.)
1565. — 1902, Marine Plankton Diatoms. (*In Botanisk. tidskr.* SCHMIDT, YOKO, *Flora of Koh-Chang*, Part 7, XXV.)
1566. — 1903, Phytoplankton from the sea around the Faroes. (*Botany of the Faroes.* II. Copenhagen.)
1567. — 1904, *Phaeocystis Pouchetti* (HARIOT) LAGERHEIM, and its zoospores. (*Arch. Protist.*, III, 295-302, 2 fig.)
1568. — 1908, On the immigration of *Biddulphia sinensis* GREV. and its occurrence in the North Sea during 1903-1907 and on its use for the study of the direction and rate of flow of the currents. (*Medd. fra Kommiss. for Havundersog., Ser. Plankton*, I, 44 p., 4 cart., 5 fig.)
1569. — 1909, Immigration of a plankton diatom into a quite new area within recent years : *Biddulphia sinensis* in the North sea waters. (*Int. rev. ges. Hydrob.*, II, 362-374.)
1570. — 1910, *Halosphaera* and *Flagellata*. (*Bull. trimestr. Cons. int. expl. mer*, I.)
1571. — 1910-1931, Rapport sur les espèces de plancton : *Halosphaera*, *Flagellata*. (*Bull. trimestr. Cons. int. expl. mer*, I, 20.)
1572. — 1912, A revision of the marine species of *Chaetoceros* EHRENBERG. Sect. *Simplicia* OSTENFELD. (*Medd. Komm. Hav., Ser. Plankton*, I, nº 10, 24 fig.)
1573. — 1916, Catalogue des espèces de plantes et d'animaux observés dans le plancton recueilli pendant les Expéditions depuis le mois de juillet 1908 jusqu'au mois de décembre 1911. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, LXX, 87 p.)
1574. — 1913, De Danske Farvandes Plankton i Aarene 1898-1901. Phytoplankton og Protozoer. (*Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr.* 7. R., *Naturvid. Math. Afd.* 2, 117-478.)
1575. — 1927, Proposal regarding plankton investigations. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XLI, 44.)
1576. — 1928, Plankton investigations (Denmark). (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XLVII, 123.)
1577. — 1931, Résumé des observations sur le plancton des mers explorées par le Conseil pendant les années 1902-1908. (*Bull. trim. Cons. int. expl. mer*, IV, 601-672.)
1578. — 1931, The plankton work of the international investigation of the sea in the years 1902-1912. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XVI, 42.)

1579. OSTENFELD, C. H. et WESENBERG LUND, C., 1909, Catalogue des espèces de plantes et d'animaux observés dans le plancton recueilli pendant les expéditions périodiques depuis le mois d'août 1905 jusqu'au mois de mai 1908. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XLVIII, 151 p.)
1580. OSTROFF, R. et HENRY, B. S., 1939, The utilisation of nitrogen compounds by marine bacteria. (*J. cell. comp. physiol.*, XIII, 353-371.)
1581. OTA, N., 1953, Quantitative spectrographic analysis of Boron. (*Japan. anal.*, II, 205-208.)
1582. OTTO, L., 1966, Light attenuation in the North Sea and the Dutch Wadden Sea in relation to Secchi disc visibility and suspended matter. (*Netherl. J. Sea res.*, III, 28.)
1583. — 1967, Investigations on optical properties and water-masses of the southern North Sea. (*Neth. J. Sea res.*, III, 532-552.)
1584. OTTO, L. et WIGGERS, E., 1968, Variations of the hydrographical situation in the Southern Bight of the North Sea. September 1968. (*Cons. int. expl. mer, Ann. Biol.*, XXV, 49-51.)
1585. OXNER, M., 1920, Manuel pratique d'analyse de l'eau de mer. I : Chloruration par la méthode de Knudsen (avec une préface de M. Knudsen). (*Bull. Comm. Int. expl. mer Médit.*, n° 3, 36 p.)
1586. PAASCHE, E., 1960, On the relationships between primary production and standing stock of phytoplankton. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXVI, 33-48.)
1587. — 1968, Marine plankton algae grown with light dark cycles. II : *Ditylium Brightwellii* and *Nitzschia turgidula* (*Physiol. plant.*, XXI, 66-77.)
1588. PACKHAM, R. F., 1964, Studies of organic color in natural water. (*Proc. Soc. Wat. treat. exam.*, XIII, 316-334.)
1589. PALITZSCH, S., 1911, Über die Messung der Wasserstoffionenkonzentration des Meerwassers. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, LX, 27 p.)
1590. — 1911, Sur le mesurage de la grandeur de la concentration en ions hydrogène de l'eau salée. (*C. R. Lab. Carlsberg*, X, 85.)
1591. — 1912, Measurement of the Hydrogenion concentration in sea water. (*Rep. on the Danish Oceanogr. Exped.*, I, 237.)
1592. — 1922, Manuel pratique de l'analyse de l'eau de mer. III : Détermination des ions hydrogène par la méthode colorimétrique. (*Bull. Inst. océanogr.*, XIX, n° 409.)
1593. — 1923, Alkalinity and hydrogenion concentration. (*In* HELLAND-HANSEN, *The ocean waters. An introduction to physical oceanography.*) (*Int. Rev. ges. Hydrob.*, XI, 298-437.)
1594. PALMORK, K. H., 1963, The use of 2,4-Dinitro-1-fluorobenzene in the separation and identification of amino acids from sea water. (*Acta chem. scand.*, XVII, 1456-1457.)
1595. — 1963, Studies of the dissolved organic compounds in the sea. (*Fisk. Dir. Skr. Ser. Havundersog.*, XIII, 120-125.)
1596. PARK, K., 1969, Oceanic CO_2-system : an evaluation of ten methods of investigation. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 179-186.)
1597. PARK, K. et BURT, W. V., 1966, Electrolytic conductance of sea water and the salinometer. An addendum to the review. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XXII, 28.)
1598. PARK, K., WILLIAMS, W. T., PRESCOTT, J. M. et HOOD, D. W., 1962, Amino acids in deep sea water. (*Science*, New York, CXXXVIII, 531-532.)
1599. PARKE, M., 1949, Studies on marine flagellates. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVIII, 255-286, 2 col. pl. 73 fig.)
1600. PARKE, M. et DIXON, P. S., 1968, Check list of British marine Algae. Second revision. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLVIII, 783-832.)
1601. PARSONS, T. R., 1963, Suspended organic matter in sea water. (*In* M. SEARS, *Progress in oceanography*, I, New York, 203-239.)
1602. — 1966, The determination of photosynthetic pigments in sea water. A survey of methods. (UNESCO *Monogr. Oceanogr. Methodol.*, I, 19-36.)
1603. PARSONS, T. R., STEPHENS, K. et STRICKLAND, J. D. H., 1961, On the chemical composition of eleven species of marine phytoplankters. (*J. Fish. Res. Bd. Can.*, XVIII, 1001-1016.)
1604. PARSONS, T. R. et STRICKLAND, J. D. H., 1962, On the production of particulate organic carbon by heterotrophic processes in sea water. (*Deep-Sea Res.*, VIII, 211-222.)

1605. PASCHER, A., 1917, Eine Bemerkung über Zusammensetzung des Phytoplanktons des Meeres. (*Biol. Centralbl.*, XXXVII, 312-315.)
1606. PATER, J. B. et ROBINSON, R. J., 1958, (Ethylenedinitrilo)-tetraacetate titration of Calcium and Magnesium in ocean waters. I : Determination of Calcium. (*J. mar. res.*, XVII, 390.) II : Determination of Magnesium. (*J. mar. res.*, XIX, 12.)
1607. PAULSEN, O., 1908, *Peridiniales*. (*In* : *Nordisches Plankton*, XVIII, 124 p., 155 fig.)
1608. — 1913, *Peridiniales ceterae*. (*Bull. trim. Résumé des observations planctoniques. Cons. perm. int. expl. mer*, 1902-1908, III.)
1609. — 1931, Études sur le microplancton de la mer d'Alboran. (*Trabajos Instituto espanol de Oceanografia*, IV, 108, 61 fig.)
1610. PAULSEN, O. et GRONTVED, J., 1949, Observation on Dinoflagellates. (*Kongl. Danske Videnskab. Selsk. Biol. Skr.*, VI, nº 4, 67 p.)
1611. PAVILLARD, J., 1915, Péridiniens nouveaux du Golfe du Lion. (*C. R. Soc. biol. Fr. Paris*, LXXVIII, 120-122, 1 fig.)
1612. — 1909, Sur les Péridiniens du Golfe du Lion. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, LVI, 277-284.)
1613. — 1911, Observations sur les Diatomées. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, LVIII, 21-29.)
1614. — 1916, Recherches sur les Péridiniens du Golfe du Lion. (*Trav. Inst. bot. Univ. Montpellier*, nº 4, 6-68.)
1615. — 1916, Recherches sur les Diatomées pélagiques du Golfe du Lion. (*Mém. Trav. Stat. Zool.*, Cette, V, 63 p., 5 fig., 2 pl.)
1616. — 1923, A propos de la systématique des Péridiniens. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, LXX, 876-882.)
1617. PEARSE, A. S., 1939, Animal Ecology. 2nd ed. New York, 642 p., 133 fig.
1618. PELLETAN, J., 1891, Les Diatomées, histoire naturelle, préparation, classification et description des principales espèces. Paris, I, 322 p., 265 fig., 5 pl.; II, 364 p., 463 fig.
1619. PERAGALLO, H., 1888, Diatomées de la Baie de Villefranche. (*Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, XXII, 13-100, 6 pl.)
1620. — 1888, Diatomées du Midi de la France. Toulouse, 100 p., 6 pl.
1621. — 1891, Monographie du genre *Pleurosigma* et des genres alliés. (*Le Diatomiste*, I, 1-16; 17-35, pl. 6-10.)
1622. — 1892, Monographie du genre *Rhizosolenia* et de quelques genres voisins. (*Le Diatomiste*, I, 79-82; 99-117, pl. 13-15; 17-18.)
1623. PERAGALLO, H. et M., 1897-1908, Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. Texte. Atlas. Grez-sur-Loing, 491 p., 137 pl. (Réimpression, Amsterdam, 1965.)
1624. PERCIVAL, E., 1963, Polysaccharides of the green sea-weeds, *Ulva lactuca* and *Enteromorpha compressa*. (*Proc. 4th International Seaweed Symposium*, Oxford, 360-365.)
1625. — 1968, Marine algal carbohydrates. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. mar. biol. Ann. rev.*, VI, 137-161.)
1626. PERES, J. M., 1961, Océanographie biologique et biologie marine. Paris, 550 p.
1627. PERRIER, E. et THONY, R., 1907, Organisation d'une étude du plancton de la Baie de la Hougue. (*Bull. Mus. Hist. nat.*, XIII, 559-563.)
1628. PETEK, M. et BRANICA, M., 1969, Determination of Zinc and Iodate in sea water by pulse polarography. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer. Médit.*, XIX, 767.)
1629. PETERS, N., 1930, *Peridinea*. (*In* : *Tierwelt der Nord- und Ostsee*, 84 p., 47 fig.)
1630. PETERSON, W. H., FRED, E. B. et DOMOGALLA, B. P., 1925, The occurrence of amino acids and other organic nitrogen compounds in lake water. (*J. biol. chem.*, LXIII, 287-295.)
1631. PETIT, M., 1892, Étude sur les courants de la Mer du Nord. (*Ann. Trav. publ. belg.*, XLIX, 477-577, 1 pl.)
1632. PETIT, P., 1899, Diatomées rares ou peu connues des côtes françaises de la Manche et de l'Océan Atlantique. (*Ass. franç. Avanc. Sc.*, C. R., 27e Sess., Nantes, 1898, 375-382.)
1633. PETITPA, T. S. et MAKAROVA, N. P., 1969, Dependence of phytoplankton production on rhytm and rate of elimination. (*Mar. biol.*, III, 191.)
1634. PETTERSSON, H., 1934, Scattering and extinction of light in sea water. (*Meddel. f. Goteborgs Hogskolas Oceanogr. Inst.*, nº 9.)
1635. — 1935, Submarine daylight and the transparency of sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, X, 48.)

1636. — 1936, The transparency of sea water. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CI, 7 p.)
1637. — 1936, Das Licht im Meere. (*Bioklim. Beibl.*, I, 11 p.)
1638. — 1938, Measurements of the angular distribution of submarine light. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CVIII, 7-12.)
1639. PETTERSSON, H. et O., 1929, Methods for determination of the density and salinity of sea water. (*Svensk. Hydrogr. Biol. Komm. Skr. Hydrografi*, nº 3, 1-4.)
1640. PETTERSSON, O., HOGLUND, H. et LANDBERG, S., 1934, Submarine daylight and the photosynthesis of phytoplankton. (*Oceanogr. Inst. Goteb. K. Svensk. Handl.*, V, Medd. nº 10, 17 p.)
1641. PETTERSSON, O. et DRECHSEL, C. F., 1923, Mém. d'une expédition internationale pour l'exploration de la Mer. (*R. et P. V. Cons. int. expl. mer*, XXXII, 60-71.)
1642. PIA, J., 1932, Die Theorien über die Löslichkeit des Kohlensäuren Kalkes als Grundlage für das Verstandnis der Bildung der Kalksteine. (*Mitt. Geol. Gesell. Wien*, XXV, 1-93.)
1643. — 1933, Die rezente Kalksteine. (*Ztschr. f. Kristall. mineral. petrogr. Erganzbd.*, 418 p., 22 fig.)
1644. — 1933, Kohlensäure und Kalk. (*Die Binnengewässer*, XIII, Stuttgart, 183 p.)
1645. — 1933, Neue Berechnungen der Löslichkeit der Kohlensäuren Kalkes. (*Int. Rev. ges. Hydrob.*, XXIX, 84-112.)
1646. PINTA, M., 1962, Recherche et dosage des éléments traces. (Spectrophotométrie d'absorption. Spectrographie d'émission. Polarographie.) Paris, 726 p., 135 fig.
1647. PINTER, I. J. et PROVASOLI, L., 1963, Nutritional characteristics of some Chrysomonads. (*In* OPPENHEIMER, C. H., *Symposium of marine microbiology*. Springfield, 114-121.)
1648. PITON, B. et VOITUREZ, B., 1968, L'analyse du phosphate dissous : études complémentaires sur la méthode au chlorure stanneux et la méthode à l'acide ascorbique. (*Cah. Océanogr.*, XX, 761-767.)
1649. PLUNKETT, M. A. et RAKESTRAW, N. W., 1955, Dissolved organic matter in the sea. (*Deep-Sea Res.*, Suppl. vol. 3, 12-14.)
1650. PLYMOUTH MARINE FAUNA, 1931, Being notes of the local distribution of species occuring in the neighbourhood. Plymouth, 371 p.
1651. PODOBNIK, B., DULAR, M. et KOROSIN, J., 1965, The Flame photometric determination of Li, Na, K, Ca, Mg and Sr in natural and mineral waters. (*Microchim. Acta*, 1965, 1073-1080.)
1652. — 1966, The Flame photometric determination of Fe, Ni, Co, Cu, Mn, Cr and Al in waters. (*Mikrochim. Acta*, 713-721.)
1653. POLIKARPOV, G. G., 1966, Radioecology of aquatic organisms. Amsterdam, 320 p.
1654. POOLE, H. H., 1936, The photo-electric measurement of submarine illumination in offshore waters. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CI, 12 p.)
1655. — 1938, The effect of surface conditions on the intensity and angular distribution of submarine daylight. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XVIII.)
1656. POOLE, H. H. et ATKINS, W. R. G., 1929, Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVI, 297-324.)
1657. PORTMAN, J. E. et RILEY, J. P., 1966, The determination of Bismuth in sea and natural waters. (*Anal. Chim. Acta*, XXXIV, 201-210.)
1658. — 1966, The determination of Antimony in natural waters with particular reference to sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XXXV, 35-41.)
1659. POSTMA, H., 1954, Hydrography of the Dutch Wadden sea. (*Arch. néerl. Zool.*, X, 405-411.)
1660. — 1961, Suspended matter and Secchi visibility in coastal waters. (*Netherl. J. mar. res.*, I, 359-390.)
1661. — 1966, The cycle of nitrogen in the Wadden sea and adjacent areas. (*Netherl. J. Sea res.*, III, 186-221.)
1662. POSTMA, H. et ROMMETS, J. W., 1970, Primary production in the Wadden sea. (*Netherl. J. Sea res.*, IV, 470-493.)
1663. POUCHET, C., 1883, Contributions à l'histoire des Péridiniens. (*Journ. Anat. et Physiol.*, XIX et suiv.)

1664. POWELL, W. M. et CLARKE, G. L., 1936, The reflection and absorption of daylight at the surface of the ocean. (*Optic. Soc. Amer. J.*, XXVI, 111-120.)
1665. POWERS, E. B., 1920, The variation of the condition of sea water, especially the Hydrogen-ion concentration and its relation to marine organisms. (*Publ. Puget Sound biol. Stat.*, II, 369-385.)
1666. — 1928, The behavior of sea water, lake water and bog water at different carbon dioxide tensions. (*Publ. Puget Sound biol. Stat.*, VI, 271-281.)
1667. PRAKASH, A. et RASHID, M. A., 1968, Influence of humic acid substances on the growth of marine phytoplankton Dinoflagellates. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 598-606.)
1668. PRATJE, O., 1924, Alte und junge Sedimente am Grunde der Nordsee. (*Ztschr. dtsch. Geol. Gesell.*, LXXVI, 154-164.)
1669. — 1937, Das Werden der Nordsee. (*Bremer Beitr. z. Naturw.*, III, 63-94.)
1670. — 1940, Einführung in die Geologie der Nord- und Ostsee. (*In* GRIMPE, G. et WAGLER, E., *Die Tierwelt der Nord- und Ostsee*, 44 p.)
1671. PRENANT, M., 1934, Adaptation, Écologie et Biocœnotique. Paris, 103 p.
1672. PREVOT, A. R., 1950, Problèmes de bactériologie marine. (*Conf. centre rech. océanogr.*, n° 10, 5 p.)
1673. PRICE, T. W., 1919, The decomposition of carbamide in the presence of nitric acid. (*J. Chem. Soc.*, XCV, 1354-1360.)
1674. PRIDEAUX, E. B. R., 1915, General equations for the neutralization of dibasic acids and their use to carbonate the acidity of dilute carbonate solutions. (*Proc. r. Soc. Lond.*, XCI, 535.)
1675. — 1919, The effect of sea salt on the pressure of carbon dioxide and alkalinity of natural waters. (*J. chem. Soc.*, CXI, 1223.)
1676. PRINTZ, H., 1927, *Chlorophyceae* (nebst *Conjugatae*, *Heterocontae* und *Charophyta*). (*In* A. ENGLER et K. PRANTI, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, III, Leipzig, 463 p., 366 fig.)
1677. PRITCHARD, A., 1861, A History of Infusoria living and fossil. London, 4e éd., 40 pl.
1678. PROUDMAN, J. et DOODZON, A., 1924, The principal constituent of the tides of the North sea. (*Phil. Trans. London*, 185-219.)
1679. PROVASOLI, L., 1958, Growth factors in unicellular marine algae. (*In* BUZZATI-TRAVERSO, A. A., *Perspectives in marine biology*, 385-403.)
1680. — 1963, Organic regulation of phytoplankton fertility. (*In* M. N. HILL, *The Sea*, 165-219.)
1681. PUCAR ZVONIMIR et LJERNA MARAZOVIC, 1969, Investigation of the physico-chemical behaviour of some microconstituents in sea water using electromigration techniques. (*J. chromatogr.*, XXVII, 450-454.)
1682. PUNT, A., 1941, Recherches sur quelques Nématodes parasites de poissons de la Mer du Nord. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, n° 98, 109 p., 59 fig.)
1683. PUSCH, L., 1916, Über die Zeitreaktion bei der Neutralisation der Kohlensäure und die Dissoziationskonstante der Kohlensäure. (*Ztschr. Elektrochem.*, XXII, 206 et 293.)
1684. PUTNAM, C. L., 1953, Gold in sea water. (*J. chem. educ.*, XXX, 576.)
1685. PUTTER, A., 1907, Der Stoffhaushalt des Meeres. (*Ztschr. f. allg. Physiol.*, VII, 321-368.)
1686. — 1911, Die Ernährung der Wassertiere durch gelöste organische Verbindungen. (*Pflug. Arch.*, CXXXVII, 595.)
1687. — 1924, Die Atmung der Plankton bakterien. (*Pflug. Arch.*, XCIV, 94-126.)
1688. — 1924, Der Umfang der Kohlensäurereduktion durch die Planktonalgen. (*Arch. Ges. Physiol.*, CCV, 293-312.)
1689. PYTKOWICZ, R. M., 1963, Calcium-carbonate and the in situ pH. (*Deep-Sea Res.*, X, 633-638.)
1690. — 1965, Calcium carbonate saturation in the Ocean. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 220-225.)
1691. — 1967, Carbonate cycle and the buffer mechanisms of recent oceans. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, XXXI, 63-73.)
1692. — 1968, The carbon dioxide-carbonate system at high pressures in the oceans. (*In* H. BARNES, *Oceanogr. mar. biol. Ann. rev.*, VI, 83-135.)
1693. PYTKOWICZ, R. M., DISTECHE, A. et DISTECHE, S., 1965, Calcium carbonate solubility in sea water at in situ pressure. (*Earth Planet. Sci. Lett.*, II, 430-432.)

1694. RABEN, E., 1905, Über quantitative Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser. (*Wiss. Meeresuntersuch.*, Kiel, VIII, 83.)
1695. — 1905, Weitere Mitteilungen über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen und von gelöster Kieselsäure im Meerwasser. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, VIII, 278-287.)
1696. — 1905, Quantitative Bestimmung der im Meerwasser gelösten Kieselsäure. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, VIII, 99.)
1697. — 1910, Dritte Mitteilung über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen und von gelöster Kieselsäure im Meerwasser. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XI, 303-319.)
1698. — 1910, Ist organisch gebundener Kohlenstoff im Meerwasser gelöst vorhanden. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XI, 109-117.)
1699. — 1914, Vierte Mitteilung über quantitative Bestimmungen von gelöster Kieselsäure im Meerwasser und Boden, sowie von gelöster Kieselsäure im Meerwasser. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XVI, 207-229.)
1700. RAE, K. M., 1941, The *Copepoda* of the Southern North Sea. 1932-1937. (*Bull. mar. ecol.*, I, nos 4 et 5, 171-254.)
1701. — 1952, Continuous plankton records : explanation and methods; 1946-1949. (*Bull. mar. ecol.*, III, no 21, 135-155.)
1702. — 1958, Parameters of the marine environment. (*In* BUZZATI-TRAVERSO, A. A., *Perspectives in marine biology*, 3-16.)
1703. RAE, K. M. et REES, C. B., 1947, Continuous plankton records : the *Copepoda* in the North Sea. 1938-1939. (*Bull. mar. ecol.*, II, no 11, 95-132.)
1704. RAFOLS-ROVIRA, J. M., 1957, Spectrophotometric determination of Copper in (sea) salt. (*Inf. quim. anal.*, XI, 99-102; *Anal. abstr.*, 1958, V, no 789.)
1705. RAKESTRAW, N. W., 1936, The occurrence and significance of Nitrite in the sea. (*Biol. bull.*, LXXI, 133-167, 12 fig.)
1706. — 1941, The determination of dissolved organic nitrogen in sea water. (*J. mar. res.*, IV, 76.)
1707. — 1947, Oxygen consumption in sea water over long periods. (*J. mar. res.*, VI, 259-263.)
1708. — 1949, The conception of Alkalinity or excess Base of sea water. (*J. mar. res.*, VIII, 14-20; *Scripp's Inst. oceanogr. Contrib.*, no 418.)
1709. RAKESTRAW, N. W. et CARRITT, D. E., 1948, Some seasonal chemical changes in the open ocean. (*J. mar. res.*, VII, 362-369.)
1710. RAKESTRAW, N. W. et EMMEL, V. M., 1937, The determination of dissolved nitrogen in water. (*Ind. Eng. Chem. anal. ed.*, IX, 344-346.)
1711. — 1938, The solubility of nitrogen and argon in sea water. (*J. phys. chem.*, XLII, 1211.)
1712. — 1939, The relation of dissolved oxygen to nitrogen in some Atlantic waters. (*J. mar. res.*, I, 207-216.)
1713. RAKESTRAW, N. W. et HOLLAENDER, A., 1936, Photochemical oxidation of ammonia in sea water. (*Science*, LXXXIV, 442-443.)
1714. RAKESTRAW, N. W. et LUTZ, F., 1933, Arsenic in sea water. (*Biol. bull.*, LXV, 297-401.)
1715. RAKESTRAW, N. W., MAHNKE, H. E. et BRACH, F., 1936, Determination of Iron in sea water. (*Industr. Eng. Chem. Anal. ed.*, VIII, 136-138.)
1716. RAKESTRAW, N. W. et VON BRAND, T., 1947, Decomposition and regeneration of nitrogenous organic matter in sea water. VI : The effect of enzyme poisons. (*Biol. bull.*, XCII, 110-114.)
1717. RAMSTER, G. M. et ELLETT, D. J., 1967, Surface temperature and salinity observations at English sampling stations. 1965. (*Ann. biol.*, XCII, 32-40.)
1718. RAO, G. G. et DHAR, N. R., 1931, Photosentized oxidation of ammonia and ammonium salts and the problem of nitrification in soils. (*Soil Science*, XXXI, 379-384.)
1719. RATTRAY, J., 1890, A revision of the genus *Coscinodiscus* EHRENBERG and some allied genera. (*Proc. roy. Soc. Edinb.*, XVI, 449, 3 pl.)
1720. — 1890, E. Weissflog's Index to revision of the genus *Actinocyclus* EHRENBERG. (J. Queckett *microscop. club*, II, 275.)

1721. RAUTENBERG, E. et OSSENBERG-NEUHAUS, H., 1958, Phosphate determination by the molybdenum blue method using Ascorbic acid as reducing agent. (*Z. Pfl. Ernähr. Dung.*, LXXXII, 46-49.)
1722. RAYMONT, J. E. G., 1963, Plankton and productivity in the oceans. London, 660 p.
1723. REDEKE, H. C., 1909, Eenige aanteekeningen over de bepaling van het zoutgehalte in zeewater van de zuidelijke Noordzee. (*Jaarb. rijksinst. onderz. zee. De Helder*, 1908.)
1724. REDFIELD, A. C., 1934, On the proportions of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton. (J. JOHNSTONE *memorial vol. Univ. Liverpool*, 176-192, 5 fig.)
1725. — 1948, Characteristics of sea waters. (*Woods Hole Ocean. inst. coll. repr.*, n° 394.)
1726. REDFIELD, A. C., KETCHUM, B. H. et RICHARDS, F. A., 1963, The influence of organisms on the composition of sea water. (*In* M. N. HILL, *The sea*, 26-77.)
1727. REES, C. B., 1949, Continuous plankton records : the distribution of *Calanus finmarchicus* and its two forms in the North Sea, 1938-1939. (*Hull. Bull. mar. ecol.*, II, 215-275.)
1728. — 1957, Continuous plankton records : the distribution of *Calanus finmarchicus* in the North Sea and North-eastern Atlantic. 1946-1953. (*Bull. mar. ecol.*, V, n° 37, 211-246.)
1729. REILLY, J. et RAE, W. N., 1954, Physico-chemical methods. I, London, 760 p., 340 diagr.; II, London, 800 p., 516 diagr.
1730. REINECK, H. E., 1963, Sedimentgefüge im Bereich der südlicher Nordsee. (*Abh. Senkenb. Naturf. Ges.*, DV, 1-138.)
1731. REINECK, H. E., 1970, Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum. Frankfurt a/Main, 142 p., 75 fig.
1732. REINKE, J., 1903, Die zur Ernährung der Meeresorganismen disponibelen Quellen an Stickstoff. (*Ber. dtsch. Bot. Ges.*, XXI, 371.)
1733. REITH, J. F., 1930, Der Jodgehalt von Meerwasser. (*Rec. trav. chim. Pays-Bas*, XLIX, 142-150.)
1734. REMANE, A., 1940, Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee. (*In* GRIMPE, G. et WAGLER, E., *Die Tierwelt der Nord- und Ostsee.* Leipzig, I, 238 p.)
1735. — 1942, Die Bedeutung der Lebensformen für die Ökologie. (*Biol. Gen.*, XVII, 164-182.)
1736. RENARD, A. F., 1886, Notice sur les roches draguées au large d'Ostende. (*Bull. Acad. roy. Belg.*, 3e S., XI, 283-293.)
1737. RENAUD, J., 1891, Sur les sondages exécutés dans le Pas-de-Calais en 1890. (*C. rend. Acad. sc. Paris*, n° 16.)
1738. RENN, C. E., 1937, Bacteria and the Phosphorus cycle in the sea. (*Biol. bull.*, LXXII, 190-195.)
1739. REVELLE, R., 1932, Calcium equilibrium in sea water. VI : Report on precipitation obtained by removal of carbon dioxide. (*Bull.* Scripp's *Inst. oceanogr. Univ. Calif. techn.*, ser. III, 188-190.)
1740. — 1934, Physico-chemical factors affecting the solubility of calcium carbonate in sea water. (*J. sedim. petrol.*, IV, 103-110.)
1741. REVELLE, R. et FAIRBRIDGE, R., 1957, Carbonates and carbon dioxide. (*In* HEDGPETH, J. W., Treatise on marine ecology and paleoecology. (*Geol. Soc. amer. Mem.*, LXVII, 239-295.)
1742. REVELLE, R. et FLEMING, R. H., 1933, The solubility product constant of calcium carbonate in sea water. (*Proc. Vth Pacific sc. congr. Can.*, III, 2089-2092.)
1743. REVELLE, R. et MOBERG, E. G., 1933, The probable role of Boron in the buffer mechanism of sea water. (*Proc. Vth Pacif. sc. congr. Can.*, III, 2147-2151.)
1744. REZAC, Z. et DITZ, J., 1962, Photometrische Bestimmung von Fluorides mit Hilfe der Komplexverbindung des Thoriums mit Xylenolorange. (*Ztschr. anal. Chem.*, CLXXXVI, 424.)
1745. RHEINHEIMER, G., 1967, Ökologische Untersuchungen zur Nitrifikation in Nord- und Ostsee. (*Heligol. Meeresuntersuch.*, XV, 243-252.)
1746. RICE, T. R., 1953, Phosphorus exchange in marine phytoplankton. (*U. S. Dept. int. fish. wildl. serv. fish. Bull.*, LIV, 80.)

1747. — 1954, Biotic influences affecting population growth of planctonic algae. (*U. S. Dept. int. fish. wildl. serv. fish. Bull.*, LIV, 227-245.)
1748. — 1956, The accumulation and exchange of Strontium by marine planktonic algae. (*Limnol. Oceanogr.*, I, 123-128.)
1749. RICHARDS, F. A., 1956, On the state of our knowledge of trace elements in the sea. (*Geochim. Cosmochim. Acta*, X, 241-243.)
1750. — 1957, Oxygen in the ocean. (*Geol. Soc. amer. Mem.*, LXVII, I, 185-238.)
1751. — 1965, Dissolved gases other than carbon dioxide. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical oceanography*, I, 197-225.)
1752. — 1967, Chemical oceanography. (*Trans. Am. geophys. Un.*, XLVIII, 595-604.)
1753. RICHARDS, F. A. et KLETSCH, R. A., 1964, The spectrophotometric determination of Ammonia and labile amino compounds in fresh and sea water by oxydation to Nitrite. (*In : Recent. res. in the fields of Hydrosphere, Atmosphere and nuclear geochemistry.* KEN SUGAWARA festival. Vol. Y. MIYAKE et T. KOYAMA. Tokyo, 65-81.)
1754. RICHARDS, F. A. et THOMPSON, T. G., 1952, The estimation and characteristics of plankton populations by pigment analysis. II : A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. (*J. mar. res.*, XI, 156-172.)
1755. RIDDELL, W. A., 1936, The reduced strychnine method for determining nitrates in sea water. (*J. biol. Bd. Can.*, II, 1-11.)
1756. RIDEAL, S. et STEWART, C. J., 1901, Determination of dissolved oxygen in water in presence of nitrates and of organic matter. (*Analyst*, XXVI, 141-148.)
1757. RIEDL, R., 1969, Marinbiologische Aspekte der Wasserbewegung. (*Mar. biol.*, IV, 62.)
1758. RIEL, P. M., (VAN), 1929, Oberflächensalzgehalt im südlichen Teil der Nordsee. (Monatskarten, Monats- und Dekaden-Abweichungen). (*J. Cons. int. expl. mer*, IV, 43-67.)
1759. — 1936, Variations in temperature and salinity in the Northern North Sea. (*J. Cons. int. expl. mer*, XI, 169-182.)
1760. RILEY, G. A., 1938, The measurement of phytoplankton. (*Int. Rev. Hydrob.*, XXXVI, 371-373.)
1761. — 1938, Plankton studies. I. (*J. mar. res.*, I, 335.)
1762. — 1939, Plankton studies. II. (*J. mar. res.*, II, 145.)
1763. — 1941, Plankton studies. III. (*Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, VII, Art. 3.)
1764. — 1941, Plankton studies. IV. (*Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, VII, Art. 4.)
1765. — 1942, The relationship between vertical turbulence and spring diatom flowerings. (*J. mar. res.*, V, 67.)
1766. — 1943, Physiological aspects of spring diatom flowering. (*Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, VIII, Art. 4.)
1767. — 1951, Oxygen, Phosphate and Nitrate in the Atlantic Ocean. (*Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, XIII, 126 p.)
1768. — 1967, Mathematical model of nutrient conditions in coastal waters. (*Bull. Bingham. oceanogr. Coll.*, XIX, 72-80.)
1769. — 1970, Particulate and organic matter in sea water. (*In* RUSSELL, F. S. et YONGE, M., *Advances in marine biology*, VIII, 1-118.)
1770. RILEY, J. P., 1953, The spectrophotometric determination of ammonia in natural waters, with particular reference to sea water. (*Anal. chim. acta*, IX, 575-589.)
1771. — 1965, Analytical chemistry of sea water. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical oceanography*, 295-424.)
1772. RILEY, J. P. et SINHASENI, 1957, The determination of Ammonia and total ionic inorganic nitrogen in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXVI, 161-168.)
1773. — 1958, The determination of Copper in sea water, silicate rocks and biological materials. (*Analyst*, LXXXIII, 299-304.)
1774. RILEY, J. P. et SKIRROW, G., 1965, Chemical oceanography. I. London, 712 p.
1775. RILEY, J. P. et TAYLOR, D., 1968, The determination of Manganese in sea water. (*Deep-Sea Res.*, XV, 629-632.)
1776. RILEY, J. P. et TONGUDAI, M., 1964, The Lithium content of sea water. (*Deep-Sea Res.*, XI, 563-568.)
1777. — 1967, The major cation chlorinity ratios in sea water. (*Chem. Geol.*, II, 263-269.)

1778. RILEY, J. P. et WILSON, T. R. S., 1967, The pigment of some marine phytoplankton species. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLVII, 351-362.)
1779. RINGBOM, A., PENSAR, G. et WANNINEN, E., 1958, A complexometric titration method for determining Calcium in the presence of Magnesium. (*Anal. chim. acta*, XIX, 525.)
1780. RINGER, W. E., 1909, Die Alkalinität des Meerwassers. I. (*Verh. Rijksinst. onderz. zee*, II, 3-22.)
1781. — 1928, Die Alkalinität des Meerwassers. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XLVII, 232-236.)
1782. RINGER, W. E. et KLINGEN, J. M. P., 1907-1908, Über die Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser. (*Verh. Rijksinst. onderz. zee*, I, 127, 1 pl.)
1783. RITTLER, L., 1928, Beiträge zur physikalischen Chemie des Meeres. (*Ann. hydrogr. Berlin*, LVI, 56-57.)
1784. RIVIERE, A., 1941, Sur la réserve alcaline et les carbonates de l'eau de mer. (*C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 5, 6, 7, 19-20.)
1785. ROBERT, H., 1922, L'emploi du filet et de la pompe dans les pêches du plancton. (*Ann. biol. lac.*, XI, 208-240.)
1786. ROBERTSON, A. J., 1907, The temperature and salinity of the surface waters of the North Sea during the years 1904-1905. [*Fish. invest. 2d rept.* (northern area), 1904-1905, I.]
1787. ROBERTSON, J. D. et WEBB, D. A., 1939, The micro-estimation of Sodium, Potassium, Calcium, Magnesium, Chloride and Sulphate in sea water and body fluids of marine animals. (*J. exper. biol.*, XVI, 155-177.)
1788. ROBINSON, G. A., 1957, The forms of *Rhizosolenia alata* BRIGHTWEI L. (*Bull. mar. ecol.*, IV, nº 36, 203-209.)
1789. — 1965, Continuous plankton records : contribution towards a plankton atlas of the North Atlantic and the North Sea. IX : Seasonal cycles of phytoplankton. (*Bull. mar. ecol.*, VI, nº 4, 104-122.)
1790. — 1965, Continuous plankton records : contribution towards a plankton atlas of the North Atlantic and the North Sea. X : *Navicula planamembranacea* HENDEY. (*Bull. mar. ecol.*, VI, nº 5, 141-145.)
1791. ROBINSON, G. A. et WALLER, D. R., 1966, The distribution of *Rhizosolenia styliformis* BRIGHTW. and its varieties. (*In* BARNES, H., *Some contemporary studies in marine science*, 645-663.)
1792. ROBINSON, R. J. et SPOOR, H. J., 1936, Photometric determination of Silicate in sea water. (*Ind. Eng. Chem. anal. ed.*, VIII, 455-457.)
1793. ROBINSON, R. J. et WIRTH, H. E., 1934, Report on the free Ammonia, albuminoid Nitrogen and organic Nitrogen in the waters of the Puget Sounds area, during the summers of 1931 and 1932. (*J. Cons. int. expl. mer*, IX, 15-27.)
1794. — 1935, Photometric investigation of the ceruleomolybdate determination of Phosphate in waters. (*Ind. Eng. Chem. anal. ed.*, VII, 147-150.)
1795. ROCHE, E., 1939, La conductivité électrique pour déterminer à bord la salinité de l'eau de mer. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXX, VI, nº 779.)
1796. ROCHFORD, D., 1947, The preparation and use of Harvey's reduced Strychnine reagent in oceanographical chemistry. (*Bull. Counc. sci. industr. Res.*, Aust., nº 220, Rept. 13.)
1797. RODHE, H., VOLLENWEIDER, R. A. et NAUWERCK, A., 1958, The primary production and standing crop of phytoplankton. (*In* BUZZATI-TRAVERSO, A. A., *Perspectives in marine biology*. Berkeley, 299-322.)
1798. RODINA, A. G., 1949, Bacteria as food of the aquatic animals. (*Pirroda*, X, 23.) (In Russ.)
1799. ROMANOVSKY, V., FRANCIS-BŒUF, C. et BOURCART, J., 1953, La mer. Paris, 503 p., 870 fig.
1800. RONA, E., HOOD, D. W., MUSE, L. et BUGLIO, B., 1962, Activation analysis of Manganese and Zinc in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, VII. 201-206.)
1801. ROONEY, R. C., 1958, The Diethyldithiocarbamate of Titanium. (*Anal. chim. act.*, XIX, 428-431.)
1802. ROOSENDAAL, A. M. VAN et WIND, C. H., 1905, Prüfung vom Strommessern und Strommessungsversuchen in der Nordsee. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XXVI, 10 p.)
1803. ROPER, E. C. S., 1858, Notes on some new species and varieties of British marine Diatomaceae. (*Quart. J. Microsc. Sc.*, VI, 17-25, pl. III.)
1804. — 1859, On the genus *Biddulphia* and its affinities. (*Trans. micr. Soc.*, VII, 1-24, 2 pl.)

1805. ROSE, M., 1912, Recherches biologiques sur le plancton. Première note. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, IX, nº 237.)
1806. — 1913, Recherches biologiques sur le plancton. Deuxième note. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, X, nº 276.)
1807. — 1921, Recherches biologiques sur le plancton. Troisième note. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XVIII, nº 385.)
1808. — 1923, Recherches biologiques sur le plancton. Quatrième note. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XX, nº 425.)
1809. — 1924, Recherches biologiques sur le plancton. Cinquième note. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXI, nº 439.)
1810. — 1915, Contribution à l'étude de la biologie du plancton : le problème des migrations verticales journalières. (*Arch. zool. expér.*, LXIV, 397-542.)
1811. ROSENFELD, W. D. et ZOBELL, Cl., 1947, Antibiotic production by marine microorganisms. (*J. Bact.*, LIV, 393-398.)
1812. ROTSCHI, H., 1954, Méthode pratique pour l'étude du système gaz carbonique dans l'eau de mer. (*Trav. centre rech. ét. océanogr.*, I, nº 6, 6 pl.)
1813. — 1963, La détermination de l'Oxygène dissous par la méthode de WINKLER : une évaluation statistique de différentes sources d'erreurs. (*Cah. océanogr.*, XV, nº 7, 470-479.)
1814. ROUBAULT, A., 1946, Observations sur la répartition du plancton. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXXIX, nº 902.)
1815. ROUCH, J., 1942, Variation de la température et de la salinité de l'eau de mer à Brest en fonction de la marée. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXXIX, nº 821.)
1816. — 1939, La mer. Paris, 252 p.
1817. — 1941, Physique des mers. Paris, 222 p.
1818. — 1944, Les diagrammes T-S de surface. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XLI, nº 868.)
1819. RUBEY, W. M., 1951, Geologic history of sea water. (*Bull. Geol. soc. Amer.*, LXII, 1111-1147.)
1820. RUPPIN, E., 1904, Zweiter Beitrag zur Bestimmung und Verwertung des Gasgehaltes des Meerwassers. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, VIII, 125.)
1821. — 1904, Über die Oxydierbarkeit des Meerwassers durch Kaliumpermanganat. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XX, 9 p.)
1822. — 1910, Bericht über das Verhältnis der Cl-SO_4 und σ_t Werte in einer Reihe von 14 verschiedenen Meerwasserproben gemäss den in den Laboratorien zu Helsingfors, Kiel, Kristiania, Monaco und Nancy erhaltenen Resultaten. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, LV, 17 p.)
1823. — 1910, Die Alkalinität des Meerwassers. Kohlensäure, Kohlensäuren Kalk, eine System zur 3 Bestandteilen nach der Phasenregel. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XI, 279-301, 2 cartes.)
1824. RUSSELL, F. S., 1927, Vertical distribution of plankton in the sea. (*Biol. rev.*, II, 213-262.)
1825. — 1927, On the value of certain plankton animals as indicators of water movements in the English Channel and North Sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XX, 309-332.)
1826. — 1936, The importance of certain plankton animals as indicators of water movements in the Western end of the English Channel. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, C, 7-10.)
1827. — 1939, Hydrographical and biological conditions in the North Sea as indicated by plankton organisms. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIV, 170-192.)
1828. RUSSELL, F. S. et YONGE, C. M., 1949, The Seas. London, 379 p., 384 fig.
1829. RYTHER, J. H., 1954, The ratio of photosynthesis to respiration in marine plankton algae and its effect upon the measurement of productivity. (*Deep-Sea Res.*, II, 134-139.)
1830. — 1956, Photosynthesis in the ocean as a function of light intensity. (*Limnol. Oceanogr.*, I, 61-70.)
1831. — 1956, The measurement of primary production. (*Limnol. Oceanogr.*, I, 72-84.)
1832. — 1959, Potential productivity of the sea. (*Science*, XIII, 602-608.)
1833. — 1960, Organic production by planktonic algae and its environmental control. (*The Pymatuning Symposium in Ecology. Pymatuning Laboratory of Field Biology. Univ. Pittsburg*, Spec. public, nº 2, 72-83.)

1834. RYTHER, J. H. et YENTZSCH, C. S., 1957, The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. (*Limnol. Oceanogr.*, II, 281-286.)
1835. RYTHER, J. H., YENTZSCH, C. S., HULBURT, E. M. et VACCARO, R. F., 1958, The dynamics of a diatom bloom. (*Biol. bull.*, CXV, 257-268.)
1836. SABARIEGOS, M. G., 1949, Introduction al estudio de la transparencia del agua del mar. (*Bol. Inst. exp. de oceanogr.*, nº 21, 29 p.)
1837. SABROU, L. G., 1904, Rapport sur la réunion des assistants hydrographiques à Copenhague et sur les méthodes d'analyse en usage dans les laboratoires du Conseil international permanent pour l'exploration de la mer. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, I, nº 22.)
1838. SACKETT, W. et ARRHENIUS, G., 1962, Distribution of Aluminium species in the hydrosphere. I : Aluminium in the ocean. (*Geochim. Cosmochim. acta*, V, 955-963.)
1839. SACKETT, W. M., POTRAZ, H. W. et GOLDBERG, E. D., 1958, Thorium content of sea water. (*Science*, CXXVIII, 203-204.)
1840. SAGER, G., 1967, Karten der stündlichen Tidewasserstand differenzen 2 Tage nach den Quadraturen in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (*Beitr. Meeresk.*, XX, 526-537.)
1841. — 1968, Maximal Geschwindigkeit des Gezeitenstroms zur mittleren Springzeit in der Nordsee, dem Kanal und der Irischen See. (*Beitr. Meeresk.*, XXII, 53-59.)
1842. SAIJO, Y. et MISHIZAWA, S., 1969, Excitation spectra in the fluorometric determination of chlorophyll α and phaeophytin α. (*Mar. biol.*, II, 135.)
1843. SAMUELSON, O., 1963, Ion exchange separations in analytical chemistry. New York, 291 p., 47 fig.
1844. SANDELL, E. B., 1950, Colorimetric determinations of traces of metals. 2nd edn., 673 p., 85 fig.
1845. SANTOS PINTO, J., DOS, 1956, The toxicity of *Cardium edule* L., and its possible relation to the Dinoflagellate *Prorocentrum micans* EHR. (*Not. Est. Inst. Biol. mar. Lisboa*, nº 12, 20 p., 1 pl.)
1846. SARGENT, P. et HINDMAN, J., 1943, The ratio of carbon dioxide consumption to oxygen evolution in sea water in the light. (*J. mar. res.*,V, 151.)
1847. SASS, E., 1965, Dolomite-calcite relationships in sea water : theoretical considerations and preliminary experimental results. (*J. sedim. petrol.*, XXXV, 339-347.)
1848. — 1967, Dolomite-calcite relationships in sea water. (*Proc. Israël Geol. Soc.*, XVI, 37.)
1849. SASTRY, V. N., KRISHNAMOORTY, T. M. et SARMA, T. P., 1969, Microdetermination of Zirconium in the marine environment. (*Current Sci.*, XXVIII, 279-281.)
1850. SAUNDERS, H. W., 1957, Interrelationships of dissolved organic matter and phytoplankton. (*Bot. Rev.*, XXIII, 389-409.)
1851. SAVAGE, R. E., 1932, *Phaeocystis* and Herring shoals. (*J. Ecol.*, XX, 326-340.)
1852. SAVAGE, R. E. et WIMPENNY, R. S., 1936, Phytoplankton and the Herring. II, 1933-1934. (*Fish. invest.*, II, XV, nº 1, 88 p.)
1853. SAVILLE, T., 1917, The nature of organic color in water. (*J. New. Engl. wat. wks. Assoc.*, XXXI, 79.)
1854. SCHAEFER, H., 1965, Isolierung von gelösten organischen Verbindungen aus dem Meerwasser unter besonderer Berücksichtigung der Aminosäuren. (*Heligoland Wiss. Meeresuntersuch.*, XII, 239-252.)
1855. — 1965, Isolierung von gelösten Kohlenhydrate aus dem Meerwasser. (*Heligoland wiss. Meeresuntersuch.*, XII, 253-259.)
1856. SCHAFER, N., 1952, Biogene Sedimentation im Gefolge von Bioturbation. (*Senckenbergiana*, XXXIII, 1-12.)
1857. SCHILLER, J., 1930, *Coccolithineae*. (*In* RABENHORST, L., *Kryptogamenflora*, X, 89-273.)
1858. SCHINK, D. R., 1965, Determination of Silica in sea water using solvent extraction. (*Analyt. chem.*, XXXVIII, 764-765.)
1859. SCHLEIDEN, M. J., 1867, Dass Meer. Berlin, 721 p., 23 col. pl., 216 fig.
1860. SCHMALZ, R. F. et SWANSON, F. J., 1969, Diurnal variations in the carbonate saturation of sea water. (*J. sed. petrol.*, XXXIX, 255-267.)
1861. SCHMELCK, L., 1882, Chemistry. (*The Norweg. North Atl. Exped.*, 1876-1878, IX, 71 p.)
1862. SCHMIDT, A., 1873-1904, Atlas der Diatomaceenkunde in Verbindung mit den Herren Grundler, Grunow, Janish, Weissflog und Witt herausgegeben.

1863. SCHODDUYN, R., 1926, Observations faites dans la Baie d'Ambleteuse (Pas-de-Calais). (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXIII, nº 482.)
1864. SCHOLES, R. B. et SHEWAN, J. M., 1964, The present status of some aspects of marine microbiology. (*Adv. mar. Biol.*, II, 133-169.)
1865. SCHONFELDT, H. VON, 1907, Diatomaceae Germaniae. Die deutschen Diatomeen des Süsswassers und des Brackwassers. Berlin, 263 p., 456 fig., 19 pl.
1866. SCHOTT, E., 1966, Der Oberflächensalzgehalt in der Nordsee. (*Erganz. Heft. dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, (A), (8), 9, 1-58.)
1867. SCHOTT, G., 1902, Oceanographie und maritime Meteorologie. (*Wiss. Ergebn. dtsch. Tiefsee Exped. Valdivia*, 1888-1899, I.)
1868. SCHOTT, J., 1921, Hydrographische Nordsee-Arbeiten Sommer 1921, insbesondere auf dem Reichsforschungsdampfer « POSEIDON ». (*Ann. dtsch. Hydr. Berlin*, 400-407.)
1869. SCHREIBER, E., 1927, Die Reinkultur von marinen Phytoplankton und deren Bedeutung für der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. (*Heligoland Wiss. Meeresuntersuch.*, XVI, 1-35.)
1870. — 1929, Die Methoden einer physiologischen Meerwasseranalyse. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LIII, 75.)
1871. SCHRÖDER, B., 1906, Zur Charakteristik des Phytoplanktons temperierter Meere. (*Ber. dtsch. bot. Ges.*, XXIV, 260.)
1872. SCHUBERT, O. V., 1935, Die Theorie der Transgressionen von LE DANOIS und ihre Beziehung zum Golfstrom-Problem. (*Ann. dtsch. Hydrogr. Berlin*, LXIII, 140-143.)
1873. SCHUHKNECHT, W., 1957, The flame photometric measurement of small amounts of Calcium in the presence of very large quantities of Sodium. (*Z. anal. Chem.*, CLVII, 338-343.)
1874. SCHUHKNECHT, W. et SCHINKEL, H., 1954, Flamephotometric determination of small amounts of Potassium, Sodium and Lithium in the presence of larger amounts of alkaline earth metals. (*Anal. Chem.*, CXLIII, 321-330.)
1875. SCHULZ, B., 1920, Hydrographische Untersuchungen. A : Die periodischen und unperiodischen Schwankungen der Mittelwasserstanden an der flandrischen Küste (Oktober 1915-September 1918). (*Deutsche Seewarte*, 27 p.)
1876. — 1921, Methoden und Ergebnisse der Untersuchung des Kohlensäuregehalts im Meerwasser. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LI, 273-293.)
1877. — 1922, Hydrographische Beobachtungen insbesondere über die Kohlensäure in der Nord- und Ostsee im Sommer 1921. (*Arch. dtsch. Seewarte*, XL, 1-44.)
1878. — 1923, Einiges über die Kohlensäurefaktoren der Nord- und Ostsee. (*Festskr. till. Prof. Otto* PETTERSSON, 68-89.)
1879. — 1924, Die Durchlüftung der Nord- und Ostsee. (*Naturw.*, X, 105-120; 126-133.)
1880. — Aerologische und Hydrographische Beobachtungen der deutschen marine Stationen während der Kriegzeit 1914-1918. II : Hydrographische Untersuchungen. Beiträge zur Kenntnis der Gezeiten an der flandrischen Küste und auf den unteren Schelde. (*Deutsche Seewarte*, 64 p., 10 fig., 5 tabl.)
1881. — 1928, Die deutsche Nordsee, ihre Küsten und Inseln. (*Monographien z. Erdkunde*, XXXIX.)
1882. — 1929, Die englischen Resstromuntersuchungen im Kanal und in der südwestlichen Nordsee. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LVII, 344-348.)
1883. — 1930, Die Alkalinität des Oberflächenwassers der Nordsee und der Nordatlantik. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXVII, 91-92.)
1884. — 1930, Die Luft im Meere und ihre Beeinflussung durch das Leben der Organismen. Madrid.
1885. — 1930, Beiträge zur Kenntnis der Alkalinität des Oberflächenwassers im Nord-Atlantischen Ozean. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LVIII, 162-164.)
1886. — 1930, Die Beziehung zwischen Jod- und Salzgehalt des Meerwassers. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LVIII, 187.)
1887. — 1930, Der Wasseraustausch zwischen der Nord- und Ostsee (*In* GRIMPE, G. et WAGLER, E., *Die Tierwelt der Nord- und Ostsee*, 45-88, 25 fig.)
1888. — 1936, Hydrographische Untersuchungsfahrten in die Nord- und Ostsee mit dem R. F. D. « POSEIDON ». (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXV, 113.)

1889. — 1940, Einführung in die Hydrographie der Nord- und Ostsee. (*In* GRIMPE, G. et WAGLER, E., *Die Tierwelt der Nord- und Ostsee*, 88 p.)
1890. SCHUMANN, J., 1867, Die Diatomeen der hohen Tatra. (*Ver. Zool. Bot. Ges.*, Suppl. 17, 1-102, pl. I-IV.)
1891. SCHUTT, F., 1888, Über die Diatomeengattung *Chaetoceros*. (*Bot. Zt.*, nos 11-12.)
1892. — 1893, Das Pflanzenleben der Hochsee. (*In* : *Ergebn. Plankton Exped. Humboldt Stift*, 1, A, 243, Kiel und Leipzig.)
1893. — 1895, Die Peridineen der Plankton-Expedition. (*Ergebn. Plankton Exped. Humboldt Stift*, IV, Kiel und Leipzig.)
1894. — 1895, Arten von *Chaetoceros* und *Peragallia*. (*Ber. dtsch. bot. Ges.*, XIII, 35-48, pl. 4-5.)
1895. — 1896, *Bacillariales*. (*In* ENGLER, A. und PRANTI, K. *Die natürliche Pflanzenfamilien*. I, Leipzig, 153 p., 237 fig.)
1896. — 1900, Centrifugale und simultane Membranverdickungen. (*Jahrb. wiss. Bot.* XXXV.)
1897. SCHUTZ, D. G. et TUREKIAN, K. K., 1965, The investigation of the geographical and vertical distribution of several trace elements in sea water using neutron activation analysis. (*Geochim. Cosmochim. acta*, XXIX, 259-313.)
1898. SCHUURMANS-STEKHOVEN, J. M. Jr., 1931, The freeliving marine nemas of the Belgian Coast. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, no 49, 58 p., 9 pl.; II, Mém. no 58, 163 p., 163 fig.)
1899. — 1935, Additional Notes to my monographs on the Freeliving nemas of the Belgian Coast I et II. (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, no 72, 36 p., 5 pl.)
1900. — 1936, Copepoda parasitica from the Belgian Coast. II. (Included some habitats in the North Sea.) (*Mém. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, no 74, 20 p. 5 pl.)
1901. SCHWABE, K., 1953, Fortschritte der pH-Messtechnik. Berlin, 207 p., 83 fig.
1902. SCHWEPPE, H., 1969, Neuer Komplexbildner zum Nachweis von Spuren Kobalt, Nickel und Cadmium. (*Z. anal. Chem.*, CCXLIV, 312-314.)
1903. SCOTT, R. O. et MITCHELL, R. L., 1943, Concentration methods in spectrographic analysis. I : Recovery of Cobalt, Nickel, Molybdenum, Copper and Zinc, from plant materials and soil extracts by 8-Hydroxyquinoléine. (*J. Soc. Chem. Ind.*, LXII, 4-8.)
1904. SCOTT, T. A. et MELVIN, E. H., 1953, Determination of Dextran with anthrone. (*Anal. Chem.*, XXV, 1656-1661.)
1905. SEARS, M., 1955, Papers in marine Biology and Oceanography. (*Deep-Sea Res.*, Suppl. to vol. III, New York, 498 p.)
1906. SEITH, W. et RUTHARDT, K., 1958, Chemische Spektralanalyse. (Berlin, 162 p., 80 fig.)
1907. SEIWELL, H. R., 1928, Phosphate content and hydrogen ion concentration of the surface water of the English Channel and Southern North Sea. June 18-22, 1928. (*Nature*, CXXII, 921-922.)
1908. — 1931, Observations on the phosphate content and hydrogen ion concentration of the North Sea, the Southern entrance to the Norwegian Sea and the water south of Iceland. (*J. Cons. int. expl. mer*, VI, 213-231.)
1909. — 1931, A consideration of some external factors governing the production of plankton in the sea. (*J. Ecol.*, XIX, 164-176.)
1910. — 1937, Consumption of oxygen in sea water under controlled laboratory conditions. (*Nature*, CXX, 506.)
1911. SEIWELL, H. R. et SEIWELL, G. E., 1938, The sinking of decomposing plankton in sea water and its relationship to oxygen consumption and phosphorus liberation. (*Proc. Amer. phil. Soc.*, LXXVIII, 465-481.)
1912. SEKI HUMITAKE, 1967, Mineralisation rate of organic Carbon by microorganisms in the seas. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XXIII, 18-23.)
1913. SELMAN, D. et WAKSMAN, A., 1934, The role of Bacteria in the cycle of life in the sea. (*Scientif. Monthly*, XXXVIII.)
1914. SERVICE, H. H., 1929, Measurement of salinity of sea water. (*U. S. Coast and Geodesic Survey*, Spec. publ., no 147.)
1915. SHAPIRO, J., 1957, Chemical and biological studies on the yellow organic acids of Lake waters. (*Limnol. Oceanogr.*, II, 161-179.)
1916. — 1964, Effects of yellow acids on iron and other metals in water. (*J. amer. wat. Wks. Assoc.*, LV, 1062-1081.)

1917. SHELDON, R. W., EVELYN, T. P. T. et PARSONS, T. S., 1967, On the occurrence and formation of small particles in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 367-375.)
1918. SHIMOMURA, T., 1953, A study on the production and distribution of the microplancton and their relation on oceanographic conditions. (*Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, III, 1-136.)
1919. SHIPMAN, W. H. et LAI, J. R., 1956, General photometric microdetermination of Cobalt with nitroso-R-salt. (*Anal. Chem.*, XXVIII, 1151-1152.)
1920. SHISHIKINA, O. V., 1954, Technique of determining sulphate in sea water. (*Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR*, VIII, 253-258.)
1921. SHRUBSOLE, W. H., 1890, On a new diatom from the estuary of the Thames. (J. QUECKETT *micr. Club*, IV, 259-262, pl. XIII.)
1922. SIEBURTH, J. M. et PRATT, D. M., 1962, Anticoliform activity of sea water associated with the termination of *Skeletonema costatum* blooms. (*Trans. N. Y. Acad. Sci.*, ser. 2, XXIV, 498-501.)
1923. SILLEN, L. G., 1961, The physical chemistry of sea water. (*In* SEARS, M., *Oceanography Amer. Assoc. Adv. sci. Washingt.*, 549-581.)
1924. — 1967, The ocean as a chemical system. (*Science*, CLVI, 1189-1197.)
1925. SILVEY, W., 1961, Concentration method for the spectrochemical determination of minor elements in water. (*U. S. Geol. Surv. Water Supply papers*, 1540, Bull. 22.)
1926. SISLER, F. D. et ZOBELL, C., 1950, Hydrogen utilizing, sulfate reducing bacteria in marine sediments. (*J. Bacteriol*, LX, 747-756.)
1927. SKIBINA, E. M., 1952, A method for the determination of small amounts of copper. (*J. anal. Chem. SSSR*, 244.)
1928. SKIRROW, G., 1965, The dissolved gases. Carbon dioxide. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical Oceanography*, I, 227-322.)
1929. SKOPINTZEV, B. A., 1947, Humic matter coagulation of the inflow in seawater. (*Akad. Nauk. SSSR. Investigia*, 11, 22-36.) (in Russ.)
1930. — 1959, Organic matter of sea water. (*Repr. Int. Oc. Congr.*, 953-955.)
1931. SKOPINTZEV, B. A., VOROB'EVA, R. V. et SHUYOKOSKAY, L. A, 1957, The determination of Calcium and the sum of Calcium and Magnesium in sea water by a complexometric method. (*Gidrokhim Materialy*, XXVII, 146-151.)
1932. SLIJKE, D. D., VAN, 1917, A method for the determination of Carbon dioxide and carbonates in solution. (*J. biol. Chem.*, XXX, 347.)
1933. SLOAN, P. R. et STRICKLAND, J. D. H., 1966, Heterotrophy of four marine phytoplankters at low substrate concentrations. (*J. Physiol.*, II, 29-32.)
1934. SLOWEY, J. F., JEFFREY, L. M. et HOOD, D. W., 1959, Characterization of the ethylacetate extractable organic material in sea water. (*Preprints intern. oceanogr. Congr.*, 935, AAAS, New York.)
1935. SMALES, A. A., 1951, The determination of Strontium in sea water by a combination of flame photometry and radiochemistry. (*Analyst*, LXXVI, 348-355.)
1936. SMALES, A. A. et PATE, B. D., 1952, The determination of sub-microgram quantities of Arsenic by radioactivation. II : The determination of Arsenic in sea water. (*Analyst*, LXXVII, 188-195.)
1937. SMAYDA, T. J., 1970, The suspension and sinking of phytoplankton in the sea. (*Oceanogr. and mar. biol.*, VIII, 353-414.)
1938. SMEZINSKIJ, V. A., 1954, Practical Oceanography. Leningrad.
1939. SMITH, G. M., 1938, Cryptogamic botany. I : Algae and Fungi. New York, 545 p., 299 fig.
1940. — 1951, Manual of Phycology. Waltham, Mass., U. S. A., 375 p.
1941. SMITH, G. F. et MCCURDY, W. H., 1952, A 9-Dimethyl-1, 10 phenantroline; new specific in spectrophotometric determination of Copper. (*Analyt. Chem.*, XXIV, 371-373.)
1942. SMITH, R. C., 1968, The optical characterization of natural waters by means of an « extinction coefficient ». (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 423-429.)
1943. SMITH, R. C., PILLAI, K. C., CHOW, T. J. et FOLSOM, T. R., 1965, Determination of Rubidium in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 226-232.)
1944. SMITH, W., 1851, Notes on Diatomaceae, with descriptions of British species included in the genus *Pleurosigma*. (*Ann. Mag. nat. Hist.*, IX, 2 pl.)

1945. — 1853-1856, Synopsis of the British Diatomaceae. London, I, 89 p., 31 pl.
1946. — 1856, Synopsis of the British Diatomaceae II. London, 107 p., 36 fig.
1947. SNELL, F. D. et SNELL, C. T., 1948, Colorimetric methods of analysis. I, New York, 239 p.; II, New York, 950 p.
1948. SOCK, A. et CUCUEL, F., 1934, Die Verbreitung des Quecksilbers. (*Naturwiss.*, XXII, 390-394.)
1949. SOLORZANO, L., 1969, Determination of Ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 799-801.)
1950. SOLORZANO, L. et STRICKLAND, J. D. H., 1968, Polyphosphate in seawater. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 515-518.)
1951. SORENSEN, S. P. L. et PALITZSCH, S., 1910, Sur le mesurage de la concentration en ions Hydrogène de l'eau de mer. (*C. rend. Lab. Carlsberg*, IX, 8.)
1952. — 1913, Sur « l'erreur de sel » dans la mesure colorimétrique de la concentration des ions Hydrogène de l'eau de mer. (*C. rend. Lab. Carlsberg*, X, 252.)
1953. SORGENFREI, TH., 1969, Geological perspectives in the North Sea area. (*Geol. Soc. Denmark*, XIX, 2, 160-196.)
1954. SOROKIN, J. I., 1960, Vertical distribution of phytoplankton and the primary organic production in the sea. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXVI, 49-56.)
1955. — 1965, On the trophic role of chemosynthesis and bacterial biosynthesis in water bodies. (*Mem. Ist. Idrobiol. Ital.*, 18, suppl., 187-205.)
1956. SOUSA DE, A., 1954, La détermination rapide du Calcium et du Magnésium dans l'eau de mer. (*Anal. Chim. Acta*, XI, 221.)
1957. — 1956, Composition and chemical analysis of sea water in loco. (*Ciencia*, II, 41-46.)
1958. SOUSA E SILVA, E. (DE), 1959, Some observations on marine Dinoflagellate cultures. I : *Prorocentrum micans* EHR. and *Gyrodinium* sp. (*Not. Est. Inst. Biol. mar. Lisboa*, nº 21, 15 p., 5 pl.)
1959. — 1962, Some observations on marine Dinoflagellate cultures. II : *Glenodinium foliaceum* STEIN and *Goniaulax diacantha* (MEUNIER) SCHILLER. (*Not. Est. Inst. Biol. mar. Lisboa*, nº 24, 75-100.)
1960. — 1962, Some observations on marine Dinoflagellate cultures. III : *Goniaulax spinifera* (CLAP. et LACHM.) DIES., *Goniaulax tamarensis* LEB. et *Peridinium trochoideum* (STEIN) LEMM. (*Not. Est. Inst. Biol. mar. Lisboa*, nº 26, 24 p., 10 pl.)
1961. SOYER, J., 1963, Contribution à l'étude des effets biologiques du Mercure et de l'Argent dans l'eau de mer. (*Vie et milieu*, XIV, 1-36.)
1962. SPENCER, C. P., 1957, Utilization of trace elements by marine unicellular algae. (*J. gen. Microbiol.*, XVI, 282-285.)
1963. — 1964, The estimation of Phytoplankton pigments. (*J. Cons. int. explor. mer*, XXVIII, 327.)
1964. — 1965, The carbon dioxide system in sea water : a critical appraisal. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. mar. biol., Ann. rev.*, III, 31-57.)
1965. SPILHAUS, A. F., 1968, Observations of lightscattering in seawater. (*Limnol. Oceanogr.*, XIII, 418-422.)
1966. SPLITTBERGER, A. et NOLTE, E., 1931, Untersuchung des Wassers. (*In* ABDERHALDEN, E., *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*. IV : *Angewandte chemische und physikalische Methoden*, XV, 589 p.)
1967. SPOONER, G. M., 1933, Observations of the reactions of marine plankton to light. (*J. mar. biol.*, XIX, 385-438.)
1968. STAMP, E. D., 1927, Thames drainage system and age of the Straits of Dover. (*Geogr. Journ., July-Dec.*, 386.)
1969. STANBURY, F. A., 1931, The effect of light of different intensities, reduced selectively and non selectively, on the rate of growth of *Nitzschia Closterium*. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XVIII, 633.)
1970. STARCK, H. P., 1934, Volumetric analysis. London, 228 p.
1971. STEELE, J. H., 1958, Plant production in the northern North Sea. (*J. mar. res.*, VII. 1-36.)
1972. — 1958, Production studies in the northern North Sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 79-84.)
1973. — 1959, The quantitative ecology of marine phytoplankton. (*Biol. Rev.*, XXXIV, 129-158.)

1974. — 1962, Environmental control of photosynthesis in the sea. (*Limnol. Oceanogr.*, VII, 137-150.)
1975. STEELE, J. H. et BAIRD, I. E., 1961, Relations between primary production, chlorophyll and particulate carbon. (*Limnol. Oceanogr.*, VI, 68-78.)
1976. — 1965, The chlorophyll a content of particulate organic matter in the northern North Sea. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 261-267.)
1977. STEEMAN-NIELSEN, E., 1937, On the relation between the quantities of phytoplankton and zooplankton in the sea. (*J. Cons. int. expl. mer*, XII, 147-154, 1 fig.)
1978. — 1938, Über die Anwendung von Netzfängen bei quantitativen Phytoplanktonuntersuchungen. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 197-205.)
1979. — 1939, Über die vertikale Verbreitung des Phytoplanktons im Meere. (*Intern. Rev. Hydrob.*, XXXVIII, 421-440.)
1980. — 1951, Measurement of the production of organic matter in the sea by means of Carbon-14. (*Nature*, CLXVII, nº 4252, 684.)
1981. — 1952, The use of radio-active Carbon C-14 for measuring organic production on the sea. (*J. Cons. int. expl. mer*, XVIII, 117-140.)
1982. STEEMAN-NIELSEN, E., 1955, The interaction of photosynthesis and respiration and its importance for the determination of C-14 discrimination in photosynthesis. (*Phys. Plant.*, VIII, 945-953.)
1983. — 1955, The production of antibiotics by plankton algae and its effect upon bacterial activities in the sea. (*Deep-Sea Res.*, suppl. 3, 281-286.)
1984. — 1955, An effect of antibiotics produced by plankton algae. (*Nature*, 176, 553.)
1985. — 1958, Experimental methods for measuring organic production in the sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 38-46.)
1986. — 1963, Fertility of the oceans. Productivity, definition and measurement. (*In* HILL, M. N., *The sea*, 129-164.)
1987. STEEMAN-NIELSEN, E. et HANSEN, V. K., 1959, Light adaptation in marine phytoplankton populations and its interrelation with temperature. (*Physiol. plant.*, XII, 353-370.)
1988. STEEMAN-NIELSEN, E. et JENSEN, E. A., 1957, Primary oceanic production. The autotrophic production of organic matter in the ocean. (*Galathea Repts.*, I, 49.)
1989. STEEMAN-NIELSEN, E. et VON BRAND, T., 1934, Quantitative Zentrifugenmethoden zur Planktonbestimmung. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXXIX, 99.)
1990. STEIN, F., 1859-1883, Der Organismus der Infusionstiere. Leipzig, 4 vol., 206, 385, 154, 30 p., 14, 16, 24, 25 pl.
1991. STENIUS, S., 1925, Graphische Berechnung von σ_t aus t und σ_o. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, XVI, p. 8.)
1992. STERNECK, R., 1925, Zu den Halbtägigen Gezeiten der Nordsee. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, 147-156.)
1993. STEUER, A., 1910, Planktonkunde. Leipzig und Berlin, 723 p., 365 fig.
1994. — 1911, Leitfaden der Planktonkunde. Leipzig, 382 p.
1995. — 1933, Zur planmässigen Erforschung der geographischen Verbreitung des Haliplanktons, besonders der Copepoden. (*Zoogeographica*, I, 269-302.)
1996. — 1936, Die Entwicklung der deutschen marinen Planktonforschung. (*Naturwiss*, XXIV, 129-131.)
1997. STIEGLITZ, J., 1909, The relation of equilibrium between the Carbon dioxide of the atmosphere and the Calcium sulphate, Calcium carbonate and Calcium bicarbonate of water solution in contact with it. (*Carneg. Inst. Washingt.*, Publ. nº 107, 233.)
1998. STOCKS, T., 1956, Eine neue Tiefenkarte der sudlichen Nordsee. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr. Berlin*, IX, 265-280.)
1999. STOK, J. P., VAN DER, 1906, Über Oberflächentemperaturen des Meerwassers unweit der niederländischen Küste. (*Kon. Nederl. meteor. Inst.*, nº 102, *Meded. en Verh.*, nº 4.)
2000. STOMMEL, H., 1949, Horizontal diffusion due to oceanic turbulence. (*J. mar. res.*, VIII, 199-225.)
2001. STOTT, V., 1928, An apparatus for determining the salinity of sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, III, 328.)

2002. STRAATEN, L. M. J. V., VAN, 1954 (1955), Composition and structure of recent marine sediments in the Netherlands. (*Leidse Geol. Meded.*, XIX, 1-110.)
2002*a*. — 1965, Coastal barrier deposits in South and North Holland in particular in the areas around Scheveningen and Ijmuiden. (*Meded. Geol. Sticht. N. S.*, XVII, 41-76, 14 pl.)
2003. STRAELEN, V., VAN, 1948, G. Gilson (1859-1944). Notice biographique avec liste bibliographique. (*Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg.*, XXIV, n° 1, 21 p.)
2004. STRICKLAND, J. D. H., 1960, Measuring the production of marine phytoplankton. (*Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, n° 122, 172 p.)
2005. — 1965, Phytoplankton and marine primary production. (*Ann. rev. microbiol.*, XIX, 127-162.)
2006. — 1965, Production of organic matter in the primary stages of the marine food chain. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical oceanography*, I, 477-610.)
2007. STRICKLAND, J. D. H. et PARSONS, T. R., 1960, A manual of sea water analysis. (*Bull. Fish. res. Bd. Can.*, n° 125, 1-185.)
2008. — 1965, A manual of sea water analysis. (*Bull. Fish. res. Bd. Can.*, 125, 203 p.)
2009. STRICKLAND, J. D. H. et SOLORZANO, L., 1966, Determination of monoesterase hydrolysable phosphate and phosphomonoesterase activity in sea water. (*In* BARNES, H., *Some contemporary studies in marine science*, 665-674.)
2010. STRIDE, A. H., 1965, Periodic and occasional sand transport in the North Sea. (*Le pétrole et la mer*, I.)
2011. STROCK, L. W., 1936, Zur Geochemie des Lithiums. (*Nachr. Ges. Wiss. Göttingen*, F. 4, *Geol. u. Min.*, 171-201.)
2012. SUDRY, L., 1911, Densité, température, coloration de l'eau de mer et courants sur la côte de Calvados pendant l'été 1910. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, VIII, n° 199.)
2013. SUGAWARA, K., 1965, Exchange of chemical substances between air and sea. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. mar. biol., Ann. Rev.*, III, 59-77.)
2014. — 1967, Retrospection and future problems of the study of iodine in sea water. (*Rec. oceanogr. wks. Jap.*, IX, 23-36.)
2015. SUGIURA, Y., 1967, The significance of the difference in conductimetric chlorinity minus titrimetric chlorinity. (*Rec. Oceanogr. Wks. Jap.*, IX, 55-64.)
2016. SUK, V., MALAT, M. et JENICKOVA, A., 1955, Complexometric titrations (chelatometry). X. Catechol violet, a new specific indicator, determination of copper. (*Coll. Szech. Comm.*, XX, 158-161; *Anal. Abstr.*, II, 7, 1764.)
2017. SUND, O., 1926, Graphical calculation of specific volume and dynamic depth. (*J. Cons. int. expl. mer*, I, 235.)
2018. — 1926, Correction of temperatures. (*J. Cons. int. expl. mer*, I, 242.)
2019. — 1929, The determination of Nitrates in sea water. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LIII, 80.)
2020. SUTCLIFFE, W. H., BAYLOR, E. R. et MENZEL, D. W., 1963, Sea surface chemistry and Langmuir circulation. (*Deep-Sea Res.*, X, 233-243.)
2021. SVERDRUP, H. U., 1937, On the evaporation from the oceans. (*J. mar. res.*, I, 3-14.)
2022. — 1938, On the explanation of the oxygen minima and maxima in the oceans. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 163-172.)
2023. — 1952, On conditions for the vernal blooming of phytoplankton. (*J. Cons. int. expl. mer*, XVIII, 287-295.)
2024. — 1955, The place of physical oceanography in oceanographic research. (*J. mar. res.*, XIV, 287-294.)
2025. SVERDRUP, H. U., JOHNSON, M. W. et FLEMING, R. H., 1963, The oceans. Their physics, chemistry and general biology. New York, 1087 p., 265 ill., 121 tab.
2026. SWANK, H. W. et MILLON, M. G., 1934, Colorimetric standards for Silica. (*Ind. Eng. Chem., anal. ed.*, VI, 348-350.)
2027. SWEERS, H. E., 1965, Some oceanographic and meteorological data of the Southern North Sea. (*Hydrogr. Newslett.* 1. *Spec. issue*, n° 1, *publ. by Netherlands Hydrographer.*)
2028. SYLVESTER, R. O. et SEABLOOM, R. W., 1965, Influence of site characteristics on quality of impounded water. (*J. amer. wat. wks. Ass.*, LVII, 1528-1546.)

2029. SYRETT, P. J. et MORRIS, I., 1961, The inhibition of Nitrates assimilation by Ammonium in *Chlorella*. (*Biochim. Biophys. Acta*, LXVII, 566-575.)
2030. SZABO, B. J., 1967, Determination of Calcium and Magnesium in sea water by [ethylenedinitrilo] tetraacetic acid. (*Bull. mar. sci. Miami*, XVII, 186-188.)
2031. — 1967, Determination of Calcium and Magnesium in sea water by [ethylenedinitrilo] tetraacetic acid titration. (*Bull. mar. sci.*, Miami, XVII, 544-550.)
2032. SZEKIELDA, K. H., 1967, Methods for the determination of particulate and dissolved Carbon in aqueous solutions. (*In* GOLTERMAN, H. L. et CLYMO, R. S., *Chemical environment in aquatic habitat*, 150-157.)
2033. — 1967, Modellrechnungen für die freigesetzte Energie bei der Oxydation organischen Materials im Seewasser. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, XX, 265-269.)
2034. — 1968, Vergleichende Untersuchungen über den Gehalt an organischen Kohlenstoff im Meerwasser und dem Kaliumpermanganatverbrauch. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXXII, 17-24.)
2035. — 1968, Ein chemisches Modell für den Auf- und Abbau organischen Materials und dessen Anwendung in der offenen See? (*J. Cons. int. expl. mer*, XXXII, 180-187.)
2036. — 1969, The application of a chemical model to calculate the theoretical organic carbon in sea water. (*J. Cons. int. expl. mer.* XXXIII, 14.)
2036*a*. SZEKIELDA, K. H. et KREY, J., 1965, Zur Schnellbestimmung von partikulären, organisch-gebundenem Kohlenstoff im Meerwasser. (*Microchim. Acta*, 149-159.)
2037. TAIT, J., 1930, The surface water drift in the northern und middle areas of the North Sea and in the Faroe-Shetland Channel. I. (*Fish. Invest. Scotl. sci.*, nº II.)
2038. — 1930, The surface water drift in the northern und middle areas of the North Sea and in the Faroe-Shetland Channel. II. (*Fish. Invest. Scotl. sci.*, nº IV.)
2039. — 1935, Recent high salinity records from the northern North Sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XCIV, 60-65.)
2040. — 1936, Salient features of the hydrography of the Northern Sea and the Faroe-Shetland Channel in 1935. (*J. Cons. int. expl. mer*, XI, 164-168.)
2041. TALBOT, J. W. et HENRY, J. L., 1968, The absorption of Rhodamine-B on to materials carried in suspension by inshore waters. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXXII, 9-16.)
2042. TALLING, J. F., 1957, The phytoplankton population as a compound photosynthetic system. (*New Phytol.*, LVI, 133-149.)
2043. TANAKA, Y., NAKAMURA, K. et HARA, R., 1931, Calcium sulphate in sea water. (*J. Soc. chem. ind. Jap.*, XXXIV, 284-287.)
2044. TANTRANOW, K. et CUNNINGHAM, B. B., 1953, Determination of milligram and sub-milligram quantities of Copper. (*Anal. Chem.*, XXV, 194-195.)
2045. TATSUMOTO, M., WILLIAMS, W. T., PRESCOTT, J. P. et HOOD, D. W., 1961, Amino-acids in samples of surface sea water. (*J. mar. res.*, XIX, 89-96.)
2046. TAYLOR, T. W. J., 1928, The action of nitrous acid on amino-compounds. Part I : Methylamine and Ammonia. Part II : Aliphatic amino-acids. (*J. Chem. Soc.*, 1099-1105; 1897-1906.)
2047. TERWINDT, J. H. J., 1971, Sand waves in the Southern Bight of the North Sea. (*Marine Geol.*, X, 51-67.)
2048. TESCH, J. J., 1910, De physische gesteldheid van de Noordzee. (*Tijdschr. Kon. Nederl. aardr. gen.*, 2e reeks, 27, nº 4, 702-740.)
2049. — 1920, Het leven der zee. Amsterdam, 512 p., 219 fig.
2050. — 1935, Gegevens betreffende den bodem van de zuidelijke Noordzee en het Kanaal. (*Hand. XXV Ned. nat. Geneesk. Congr.*, 308-311.)
2051. TESCH, P., 1911, De Noordzee vóór de ijstijd. (*Hand. XIII. Ned. nat. Geneesk. Congr.*, 380-384.)
2052. — 1915, Rolstenen van de Doggerbank. (*Hand. XVe Ned. nat. Geneesk. Congr.*, 525-530.)
2053. — 1942, De Noordzee van historisch-geologisch standpunt. (*Ned. Rijks. Geol. Dienst.*, Reeks 8, nº 9, 23 p.)
2054. TESCH, P. et REINHOLD, Th., 1946, De bodem van het zuidelijk uiteinde van de Noordzee. (*Tijdschr. K. Ned. Aardr. Genootsch. Amsterdam*, 2e reeks, LXIII, 72-84.)
2055. THIEMANN, K., 1934, Das Plankton der Flüssmundungen. (*Wiss. Ergebn. dtsch. Atl. Meteor. Exp.*, XII.)

2056. THIENEMANN, A., 1931, Der Produktionsbegriff in der Biologie. (*Arch. Hydrob.*, XXII, 616-622.)
2057. THOMAS, B. D. et THOMPSON, T. G., 1933, Lithium in sea water. (*Science*, LXXVII, 547-548.)
2058. THOMAS, B. D., THOMPSON, T. G. et UTTERBACK, C. L., 1934, The electrical conductivity of sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, IX, 28-35.)
2059. — 1934, Refractivity-chlorinity-temperature relationships of ocean waters. (*J. Cons. int. expl. mer*, IX, 35.)
2060. THOMPSON, H. W., 1959, Advances in spectroscopy. Oxford, 372 p.
2061. THOMPSON, M., 1966, Magnesium in sea water : an electrode measurement. (*Science*, CLIII, 866-867.)
2062. THOMPSON, M. E. et ROSS, J. W., 1966, Calcium in sea water by electrode measurement. (*Science*, CLIV, 1643-1644.)
2063. THOMPSON, T. G., 1928, The standardisation of silver nitrate solutions used in chemical studies of sea water. (*J. amer. chem. soc.*, L, 681-685.)
2064. — 1930, Researches on the biology and chemistry of the sea. (*Rept. intern. comm. oceanogr. and the coral reefs of the Pacific*, 46-52.)
2065. — 1932, The physical properties of sea water. (*Physics of the Earth*. V. *Oceanography*, 63-94; *Nat. res. Counc.*, Bull. nº 85.)
2066. THOMPSON, T. G. et ANDERSON, D. H., 1940, The determination of the alkalinity of sea water. (*J. mar. res.*, III, 224-229.)
2067. THOMPSON, T. G. et BONNAR, R. N., 1931, The buffer capacity of sea water. (*Ind. and Eng. Chem. anal. ed.*, III, 392-395.)
2068. THOMPSON, T. G. et BREMMER, R. W., 1935, The determination of Iron in sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, X, 33-38.)
2069. THOMPSON, T. G. et HOULTON, H. G., 1933, Determination of Silicon in sea water. (*Industr. and Eng. Chem. anal. ed.*, Vth edn., 417-418.)
2070. THOMPSON, T. G., JOHNSTON, W. R. et WITH, H. E., 1931, The Sulfate/Chlorinity ratio in ocean water. (*J. Cons. int. expl. mer*, VI, 246-251.)
2071. THOMPSON, T. G. et KORPI, E., 1942, The Bromine/Chlorinity ratio of sea water. (*J. mar. res.*, V, 28-36.)
2072. THOMPSON, T. G. et LAEVASTU, T., 1960, Determination and occurrence of Cobalt in sea water. (*J. mar. res.*, XVIII, 189-193.)
2073. THOMPSON, T. G. et MILL, R. R. C., 1928, Differences observed in the condition of the sea water at the margins of two opposing tidal currents. (*Science*, LXVIII, 517-518.)
2074. THOMPSON, T. G. et ROBINSON, R. J., 1932, Chemistry of the sea. (*Physics of the Earth. V. Oceanography*, 95-203; *Nat. res. Counc.*, Bull. nº 85, 95-203.)
2075. — 1939, Notes on the determination of dissolved oxygen in sea water. (*J. mar. res.* I, 1-8.)
2076. THOMPSON, T. G. et TAYLOR, H. J., 1933, Determination and occurrence of Manganese in sea water. (*J. amer. chem. Soc.*, LVII, 233-236.)
2077. THOMPSON, T. G. et WILSON, T. L., 1935, The occurrence and determination of Manganese in sea water. (*J. amer. chem. Soc.*, LVII, 233-236.)
2078. THOMPSON, T. G. et WIRTH, H., 1931, The specific gravity of sea water at zero degrees in relation to the chlorinity. (*J. Cons. int. expl. mer*, VI, 232.)
2079. — 1948, Instructions pratiques sur la détermination de la salinité de l'eau de mer par la méthode de titrage Mohr-Knudsen. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XLV, nº 930.)
2080. THOMSEN, H., 1933, The distribution of phosphate and nitrate in the North Sea in May 1932. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LXXXV, 42-46.)
2081. — 1968, Danish Data from the south-eastern North Sea. (*Ann. biol.*, XXII, 49.)
2082. THORADE, H., 1928, Gezeitenuntersuchungen in der Deutschen Bucht der Nordsee. (*Deutsche Seewarte Archiv*, XLVI, 1-95.)
2083. — 1930, Ebbe und Flut in der Nordsee. Ein geschichtlicher Rückblick. (*Peterm. Geogr. Mitt., Erganzbd.*, CCIX, 195-206.)
2084. — 1931, Strömung und zungenförmige Ausbreitung des Wassers. (GERLAND's *Beitr. z. Geophysik*, XXXIV, 57-76.)

2085. — 1933, Methoden zum Studium der Meeresströmungen. (ABDERHALDEN's *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, II, 3, 2865-3095.)
2086. THOULET, J., 1904, L'Océan, ses lois, ses problèmes. Paris, 397 p.
2087. — 1904, Mesures des courants marins au moyen de l'analyse physique et chimique d'échantillons d'eaux récoltés en séries. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, I, n 12.)
2088. — 1922, L'océanographie. Paris, 287 p.
2089. TIJSSEN, S. B., 1968, Hydrography and chemical observations in the southern Bight, August and November 1967. (*Ann. biol.*, XXIV, 52-56.)
2090. TIKHONOV, M. K. et ZHAVORONKINA, V. K., 1960, Polarographic determination of Copper in sea water. (*Trud. Morsk. Gidrofiz. Inst.*, XIX, 31-37.)
2091. TILDEN, J. E., 1936, The algae and their life relations, fundamentals of phycology. Minneapolis, 550 p.
2092. TISCHER, W., 1950, Kritische Untersuchungen und Betrachtungen zur Biocönotik. (*Biol. Zentralbl.*, LXIX, 33-43.)
2093. TOLBERT, N. E. et ZILL, L. P., 1956, Excretion of glycollic acid by algae during phytosynthesis. (*J. biol chem.*, CCXXII, 895-906.)
2094. TOMCZAK, G., 1967, Über die Änderung der Oberflächentemperatur der Nordsee im Zeitraum 1905-1965. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, XX, 49-54.)
2095. TONOLLI, V. and L., 1958, Irregularities of distribution of plankton communities : considerations and methods. (*In* BUZZATI-TRAVERSO, A. A., *Perspectives in marine biology*, 137-143.)
2096. TOPPING, G., 1969, Concentration of Cobalt and Zinc from sea water using 5,7-Dibromo-8-hydroquinoline-bromo-oxine supported on an anion exchange resin. (*Limnol. Oceanogr.*, XIV, 798-799.)
2097. TORNOE, H., 1880, On the Carbonic acid in sea water. (*Norweg. North Atlant. Exped.*, 1876-1878; *Chemistry*, XXIV, 44.)
2098. TOURKY, A. R. et BANGHAM, D. H., 1936, Colloidal Silica in natural waters and the « silicomolybdate » colour test. (*Nature*, CXXXVIII, 587-588.)
2099. TREGOUBOFF, G., 1946, Le plankton marin. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XLIII, nº 894; *Trav. Stat. Zool. Villefranche-sur-Mer*, IX, 22 p.)
2100. TREVELYAN, W. E., PROCTOR, D. P. et HARRISON, J. S., 1950, Detection of sugars on paper chromatograms. (*Nature*, CLXVI, 444-445.)
2101. TSUNOGAI SHIZUO, MASAKICHNI NISHIMURA et SYU NAKAYA, 1968, Calcium and Magnesium in sea water and the ratio of Calcium to Chlorinity as a tracer of water masses. (*J. oceanogr. Soc. Jap.*, XXIV, 153-159.)
2102. TUCKER, A., 1949, Pigment extraction as a method of quantitative analysis of phytoplankton. (*Trans. amer. micr. soc.*, LXVII, 21-33.)
2103. TULLY, J. P., 1938, The expression of sea water analyses as milligram-atoms per litre. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 67-70.)
2104. TULLY, J. P. et CARTER, N. M., 1938, A simplified procedure for colorimetric analysis of sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 58-66.)
2105. TUREKIAN, K. K. et JOHNSON, D. J., 1966, The Barium distribution in sea water. (*Geochim. Cosmochim. acta*, XXX, 1153-1174.)
2106. UESSUGI, K. et MURAKAMI, T., 1966, Die spektralphotometrische Lithiumbestimmung in Meerwasser mit Thorin. (*Japan Analyst*, XV, 482-487.)
2107. UMBGROV, J. H. H., 1945, Periodical events in the North Sea Basin. (*Geol. Mag. Hertford*, LXXXII, 237-244.)
2108. UPPSTROM, L., 1968, Analysis of Boron in sea water by a modified curcumin method. (*Rept. Chem. Sea wat. Univ. Goteborg*, IV, 8-13.)
2109. UTERMOHL, H., 1927, Untersuchungen über den Gesamtplanktongehalt des Kanarenstroms. (*Arch. Hydrobiol.*, XVIII, 464.)
2110. UTTERBACK, C. L., 1936, Spectral Bands of submarine solar radiation in the North Pacific and adjacent inshore water. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, XI, 15.)
2111. UTTERBACK, C. L., THOMPSON, T. G. et THOMAS, B. D., 1934, Refractivity-chlorinity-temperature relationships of ocean waters. (*J. Cons. int. expl. mer*, IX, 35-38.)
2112. VACCARO, R. F., 1962, The oxidation of Ammonia in sea water. (*J. Cons. int. expl. mer*, XXVIII, 3-14.)

2113. — 1965, Inorganic nitrogen in sea water. (*In* RILEY, J. P. et SKIRROW, G., *Chemical oceanography*, I, 365-408.)
2114. VALLAUX, C., 1913, L'archipel de la Manche. Paris.
2115. — 1928, La classification des océans et des mers. (*La Géographie*, sept.oct., 1926.)
2116. — 1933, Géographie générale des mers. Paris, 796 p., 114 fig., 16 pl., 4 cartes.)
2117. — 1943, Signification et portée de l'oxygène dissous dans les eaux océaniques. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XL, nº 852.)
2118. VALORI, P. et SAVOINI, F., 1957, Flame photometry in the analysis of natural waters. II : Determination of Potassium. (*Ric. sci.*, XXVII, 1204-1215; *Anal. Abstr.*, 4, XI, 3769.)
2119. VANHOFFEN, E., 1897, Die Fauna und Flora Grönlands. (*Grönlands Exp. d. Gesell. f. Erdkunde*, Berlin, II.)
2120. VEEN, J., VAN, 1933, Sand waves in the North Sea. (*Hydr. Rev.*, XII, 1-9.)
2121. — 1936, Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der nederlandse kust. s' Gravenhage, Algem. Landsdruk, 252 p., 148 fig.
2122. — 1938, Untersuchungen in der Strasse von Dover mit dem Vermessungsschiff « OCEAN ». (*Geol. Rundsch.*, XXIX, 274-286.)
2123. — 1938, Die unterseeische Sandwüste in der Nordsee. (*Geol. d. Meere u. Binnengewässer.* II. 62-86.)
2124. VERCELLI, F., 1939, La penetrazione della radiazioni luminosa nell'acqua di mare. (*R. Com. Talassiogr. ital.*, Mem. 271, Venezia.)
2125. VERDUIN, J., 1957, Daytime variations in phytoplankton photosynthesis. (*Limnol. Oceanogr.*, II, 333-336.)
2126. VERLEYEN, E. J. B., 1942, Levensschets van Dr. H. VAN HEURCK en overzicht van zijn verzamelingen. Antwerpen, 94 bl., 43 afb. en pl.
2127. — 1943, VAN HEURCK, H., 28 août 1838-13 mars 1909, sa vie, son œuvre, ses collections. (*Bull. Soc. roy. bot. Belg.*, LXXV, 57-68.)
2128. VERNADSKY, W., 1924, La géochimie. Paris, 404 p.
2129. — 1924, La matière vivante et la chimie de la mer. (*Rev. gén. Sci.*, XXXI, 5-13; 46-54.)
2130. VERPLOEGH, G., 1958, Klimatologische gegevens van de Nederlandse lichtschepen over de periode 1910-1940. (*Koninkl. Nederl. Met. Inst.*, Publ. nº 102, 67.)
2131. VINOGRADOV, A. P., 1944, Geochemistry of scattered rare elements in sea water. (*Uspekhi Khimii.*, XIII, 3-34.)
2132. VISSER, M. P., 1969, The light regime of the Southern North Sea. (*Int. Counc. expl. sea. Hydrogr. Commit. C. M.*, 1969, C 2, 5 p., 7 fig.)
2133. VISSER, M. P., 1970, The turbidity of the southern North Sea. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, XXIII, 97-117.)
2134. VLES, F. et GEX, M., 1931, Notes sur la technique de dosage électrométrique des chlorures dans l'eau de mer. (*Bull. Inst. océanogr. Monaco*, XXVIII, nº 566.)
2135. VOELCKER, I., 1938, Kritik der Arbeit von BAAK, J. A. : The regional petrology of the Southern North Sea. (*Geol. d. Meere u. Binnengewäss.*, II, 353-356.)
2136. WAGNER, A., 1957, Rapid potentiometric determination of sulphates, chlorides and nitrates in water. (*Bull. Centre belge Ét. docum. eaux*, XXXVII, 164-168.)
2137. WAI, N., HUNG, T. S. et LU, Y. H., 1960, Alkaline phosphatase in sea water. (*Bull. Inst. Chem. Acad. Sinica*, III, 1-10.)
2138. WAKSMAN, S. A., 1934, The role of bacteria in the cycle of life in the sea. (*Scientif. monthly*, XXXVIII, 35-49.)
2139. — 1934, The distribution and conditions of existence of bacteria in the sea. (*Ecol. monogr.*, IV, 523-529.)
2140. — 1938, Humus. Baltimore, 526 p.
2141. — 1938, On the oxidation of organic matter in marine sediments by Bacteria. (*J. mar. res.*, I, 101-118.)
2142. — 1955, Marine Bacteria. Recollections and problems. (*Pap. mar. Biol. Oceanogr.*, suppl. vol. 3, Deep-Sea Res., 15-19.)
2143. WAKSMAN, S. A. et CAREY, C. L., 1933, Role of bacteria in decomposition of plant and animal residues in the ocean. (*Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, XXX, 526-527.)
2144. — 1935, Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. I : Bacterial multiplication on stored sea water. (*J. Bacteriol.*, XXIX, 531-543.)

2145. — 1935, Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. II. Influence of addition of organic substances upon bacterial activities. (*J. Bacteriol.*, XXIX, 545-561.)
2146. WAKSMAN, S. A. et HOTCHKISS, M., 1937, Viability of bacteria in sea water. (*J. Bacteriol.*, XXXIII, 389.)
2147. — 1938, On the oxidation of organic matter in marine sediments by bacteria. (*Journ. mar. res.*, I, 101-118.)
2148. WAKSMAN, S. A., HOTCHKISS, M., CAREY, C. et HARDMANN, Y., 1938, Decomposition of nitrogenous substances in sea water by bacteria. (*J. bacteriol.*, XXXV, 477-486.)
2149. WAKSMAN, S. A., HOTCHKISS, M. et CAREY, C. L., 1933, Marine bacteria and their role in the cycle of life in the sea. II : Bacteria concerned in the cycle of nitrogen in the sea. (*Biol. Bull.*, LXV, 137-167, 8 fig.)
2150. WAKSMAN, S. A. et RENN, C. E., 1936, Decomposition of organic matter in sea water by bacteria. III : Factors influencing the rate of decomposition. (*Biol. bull.*, LXX, 474-483.)
2151. WAKSMAN, S. A., REUSZER, H. W., CAREY, C. L., HOTCHKISS, M. et RENN, C. E., 1933, Studies on the biology and chemistry of the Gulf of Maine. III : Bacteriological investigations of the sea water and marine bottoms. (*Biol. Bull.*, LXIV, 183-205.)
2152. WAKSMAN, S. A., STOKES, J. et BUTLER, M. R., 1937, Relation of bacteria to diatoms in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXII, 359-373.)
2153. WAKSMAN, S. A. et VARTIOVAARA, U., 1938, The adsorption of Bacteria by marine bottom. (*Biol. bull.*, LXXIV, 56-63.)
2154. WAKSMUNDZKI, A. et SZUKI, B., 1915, Phenylhydroxy-acid as reagent for lead ions. (*Ann. Univ.* M. CURIE-SKLODOWSKA, A. A., 6, 63-72.)
2155. WALKER, J. B., 1953, Inorganic micronutrient requirements of Chlorella. I : Requirements for Ca- or Sr-, Cu and Mo. (*Arch. Biochem. Biophys.*, XLVI, 1-11.)
2156. WALSCH, G. E., 1965, Studies on dissolved carbohydrate in Cape Cod waters. I : General survey. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 570-582.)
2157. WANGERSKY, P. J., 1952, Isolation of ascorbic acid and rhamnosides from sea water. (*Science*, CXV, 685.)
2158. WANGERSKY, P. J. et GORDON, D. C., 1965, Particulate carbonate organic carbon, Mn^{++} in the open ocean. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 544-550.)
2159. WARBURG, O., 1909, Massanalytische Bestimmung kleiner Kohlensäuremengen. (*Ztschr. physiol. Chem.*, LXI, 261-265.)
2160. WARBURG, O. et NEGELEIN, E., 1920, The reduction of nitric acid by green cells. (*Biochem. Ztschr.*, CX, 66-115; *Chem. Abstr.*, XV, 380, 1921.)
2161. WARTEL, S., 1970, Sedimentatieverschijnselen in het Schelde Estuarium. (*Doctoraatsthesis. Universiteit Leuven.* In druk.)
2162. WATT, W. D., 1966, Release of dissolved organic material from the cells of phytoplankton population. (*Proc. r. Soc. London*, A, CLXIV, 521-551.)
2163. WATTENBERG, H., 1929, A simple method for the direct estimation of NH^4 in sea water by NESSLER's reagens. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LIII, 108-114.)
2164. — 1929, Eine einfache Methode zur direkten Bestimmung von Ammoniak in Seewasser mit NESSLER's Reagens. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, LIII, 109-115.)
2165. — 1930, Über die Bestimmung der Alkalinität des Meerwassers. Uber den Kalkgehalt des Ozeanwassers. I. Mitteilung. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LVIII, 277-282.)
2166. — 1931, Über den Kalkgehalt des Ozeanwassers. II. Mitteilung. Die Verteilung im Atlantischen Ozean. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LIX, 273-277.)
2167. — 1931, Die Bestimmung von Phosphat, Nitrit, Nitrat, Ammoniak und Silikat im Meerwasser. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LIX, 59-106.)
2168. — 1931, Die Löslichkeit von $MgCO^3$ und $SrCO^3$ im Seewasser. (*Meeresf.*, II, 81-94.)
2169. — 1931, Beziehungen zwischen Kalkgehalt des Meerwassers und Plankton. (*R. P. V. Cons. perm. int. expl. mer*, LXXV, 67.)
2170. — 1932, Die Beziehung zwischen pH und freier Kohlensäure im Atlantischen Ozean. (*Int. Rev. Hydrob.*, XXVI, 462-467.)
2171. — 1933, Kalziumkarbonat und Kohlensäuregehalt des Meerwassers. (*Wiss. Ergebn. dtsch. Atlant. Exped.* « METEOR », 1925-1927, VIII, 333 p. 43 fig., 27 annex.)

2172. — 1933, Über die Titrationsalkalinität und Kalziumkarbonatgehalt des Meerwassers. (*Wiss. Ergebn. dtsch. Atlant. Exped.* « METEOR », 1925-1927, VIII, 122-231.)
2173. — 1933, 1934, Das chemische Beobachtungsmaterial und seine Gewinnung. Kalziumkarbonate und Kohlensäuregehalt des Meereswassers. (*Wiss. Ergebn. dtsch. Atlant. Exped.* « METEOR », 1925-1927, VIII, 333 p.)
2174. — 1935, Kalkauflösung und Wasserbewegung am Meeresboden. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXIII, 387-391.)
2175. — 1936, Kohlensäure und Kalziumkarbonat im Meere. (*Fortschr. d. Mineral. Kristal. u. Petrogr.*, XX, 168-195.)
2176. — 1937, Die chemischen Arbeiten auf der « METEOR » Fahrt, Februar-Mai 1937. (*Ann. Hydrogr. Berlin.*)
2177. — 1937, Critical review of the methods used for determining nutrient salts and related constituents in salt water. I : Methoden zu Bestimmung von Phosphat, Silikat, Nitrat und Ammoniak in Seewasser. (*R. P. V. Cons. perm. int. expl. mer*, CIII, 1-26.)
2178. — 1937, Die Bedeutung anorganischer Factoren bei Ablagerung von Kalziumkarbonat im Meere. (*Geol. d. Meere u. Binnengewässer*, I, 237.)
2179. — 1938, Zur Chemie des Meerwassers : Über die in Spuren vorkommenden Elemente. (*Ztschr. f. anorg. u. allgem. Chemie*, CCXXXVI, 339-360.)
2180. — 1938, Die Verteilung des Sauerstoffs und des Phosphats im Atlantischen Ozean. (*Wiss. Ergebn. dtsch. Atlant. Exped.* « METEOR », 1925-1927, IX, 132 p.
2181. — 1941, Über die Grenzen zwischen Nord- und Ostseewasser. (*Ann. Hydrogr.*, LXIX.)
2182. — 1943, Zur Chemie des Meerwassers. Neuere Untersuchungen über die gelösten Gase. (*Ztschr. f. allgem. u. anorg. Chemie*, CCLI, 71.)
2183. — 1943, Zur Chemie des Meerwassers. Über die in Spuren vorkommenden Elemente. (*Z. anorg. Chemie*, CCLI, 86-91.)
2184. WATTENBERG, H. et TIMMERMANN, E., 1936, Über die Sättigung des Seewassers an $CaCO_3$, und die anorganogene Bildung von Kalksedimenten. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXIV, 23-31.)
2185. — 1938, Die Löslichkeit von Magnesiumkarbonat und Strontiumkarbonat in Seewasser. (*Kieler Meeresf.*, II, 81-94.)
2186. WATTENBERG, H. et WITTIG, H., 1939, Über die Bestimmung der Titrationsalkalinität des Seewassers. (*Kieler Meeresf.*, III, 258-262.)
2187. WEBB, D. A., 1937, Studies on the ultimate composition of biological material. II. Spectrographic analysis of marine invertebrates, with special reference to the chemical composition of their environment. (*Sci. Progr. Dublin. Soc.*, n. s., XXI, 505-539.)
2188. — 1938, Strontium in sea water and its effect on Calcium determinations. (*Nature*, CXLII, 751-752.)
2189. — 1939, The Sodium and Potassium content of sea water. (*J. Exp. biol.*, XVI, 178-183.)
2190. WEGEMANN, G., 1920, Der tägliche Gang der Temperatur der Meere und seine monatliche Veränderlichkeit. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XIX, 49-85.)
2191. WEISS, H. V. et LAI, M. G., 1961, The co-crystallization of ultramicroquantities of Molybdenum with benzoinoxime. Determination of Molybdenum in sea water. (*Talanta*, VIII, 72-76.)
2192. WEISS, H. V. et LAI, M. G., 1963, Co-crystallization of ultramicroquantities of elements with 2-mercaptobenzimidazole. Determination of Gold in sea water. (*Anal. Chim. Acta*, XXVIII, 242-248.)
2193. WEISS, H. V. et REED, J. A., 1960, Determination of Cobalt in sea water. (*J. mar. res.*, XVIII, 185-188.)
2194. WELLS, A. L., 1938, Some notes on the plankton of the Thames estuary. (*J. anim. ecol.*, VII, 114.)
2195. WENNER, F., SMITH, E. H. et SOULE, F., 1930, Apparatus for the determination on board ship of the salinity of sea water by the electrical conductivity method. (*Bull. Stand. J. Res. Washingt.*, V, 711.)
2196. WERESCAGIN, G. J., ANICKOVA, N. J. et FORSCH, T. B., 1932, Methoden der hydrochemischen Analyse in der limnologischen Praxis. (*Arch. Hydrob.*, XXIII, 1-64, 167-230.)

2197. WERNER, E. A., 1918, The constitution of carbamides. V : The mechanism of the decomposition of urea when heated in solution with alkalis and with acids respectively. The hydrolysis of metallic cyanates. (*J. Chem. Soc.*, CXIII, 84-99.)
2198. WEST, L. E. et ROBINSON, R. J., 1941, Potentiometric analysis of sea water. I : Determination of chlorinity. (*J. mar. res.*, IV, 1-10.)
2199. — 1941, Potentiometric analysis of sea water. II : Determination of titration alkalinity. (*J. mar. Res.*, IV, 38-41.)
2200. WEST, P. W. et COMPERE, M., 1949, Colorimetric determination of Copper in water. (*Anal. Chem.*, XXI, 628-630.)
2201. WETZEL, W., 1930, Beiträge zur Sediment-petrographie des Noordseebodens u. s. w. (*Wiss. Meeresuntersuch. Kiel*, XXI, 11-48.)
2202. WEYL, P. K., 1967, The solution behaviour of carbonate materials in sea water. (*Stud. trop. oceanogr. Miami*, V, 178-228.)
2203. WHITNEY, L. V., 1938, Transmission of solar energy and the scattering produced by suspensoids in lake waters. (*Trans. Wisc. Acad. sci.*, XXXI, 201-213.)
2204. WIESE, W., 1933, Zur Kenntnis der Alkalinität des Meerwassers. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXI, 241-243.)
2205. WILDEMAN, E., DE, 1896, Flore des algues de Belgique. Bruxelles, 485 p., 109 fig.
2206. WILKE, E., 1921, Zur Kenntnis wässeriger Kohlensäurelösungen. (*Zeitschr. Anorg. Chem.*, CXIX, 365.)
2207. WILLE, J. N. F., 1909, *Conjugatae, Chlorophyceae, Characeae.* (*In* ENGLER, A. & PRANTL, K., *Die natürliche Pflanzenfamilien*, I, 2, Leipzig, 175 p., 128 fig.)
2208. WILLIAMS, J., 1968, A mathematical model for the description of the optical properties of turbid water in terms of suspended particle size and concentration. (*Chesapeake Bay Inst. Ref.*, 68-17; *Techn. Rept.*, 47, 16 p.)
2209. WILLIAMS, P. M., 1966, Complexes of Boric acid with organic diols in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XI, 401-404.)
2210. — 1967 Sea surface chemistry, organic carbon and organic and inorganic Nitrogen and Phosphorus in surface films and subsurface waters (*Deep-Sea Res.*, XIV, 148-155.)
2211. — 1969, The association of Copper with dissolved matter in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, XV, 156-158.)
2212. WILSON, A. L., 1959, Determination of fulvic acids in water. (*J. Appl. Chem.*, IX, 501.)
2213. WILSON, A. T., 1959, Surface of the ocean as a source of air-borne nitrogenous material and other plant nutrients. (*Nature Lond.*, 184, 99-101.)
2214. WILSON, D. P., 1951, A biological difference between natural sea waters. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXX, 1-20.)
2215. WILSON, D. P. et ARMSTRONG, F. A. J., 1952, Further experiments on biological differences between natural sea waters. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXI, 335-349.)
2216. WILSON, D. P. et ARMSTRONG, F. A. J., 1954, Biological differences between sea waters : experiments in 1953. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXIII, 347-360.)
2217. WILSON, J. D., WEBSTER, R. K., MILNER, G. W. C., BARNETT, G. A. et SMALES, A. A., 1960, A comparison of three methods of determining the concentration of Uranium in sea water. (*Anal. Chem.*, XXIII, 505-514.)
2218. WILSON, R. F., 1961, Measurement of organic carbon in sea water. (*Limnol. Oceanogr.*, VI, 259-261.)
2219. WIMPENNY, R. S., 1933, Variations in North Sea Plankton, 1923-1924. (*Fish. Invest.* II.)
2220. — 1936, The size of diatoms. I : The diameter variation of *Rhizosolenia styliformis* BRIGHT and *Rhizosolenia alata* BRIGHT in particular and of pelagic marine diatoms in general. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXI, 29-60.)
2221. — 1936, The distribution, breeding and feeding of some important plankton organisms of the South West North Sea in 1934. (*Fish Invest.*, II, 15, nº 3, 53 p., 24 fig.)
2222. — 1944, Plankton production between the Yorkshire coast and the Doggerbank, 1933-1939. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXVI, 1-6.)
2223. — 1958, Carbon production in the sea at the Smith's Knoll lightvessel. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 70-72.)
2224. WINKLER, L. W., 1888, Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes. (*Ber. d. dtsch. chem. Ges.*, XXI, 2843-2854.)

2225. — 1889, Die Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser. (*Ber. d. dtsch. chem. Ges.*, XII, 1864-1874.)
2226. — 1915, Beiträge zur Wasseranalyse. II. (*Ztschr. angew. Chem.*, XXIX, 44-46.)
2227. — 1915, Der jodit- und jodat I-gehalt des Meerwassers. (*Ztschr. angew. Chem.*, XXIX, 205-207.)
2228. WIRTH, H. E., 1940, The problem of the density of sea water. (*J. mar. res.*, III, 230-247.)
2229. WOLSZON, J. D., KAYES, J. R. et HILL, W. H., 1957, Application of anion exchange resins to determination of Boron. (*Anal. Chem.*, XXIX, 829-832; *Anal. Abstr.*, 4, XI, 3589.)
2230. WOOD, E. J. F., 1962, A method for phytoplankton study. (*Limnol. Oceanogr.*, VII, 32-35.)
2231. WOOD, E. D., ARMSTRONG, F. A. J. et RICHARDS, F. A., 1967, Determination of Nitrate in sea water, by Cadmium-Copper reduction to Nitrite. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLVII, 23-31.)
2232. WOOD, E. J. F., 1958, The significance of marine microbiology. (*Bact. Rev.*, XXII, 1-19.)
2233. — 1963, Heterotrophic micro-organisms in the oceans. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. Mar. biol., Ann. rev.*, I, 197-222.)
2234. WOOD, L., 1965, Determination of free amino acids in sea water. (*Technicon Symposium « Automation in Analytical chemistry »*. New York, 652-655.)
2235. WOOD, P. C., 1968, Dinoflagellate crop in the North Sea. (*Nature Lond.*, CCXX, 21.)
2236. WOOS, F., FERGUSON, J. et CORCORAN, E. F., 1966, Diurnal variation in phytoplankton. (*Bull. Amer. sci.*, XVI, 383-403.)
2237. WOOSTER, W. S. et RAKESTRAW, N. W., 1951, The estimation of dissolved phosphate in sea water. (*J. mar. res.*, X, 91-100.)
2238. WORTH, R. H., 1908, The dredgins of the marine biological Association (1895-1906) as a contribution to the knowledge of the geology of the English Channel. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, VIII, 118-188.)
2239. WRIGHT, R. T. et HOBBIE, J. E., 1965, The uptake of organic solutes in lake waters. (*Limnol. Oceanogr.*, X, 22-28.)
2240. WULFF, A., 1926, Nannoplankton-Untersuchungen in der Nordsee. (*Heligoland, Wiss. Meersuntersuch.*, XV, 45.)
2241. — 1927, Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Meerwassers. (*Tab. biol.*, IV, 538-619.)
2242. WURMSER, R., 1930, Oxydations et réductions. Paris, 381 p.
2243. WUST, G., 1936, Oberflächensalzgehalt, Verdunstung und Niederschlag auf dem Weltmeere. (*Festschr. Krebs, N., Landerk. Forsch. Stuttgart*, 347-359.)
2244. X. ....., 1907, Liste des stations explorées pendant les croisières hydrographiques périodiques. (*Publ. circ. Cons. int. expl. mer*, n° 37, 16.)
2245. YENTSCH, C. S., 1960, The influence of phytoplankton on the colour of the sea. (*Deep-Sea Res.*, VII, 1-9.)
2246. — 1963, Primary production. (*In* BARNES, H., *Oceanogr. Mar. biol., Ann. rev.*, I, 157-175.)
2247. YENTSCH, C. S. et LEE, R. W., 1966, A study of photosynthetic light reactions and a new interpretation of sun and shade phytoplankton. (*J. mar. Res.*, XXIV, 319-337.)
2248. YENTSCH, C. S. et RYTHER, J. H., 1957, Short-term variations in phytoplankton chlorophyll and their significance. (*Limnol. Oceanogr.*, II, 140-142.)
2249. YENTSCH, C. S. et VACCARO, R. F., 1958, Phytoplankton nitrogen in the oceans. (*Limnol. Oceanogr.*, III, 443-448.)
2250. YERLOV, N. G., 1953, Particle distributions in the oceans. (*Repts. Swed. Deep sea Exped.*, 1947-1948, III, 73-97.)
2251. YOFE, J. et FINKELSTEIN, R., 1958, Elimination of anionic interference in flame photometric determination of Calcium in the presence of Phosphate and Sulphate. (*Anal. Chim. acta*, XIX, 166.)
2252. YOSHIMASA TANAKA et KAZUO ITO, 1957, Colorimetric determination of Copper by the use of Zincdithiocarbamate. (*Japan. Analyst*, VI, 728-731.)
2253. YOSHIZAWA, K., 1956, Influence of Silicic acid on the determination of Phosphoric acid in water. (*Nippon Jozo Kyokai Zasshi*, LI, 531-534.)
2254. YOUNG, R. T., 1943, A note on some laboratory measurements of the transparency of sea water. (*J. mar. res.*, V, 111-115.)

2255. ZAITSEV, J. P., 1968, La neustonologie marine : objet, réalisations principales et problèmes. (*Pelagosa*, VIII, 1-48.)
2256. ZHAVORONKINA, V. M., 1960, Spectrographic determination of some trace elements in sea water. (*Dokl. Acad. Nauk. SSSR*, XIX, 38-41.)
2257. ZOBELL, C. E., 1933, Photochemical nitrification in sea water. (*Science*, LXXVII, 27-28.)
2258. — 1935, The assimilation of ammonium nitrogen by *Nitzschia Closterium* and other marine phytoplankton. (*Nat. Ac. sci. Proc.*, XXI, 517-522.)
2259. — 1935, Oxidation-reduction potentials and the activity of marine nitrifiers. (*J. Bact.*, XXIX, 78.)
2260. — 1936, Bacterial action of sea water. (*Proc. Soc. exp. biol. med.*, XXXIV, 113-116.)
2261. — 1940, The effect of oxygen tension on the rate of oxidation of organic matter in sea water by bacteria. (*J. mar. res.*, III, 211-223.)
2262. — 1941, The occurrence of coliform bacteria in oceanic water. (*J. Bact.*, XLII, 284.)
2263. — 1941, Studies on marine bacteria. I : The cultural requirements of the heterotrophic aerobes. (*J. mar. res.*, IV, 42-75.)
2264. — 1946, Marine Microbiology. Waltham, Mass., 240 p., 12 fig.
2265. ZOBELL, C. E. et ANDERSON, D. Q., 1936, Effect of volume on bacterial activity. (*Biol. bull.*, LXXI, 324.)
2266. — 1936, Vertical distribution of bacteria in marine sediments. (*Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists*, XX, 260-269.)
2267. ZOBELL, C. E. et BROWN, B. E., 1944, Studies on the chemical preservation of water samples. (*J. mar. res.*, V. 178-184; *Scripp's Inst. oceanogr. Univ. Calif. Contrib.*, nº 231.)
2268. ZOBELL, C. E. et FELTHAM, C. B., 1934, Preliminary studies on the distribution and characteristics of marine bacteria. (*Bull. Scripp's Inst. oceanogr. Univ. Calif. Techn. ser.*, III, 12, 267-296.)
2269. — 1935, The occurrence and activity of urea splitting bacteria in sea water. (*Science*, LXXXI, 234.)
2270. — 1938, Bacteria as food for certain marine invertebrates. (*J. mar. res.* I. 312-327). (*Scripp's Inst. oceanogr. Univ. Calif. Contrib.*, nº 40.)
2271. ZOBELL, C. E. et RITTENBERG, S. C., 1938, The occurrence and characteristics of chitinoclastic Bacteria in the Sea. (*J. Bacteriol.*, XXXV, 275-287.)
2272. ZOBELL, C. E. et UPHAM, H. C., 1944, A list of marine bacteria including descriptions of sixty new species. (*Bull. Scripp's Inst. oceanogr. Univ. Calif.*, V, 239-292.)
2273. ZORELL, F., 1930, Hydrographische Arbeiten in der Nordsee, 1929 und 1930. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LVIII, 360-362.)
2274. — 1933, Beiträge zur Kenntnis der Alkalinität des Meerwassers. (*Ann. Hydrogr. Berlin*, LXI, 18-22.)
2275. ZWICKER, B. M. G. et ROBINSON, R. J., 1944, The photometric determination of nitrate in sea water with a strychnidine reagent. (*J. mar. res.*, V, 214-232.)

ADDENDA

2276. AARONSON, S., 1970, Experimental microbial ecology. 250 p.
2277. AIDIN'YAN, N. Kh., OZEROVA, N. A. et GIPP, S. K., 1963, The problem of the distribution of mercury in contemporary sediments. (*Akad. Nauk. SSSR. Trudy Inst. Geol. Rudn. Mestrozhd., Petrogr., Mineral., Geokhim.*, XCIX, 5-11.) (In Russ.)
2278. AKERS, L. K., RONA, E. et HOOD, D. W., 1956, Scintillation spectrometers in the determination of trace elements in sea water. (*Bull. Amer. Phys. Soc.*, ser. 2, I, 261.)
2279. BAAM, R. B., GANDHI, N. M. et FREITAS, Y. M., 1966, Antibiotic activity of marine microorganisms. (*Heligoland Wiss. Meeresunters.*, XIII, 181-187.)
2280. BAAS-BECKING, L. G. M., HALDANE, A. D. et IZARD, D., 1958, Perchlorate, an important constituent of sea water. (*Nature Lond.*, CLXXXII, nº 4636, 645-647.)
2281. BAINBRIDGE, R., 1957, The size, shape and density of marine phytoplankton concentrations. (*Biol. Rev.*, XXXII, 91-115.)

2282. BARNES, H., 1954, Some tables for the ionic composition of sea water. (*Journ. Exper. Biol.*, XXXI, 582-588.)
2283. — 1954, Analysis of sea water. (*Ann. Rept. Chem. Soc. for 1948*, XLV, 338-344.)
2284. — 1955, The analysis of sea water. (*The Analyst*, LXXX, nº 953, 571-592.)
2285. — 1959, Oceanography and marine biology. London, 218 p., 110 fig.
2286. BARNES, H. B. A., 1955, Chemical aspects of oceanography. (*Roy. Inst. Chem. Sect. Monogr. and Repts*, nº 4, 24 p.)
2287. BEHRE, K. H. et MENKE, B., 1969, Pollenanalytische Untersuchungen an einem Bohrkern der südlichen Doggerbank. (*Beitr. Meeresk. Dtschl.*, nº 24-25, 122-129.)
2288. BEIN, W., HIRSEKORN, H. G. et MOLLER, L., 1945, Konstantenbestimmungen des Meerwassers und Ergebnisse über Wasserkörper. (*Veröff. Inst. Meeresk.*, N. F., XXVIII, 240 p., 14 tab., 23 fig.)
2289. BELGAEVA, E. W., 1957, Determination of Iodine in natural waters. (*Gigiena i sanit.*, 72-74; *Anal. Abstr.*, V, 1958, nº 4330.)
2290. BENTLEY, J. A., 1958, Role of plant hormones in algal metabolism and ecology. (*Nature*, CLXXXI, 1499-1502.)
2291. — 1959, Plant hormones in marine phytoplankton, zooplankton and seawater. (*Preprints Intern. Oceanogr. Congr. A. A. A. S.*, 910-911.)
2292. BERCK, B., 1953, Microdetermination of DDT in river waters and suspended solids. (*Anal. Chem.*, XXV, 1253-1256.)
2293. BERSIN, T., 1963, Biochemie der Mineral- und Spurenelemente. 695 p., 99 fig., 1 tab.
2294. BOALCH, G. T. et MOMMAERTS, J. P., 1969, A new punctate species of *Halosphaera*. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XLIX, 129-139.)
2295. BOGOROV, B. G., 1958, Estimates of primary production in biogeographical regionisation of the ocean. (*R. P. V. Cons. perm. int. expl. mer*, CXLIV, 117-121.)
2296. BOKOVA, E., BORSUK, V., VERBINSKAYA, N., KREPS, E. et LUKYANOVA, V., 1936, On organic catalysts or ferments in sea water. (*Arch. Sci. biol.*, XLIII, 353.)
2297. BOWEN, V. T. et SUGIHARA, T. T., 1958, Marine geochemical studies with fallout radioisotopes. (*Contrib. Woods Hole Oceanogr. Inst.*, nº 970.)
2297*a*. BRISOU, J., 1971, Techniques d'enzymologie bactériologique. Paris, 286 p.
2298. BRODSKY, K. A., 1955, Vertical distribution of plankton in the world Ocean and the typology of marine basins. (*Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, CIII, 917.)
2299. BRONGERSMA-SANDERS, M., 1957, Mass mortality in the sea. (*In* HEDGPETH, I. W., *Treatise on marine ecology and paleoecology*. I : *Ecology*. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, LXVII, 941-1010.)
2300. BRUEVICH, C. V., 1954, Nitrites and nitrification in the sea. (*Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR.*, VIII, 3-17.)
2301. BRUJEWICZ, S. W., 1958, State and perspectives of developing investigations on the chemistry of sea. (*Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR.*, XXVI, 3-7.)
2302. — 1958, On the standardisation of the methods of chemical investigations and expression of analysis of sea waters. (*Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR.*, XXVI, 243-246.)
2303. BUCH, K., 1952, The cycle of nutrient salts and marine production. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXXXII, *Rapp. Jubil.*, 36-46.)
2304. BULJAN, M., 1949, The occurrence of elements in the sea water and in the earth's crust in relation to the periodic system of elements. (*Acta Adriat.*, IV, nº 6, 1-87.)
2305. — 1952, Some notes on the use of the term « Thermocline ». (*Acta Adriatica*, IV, nº 10, 15 p.)
2306. BURKHOLDER, P. R., 1959, Vitamin-producing bacteria in the sea. (*Preprints Intern. Oceanogr. Congr. A. A. A. S.*, 912-913.)
2307. BURTON, J. D. et RILEY, J. P., 1956, Determination of soluble Phosphate and total Phosphorus in sea water and of total Phosphorus in marine muds. (*Mikrochim. Acta*, 1350-1365.)
2308. BUTCHER, R. W., 1967, An introductory account of the smaller Algae of British coastal waters. (Parts I-VIII. *Fishery investig. Ministry Agric. Fish. Food*).
2309. BUTKEVICH, N. et BUTKEVICH, V., 1936, The development of marine bacteria in relation to the composition of the medium and temperature. (*Microbiology*. *Moscow*, V, 312.)

2310. CARTER, N. M., MOBERG, E. G., SKOGSBERG, T. et THOMPSON, T. G., 1933, The reporting of date in oceanographical chemistry. (*Univ. Wash. Seattle Publ. in Oceanogr.*, I, nº 30.)
2311. CHESTERS, C. G. C. et SCOTT, J. A., 1956, The production of antibiotic substances by sea weeds. (*Sec. Intern. Seaweed Sympos. ed. Braarud T.* and *Sorensen*, 49-54.)
2312. CHUN, C., 1905, Die vertikale Verbreitung des marinen Planktons. (*C. R. 6e Congr. Intern. Zool. Berne*, 113-128.)
2313. CLARKE, G. L., 1946, Dynamics of production in a marine area. (*Ecol. Monogr.*, XVI, 322-335.)
2314. CLEMENS, W. A., 1958, Biological oceanography. (*Proc. Pacif. Sci. Congr.*, VIII, 121-125.)
2315. COLEBROOK, J. M. et ROBINSON, G. A., 1961, The seasonal cycle of the plankton in the North Sea and the North-Eastern Atlantic. (*Journ. Cons.*, XXVI, 156-165.)
2316. COLLIER, A., RAY, S. M. et WILSON, W. B., 1956, Some effects of specific organic compounds on marine organisms. (*Science*, CXXIV, 220.)
2317. COX, C. et MUNK, W., 1955, Some problems in optical oceanography. (*J. mar. res.*, XIV, 63-78.)
2318. CRAIGH, M., 1957, Isotopic tracer techniques for measurement of physical and chemical processes in the sea and the atmosphere. (*Publ. Nation. Acad. Sci. Nation. Res. Counc. Washington*, 551; 103-120.)
2319. CUSHING, D. H., 1957, Production of carbon in the sea. (*Nature Lond.*, CLXXIX, 867.)

2320. DAISLEY, K. W., 1957, Vitamin B-12 in marine ecology. (*Nature*, CLXXX, 1042-1043.)
2320*a*. — 1958, A method for the measurement of Vitamin B-12 concentration in sea water. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXVII, 673-681.)
2321. DAISLEY, K. W. et FISHER, L. R., 1958, Vertical distribution of Vitamin B-12 in the sea. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXVII, 683-686.)
2322. DEFANT, A., 1954, Turbulenz und Vermischung im Meer. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, VII, 1-14.)
2323. DINGWALL, R. G., 1969, Geology of the central English Channel. (*Nature Land.*, CCXXIV, nº 5217, 358-359.)
2324. DROOP, M. R., 1959, Water soluble factors in the nutrition of *Oxyrrhis marina*. (*J. mar. biol. Ass. U. K.*, XXXVIII, 605-620.)
2325. DROOP, M. R., MCLAUGHLIN, J. J. A., PINTNER, I. J. et PROVASOLI, L., 1959, Specificity of some protophytes toward Vitamin B-12 like compounds. (*Preprints Intern. Oceanogr. Congr. A. A. A. S.*, 916-918.)

2326. EKMAN, S., 1952, Zoogeographie of the sea. 417 p., 121 fig.
2326*a*. EPPLEY, R. W. et STRICKLAND, J. D. H., 1969, Kinetics of marine phytoplankton growth. (*In* DROOP, M. R. et FERGUSON, E J., *Adv. in Microbiologie of the sea.* New York.)
2327. ERICSON, L. E. et CARLSON, B., 1953, Studies on the occurrence of aminoacids and pantothenic acid in marine algae. (*Arkiv. Kemi*, VI, 511-522.)
2328. ERICSON, L. E. et LEWIS, L., 1953, On the occurrence of Vitamin B-12 factors in marine algae. (Arkiv. Kemi, V, 427-442.)

2329. FOMIN, L. M., 1964, The dynamic method in oceanography. 211 p., 21 tab., 57 ill.
2330. FRASER, J., 1962, Nature adrift, the story of marine Plankton. 184 p., 5 pl. col., 36 pl., 38 fig.

2331. GARRELS, R. M., 1965, Silica : Role in the buffering of natural waters. (*Science*, CXLVIII, 69.)
2332. GERLACH, S. A. et HOHNK, W., 1966, Meeresbiologisches Symposium 18 bis 20 Oktober 1965 in Bremerhaven. Mikrofauna und Mikroflora des Meeres. (*Veröff. Inst. f. Meeresk. Bremerhafen*, 385 p.)
2332*a*. GOULD, R. F., 1967, Equilibrium concepts in natural water system. (Amer. Chem. Soc. Washington.)
2332*b*. — 1968, Trace inorganics in water. (Amer. Chem. Soc. Washington.)
2333. GRAHAM, J. W., 1959, Metabolically induced precipitation of trace elements from sea water. (*Science*, CXXIX, nº 3360, 1428-1429.)

2334. GREIN, A. et MEYERS, S. P., 1958, Growth characteristics and antibiotic production of actinomycetes isolated from littoral sediments and materials supended in sea water. (*J. Bacteriol.*, LXXVI, 457-463.)

2335. GROEN, P., 1951, De wateren der wereldzee. Amsterdam. 375 p., 148 fig.

2335*a*. HACER, S. W., GORDON, L. I. et PARK, P. K., 1968, A practical manual for use of Technicon Auto Analyser in sea water nutrient analysis. (*A final Rept. to BCF, Contract 14-17-0001-1759*, October 1968, Ref. 68-33.)

2336. HEDGPETH, J., 1957, Classification of marine environments. (*Mem. Geol. Soc. Amer.*, LXVII, 17-27.)

2337. HEIDE, F. et BOHM, G., 1957, The geochemistry of mercury. (*Chemie d. Erde*, XIX, 198-204.)

2338. HESS, E., 1934, The effects of freezing on marine bacteria. I : Quantitative studies. (*Journ. Biol. Board. Can.*, I, nº 2.)

2339. HORNABROOK, J. T., 1967, Seismic interpretation problems in the North Sea with special reference to the discovery well 48/6-1. (*7th World Petr. Congr. Proc.*, II, 836-856.)

2339*a*. JAGNER, D., 1970, The determination of Sulphate in sea water by means of photometric titration with Hydrochloric acid in Dimethylsulphoxide. (*Anal. Chim. Acta*, LII, 483-490.)

2340. KAKIMOTO, D. et HIDAKA, T., 1968, Variations of the bacteria living in the marine environment. (*Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto*, XII, 151-161.)

2341. KAWAI, A., YOSHIDA, Y. et KIMATA, M., 1968, Nitrifying bacteria in the coastal environments. (*Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ.*, XII, 181-194.)

2342. KERR, J. D. et SUBBA RAO, D. V., 1966, Extraction of chlorophyll a from *Nitzschia closterium* by grinding. (*In : Unesco. Monogr. on oceanogr. Methodol.*, 1, 65-69.)

2343. KETCHUM, B. H. et BOWEN, V. T., 1958, Biological factors determining the distribution of radioisotopes in the sea. (*Contrib. Woods Hole Oceanogr.*, nº 968.)

2344. KIERSTEAD, H. A., 1952, Application of radioactivity to oceanography. (*Woods Hole Oceanogr. Inst.*, Ref. nº 52-31.)

2345. KNIGHT-JONES, E. W. et QUASIM, S. Z., 1955, Response of some marine plankton animals to change in hydrostatic pressure. (*Nature*, CLVII, 941-942.)

2346. KO, R., 1957, Spectrochemical analysis of water. (*U. S. Atomic Energy Comm. Rep. HW-48770*, 11 p.)

2347. KOCZY, G., 1950, Weiter Uranbestimmungen an Meerwasserproben. (*Sitz. Ber. Osterr. Akad. Wiss. Math.-Naturw. Kl.*, 2*a*, CLVIII, 113-121.)

2348. KORKISCH, J., THIARD, A. et HECHT, F., 1956, Rapid determination of Uranium in sea and river waters. (*Mikrochim. Acta*, 1422-1430.)

2349. KOSKE, P. H., 1963, Über EMK-Messungen zur Bestimmung von Ionenkonzentration in Meerwasser. (*Kieler Meeresf.*, XIX, 182-188.)

2350. KUZMINA, L. A., 1958, Determination of Uranium, Thorium and Ionium in sea silt. (*Zhur. Anal. Khim.*, XIII, 100-116.)

2351. KUZNETSOV, V. I. et AKIMOVA, T. G., 1958, Organic co-precipitants, Communication nº 8. Coprecipitation of Uranium for its determination in sea water. (*Zhur. Anal. Khim.*, XIII, 79-82.)

2352. KYLIN, A., 1941, Biologische Analyse des Meerwassers. (*Kgl. Fysiol. Sallsk. Lund. Forhandl.*, XI, 217-232.)

2353. LAMB, C. A., BENTLEY, O. G. et BEATTIE, J. M., 1958, Trace elements. New York.

2354. LISON, J., 1968, Distribution, taxonomy and function of heterotrophic bacteria on the sea floor. (*Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ.*, XII, 97-104.)

2354*a*. LORENZEN, C. J., 1966, A Method for the continuous measurement of in vivo Chlorophyll concentrations. (*Deep-Sea Res.*, XIII, 223-228.)

2354*b*. — 1967, Determination of Chlorophyll and pheo-pigments : spectrophotometric equations. (*Limnol. Oceanogr.*, XII, 343-346.)

2354*c*. LOVERGROVE, T., 1966, The determination of the dry weight of plankton and the effect of various factors on the values obtained. (*In* BARNES, H., *Some Contemporary Studies in marine Science*, 429-467.)

2355. LUCAS, C. E., 1958, External metabolites and productivity. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 155-158.)

2355*a*. MCISAAC, J. J. et OLUND, R. K., 1971, An automated extraction procedure for the determination of Ammonia in sea water. (*Investigaç. Pesq.*, XXXV, 221-232.)

2355*b*. MARGALEF, R., 1968, Perspectives in Ecological theory. Chicago, 111 p.

2355*c*. MARGALEF, R. et ESTRADA, M., 1971, Simple approaches to a pattern analysis of phytoplankton. (*Investigaç. Pesq.*, XXXV, 269-297.)

2356. MENIGAUX, A., 1905, Les laboratoires maritimes. Le Laboratoire maritime de Wimereux. (*Bull. Inst. gén. psychol.*, V, nº 6, 19 p., 7 pl.)

2357. MODEL, F., 1955, Isotope und Ozeanographie. Ein Literaturbericht. (*Dtsch. Hydrogr. Ztschr.*, VIII, 203-206.)

2358. MOMMAERTS, J. P., 1969, Données sur l'écologie de l'estuaire du Tamar (Plymouth). (*Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, XLV, 22, 24 p.)

2359. NEUMANN, G. et BUBLITZ, G., 1969, Seegrunduntersuchungen im Westlichen Teil der Oder-Bucht. (*Beitr. Meeresk. Dtschl.*, nº 24-25, 81-109.)

2359*a*. NIVAL, P., 1971, Problèmes posés par la conception d'un modèle de variations annuelles de la chlorophylle en un point d'une zone côtière (Villefranche-sur-Mer). (*Investigaç. Pesq.*, XXXV, 351-360.)

2360. ODUM, H. T., 1957, Strontium in natural waters. (*Publ. Inst. mar. Sci.*, IV, 22-37.)

2361. OREN, O. H., 1952, Tables for computation of Sigma-t for salinities from 38.00 °/₀₀ to 41.00 °/₀₀ and for temperatures from 13.00 to 31.00 °C. (*F. A. O. Gen. Fish. Counc. Medit., Pt. 2., Techn. Doc.*, pp. 50-65, Roma.)

2362. OTTERSTROM, D. V. et STEEMAN-NIELSEN, E., 1939, To Tilfaelde af omfattende Dodelighed hos Fisk foraarsaget af Flagellaten, *Prymnesium parvum*. (*Rep. Danish Biol. Stat.*, XLIV, 1-24.)

2362*a*. PACKARD, T. T., BLASCO, D., MCISAAC, J. J. et DUGDALE, R. C., 1971, Variations of Nitrate reductase activity in marine phytoplankton. (*Investigaç. Pesq.*, XXXV, 209-219.)

2363. POLL, M., 1947, Faune de Belgique. Poissons marins. Bruxelles, 452 p., 267 fig.)

2363*a*. ROBERTSON, D. E., 1969, Role of contamination in trace element analysis of sea water. (*Anal. Chem.*, XL, 1067-1072.)

2364. RONA, E., GILPATRICK, L. O. et JEFFREY, L. M., 1956, Uranium determination in Sea water. (*Trans. Amer. Geophys. Un.*, XXXVII, 697-701.)

2365. ROSSUM, J. R. et VILLARRUZ, P. A., 1960, Suggested method for iodine determination. (*Journ. Am. Wat. Wks. Assoc.*, LII, 919.)

2366. SAUERWAIN, C., 1903, L'océanographie. (*Soc. Océanogr. Golfe de Gascogne*, 37 p.)

2367. SCHMIDT, H. et STAUDINGER, H., 1955, Papierchromatographische Bestimmung von Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure. (*Biochem. Z.*, CCCXXVI, 343-349.)

2368. SHILO (SHELUBSKY), M. et ASCHNER, M., 1953, Factors governing the toxicity of the phytoflagellate *Prymnesium parvum*. (*J. gen. Microbiol.*, VIII, 333-343.)

2369. SHILO, M. et ROSENBERGER, R. F., 1960, Studies on the toxic principles formed by the Chrysomonad *Prymnesium parvum* CARTER. (*Am. N. Y. Acad. Sci.*, XC, 866-876.)

2370. SCIENTIFIC COMMITTEE ON OCEANIC RESEARCH (SCOR), 1966, Determination of photosynthetic pigments. (*In* : *Unesco. Monogr. on oceanogr. Methodol.*, 1, 9-18.)

2371. SCOTT, F. et EHREHARDT, M., 1969, On fluctuations and mean relations of chemical parameters in the northwestern North Sea. (*Kieler Meeresf.*, XXV, 272-278.)

2372. STARIK, I. E. et LOLYADIN, L. B., 1957, The conditions of occurrence of Uranium in ocean water. (*Geokhimya*, 204-213, Leningrad.)

2373. STEEMAN-NIELSEN, E., 1958, A survey of recent Danish measurements of the organic productivity in the sea. (*R. P. V. Cons. int. expl. mer*, CXLIV, 92.)

2374. STEWART, D. C. et BENTLEY, W. C., 1954, Analysis of Uranium in sea water. (*Science*, CXX, 50-51.)

2374*a*. STRICKLAND, J. D. H. et SOLORZANO, L., 1966, Determination of monoesterase hydrolysable Phosphate and Phosphomonoesterase activity in sea water. (*In* BARNES, H., *Some Contemporary Studies in Marine Science*, 665-674.)

2375. STROHECKER, R., HEIMAN, W. et MATT, F., 1955, Zur quantitative Bestimmung der Ascorbinsäure auf Papierchromatographischen Wege. (*Z. analyst. Chem.*, CXLV, 401-417.)

2376. TABLES SEA WATER, 1952, Tables for sea water density. (*U. S. Navy Hydrographic Office publications*, nº 615.)

2376*a*. VIVES, F., 1971, L'affleurement d'eau sur la côte catalane et les indicateurs biologiques (Copépodes). (*Investigaç. Pesq.*, XXXV, 161-169.)

2377. WATSON, S. W., 1968, Marine nitrifying bacteria. (*Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ.*, XII, 179-180.)

2378. WIMPENNY, R. S., 1938, Diurnal variation in the feeding and breeding of zooplankton related to the numerical balance of the zoo-phytoplankton community. (*J. Cons. int. expl. mer*, XIII, 323-336.)

2379. ZHUKOVSKY, G. R., 1953, Oceanography. (*Vodtransizdat*, Moscou.)

2380. ZOBELL, C. E., 1968, Bacterial life in the deep sea. (*Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ.*, XII, 77-96.)

INDEX SYSTEMATIQUE (*)

OCEANOGRAPHIE.

Généralités. Traités.

ANDERS, E., 21.
BAAS-BECKING, L. M. G., 98.
BALDWIN, E., 107.
BARNES, H., 121, 2285, 2286.
BARNES, T. C. & coll., 124.
BIGELOW, H. B., 164.
BOGUSLAWSKI, G. VON, 180.
BOUTAN, L. & coll., 202.
BRUNS, E., 251, 252.
BUZZATI-TRAVERSO, A. A., 290.
CARRITT, D. E., 310.
CLEMENS, W. A., 2314.
CLEMENTS, F. E. & coll., 370.
CLERC-RAMPAL, C., 372.
CONWAY, E. J., 411.
CZENSNY, R., 466.
DAHLBERG, G., 468.
DEACON, C. E. R., 484*.
DEFANT, A., 491.
DEMANGEON, A., 499.
DE MARTONNE, A., 500, 501.
DE ROUVILLE, A., 504.
DE TONI, G. B., 506.
DIETRICH, G. & coll., 519.
FOMIN, L. M., 2329*.
FOWLER, G. H., 631.
FRANCIS-BŒUF, Cl., 641.
FRITSCH, F. E., 647, 648.
GOULD, R. F., 2332*a**.
GRIMPE, G. & coll., 786.
GROEN, P., 2335.
HARVEY, H. W., 844, 856, 859.
HERDMAN, W. A., 891, 894.
HESSE, R. & coll., 899.
HERTLING, H., 900.
HEURCK, H., VAN, 903, 904, 905, 906.
HILL, M. N., 912*.
HOEK, P. P. & coll., 922.
HOGDALL, O. T., 928*.
JOHNSTONE, J., 1029, 1030.
JOHNSTONE, J. & coll., 1031.
KALLE, K., 1056.
KIERSTEAD, H. A., 2344.
KING, C. A. M., 1110*.
KINNE, O., 1113*.
KLUT, H. & coll., 1122.
KNUDSEN, M., 1126.
KOCH, O. & coll., 1142*.
KOLTHOFF, J. M. & coll., 1151, 1152, 1153.
KRISS, A. E., 1187*.
KRUMMEL, O., 1199, 1201.
KUDO, R., 1202.
KUENEN, P. H., 1203.
KUTZING, F. T., 1211.
LAEVASTU, T., 1222*.
LEGENDRE, R., 1278, 1279, 1282.
MATTHEWS, D. J., 1431.
MERO, J. L., 1445*.
MERZ, A., 1447.
MEUNIER, S., 1453.
MICHAELIS, L., 1459, 1460.
MISLOWITZER, E., 1472.
MIYAKE, Y., 1478.
MURRAY, J., 1520.
NATHANSON, A., 1529.
PERES, J. M., 1626*.
PIA, J., 1644.
POLIKARPOV, G. G., 1655*.
PRATJE, O., 1668.
PRENANT, M., 1671.
REINECK, H. E., 1731*.
RICHARDS, F. A., 1752*.
RILEY, J. P. & coll., 1774*.
ROMANOVSKY, V. & coll., 1799.
ROUCH, J., 1816, 1817.
RUSSELL, F. S. & coll., 1828.
SCHLEIDEN, M. J., 1859.
SCHULZ, B., 1881.
SEARS, M., 1905.
SMEZINSKY, V. A., 1938.
SMITH, G. M., 1940.
SVERDRUP, H. U., 2024.
TESCH, J. J., 2049.
THOMPSON, T. G. & coll., 2074.
THOULET, J., 2086, 2088.
VALLAUX, C., 2114, 2115, 2116.

(*) Les numéros d'ordre munis d'un astérisque correspondent à des travaux publiés depuis 1960. Le lecteur reconnaîtra ainsi immédiatement les publications récentes.

VERNADSKY, W., 2128.
WAKSMAN, S. A., 2140.
WURMSER, R., 2242.
ZHUKOSKY, G. R., 2379.

Historique.

ANDERS, E., 21.
CAPART, A., 300*.
CHARLIER, R. H. & coll., 332*.
DEBAISIEUX, P., 485, 486.
GILSON, G., 695, 697, 699, 700.
HERDMAN, W. A., 894.
KENT, P. E., 1093*.
STEUER, A., 1996.

Conseil permanent.

DRECHSEL, C. F., 538.
GILSON, G., 696, 698.
MINISTERE AGRICULTURE, 1470.
SABROU, L. G., 1837.

Notices.

CAPART, A., 300*.
DEBAISIEUX, P., 486.
LE GRAND, Y., 1287.
STRAELEN, V., VAN, 2003.
VERLEYEN, E. J. B., 2126, 2127.

Stations biologiques.

BENEDEN, E., VAN, 147.
GILSON, G., 699, 700.
MENIGAUX, A., 2356.

Croisières.

BELLOC, C., 142.
BOHNECKE, G., 187.
CASTRACANE, A., 322.
DANGEARD, P. A., 474.
DOLLFUS, R. Ph., 527.
SCHOTT, J., 1868.
SCHULZ, B., 1888.

Géographie.

ACKERMANN, K., 2.
ANDERS, E., 21.
BRIQUET, A., 237, 239.
DEMANGEON, A., 499.
DE MARTONNE, A., 500, 501.
DUDLEY-STAMP, L., 545, 546.
FRANCIS-BŒUF, Cl., 641.
GREGORY, J. W., 776, 777, 778.
GRIPP, V., 793.
GROEN, P., 2335.
INTERNAT. HYDROGR. BUR., 963.
JUKAS-BROWNE, A. J., 1047.
KRUMMEL, O., 1200.
LE DANOIS, E., 1261.
MERZ, A., 1447.
PRATJE, O., 1669.
REINECK, H. E., 1731*.
ROMANOVSKY, V. & coll., 1799.
SCHLEIDEN, M. J., 1859.
SCHULZ, B., 1881.
STAMP, E. D., 1968.
TESCH, J. J., 2049.

Géologie.

BRIQUET, A., 237, 238, 239.
CHARLESWORTH, J. K., 331.
CHAVE, K. E., 341*.
COLLETTE, B. J., 401, 402*.
CRAWSHAY, L. R., 449.
DANGEARD, L., 469, 470, 471.
DINGWALL, R. G., 2323*.
DONOVAN, D. T. & coll., 530*.
GEIGER, M. E. & coll., 678*.
GRIPP, V., 793.
HEYBROEK, P. & coll., 910*.
HINZ, K., 914*.
HORN, A. VON, 938.
HORNABROOK, J. T., 2339*.
JACOBS, G., 998.
JOHNSON, M. A. & coll., 1016*.
KENT, P. E. & coll., 1092*, 1093*, 1094*, 1095*.
KENT, P. E. & coll., 1096*.
KING, W. B. R., 1112.
KUPPERS, N., 1209.
LARSONNEUR, C. & coll., 1233*.
LEGRAYE, M., 1288.
MEUNIER, S., 1453.
MIERLO, C. J., VAN, 1465, 1466.
NEUMANN, G., 2359*.
OELE, E., 1548*.
PRATJE, O., 1669, 1670.
RUBEY, W. W., 1819.
SORGENFREI, Th., 1953*.
STOCKS, T., 1998.
TESCH, J. J., 2048.
TESCH, P., 2051, 2053.
TESCH, P. & coll., 2054.
UMBGROV, J. H. H., 2107.
WORTH, R. H., 2238.

Roches et sédiments.

APSTEIN, C., 31.
BAAK, J. A., 92, 93, 94.
BASTIN, A., 126*.
BEHRE, K. H., 2287*.
BERTHOIS, L., 160, 161.
BERTHOIS, L. & coll., 162.
BOERSMA, J. R., 176*.
BORLEY, J. O., 194.

BOURCART, J., 200.
BROCKMANN, C., 242, 243.
BROUARDEL, J. & coll., 245.
CAILLEUX, A., 294.
CRAWSHAY, L. R., 449.
CROMMELIN, R. D., 452.
EDELMAN, C. H., 561.
ERENS, A., 583.
GROOT, A. J., DE, 795*.
HALLEZ, P., 816.
HORN, A. VON, 938.
HOUBOLT, J. J. H. C., 941*.
JARKE, J., 1001.
KUPPERS, N., 1209.
LALOU, C., 1225.
LANGERAAR, W., 1230*.
LENZ, J., 1297*.
LUCAS, J., 1343, 1344.
LUDENS, K., 1346, 1347.
MIERLO, C. J., VAN, 1465, 1466.
NEUMANN, G., 2359*.
PRATJE, O., 1668.
REINECK, H. E., 1730*, 1731*.
RENARD, A. F., 1736.
RENAUD, J., 1737.
SASS, E., 1847*, 1848*.
SCHAFER, N., 1856.
STRAATEN, L. M. J., VAN, 2002*a**.
TESCH, J. J., 2048, 2050.
TESCH, P., 2052.
TESCH, P. & coll., 2054.
VEEN, J., VAN, 2120, 2121, 2122, 2123.
VOELCKER, I., 2135.
WAKSMAN, S. A. & coll., 2153.
WARTEL, S., 2161*.
WATTENBERG, H., 2174.
WETZEL, W., 2201.

Géophysique.

BUNGENSTOCK, H. & coll., 280*.
COLLETTE, B. J., 402*.
COOK, E., 414*.

Evaporation.

HARVEY, H. W., 840.

Géochimie.

BOWEN, V. T. & coll., 2297.
BULJAN, M., 2304.
CLARKE, F. W., 361, 362.
CONWAY, E. J., 411, 412.
GOLDBERG, E. D., 717, 718.
GOLDSCHMIDT, V. M. & coll., 726, 727.
HEIDE, F. & coll., 2337.
HUTCHINSON, G. E., 953.
KOCZY, F. F. & coll., 1145.

Océanographie régionale.

Fluctuations des niveaux, courants et marées. Statique et dynamique.

ALLARD, P., 10.
BOHNECKE, G., 183, 185.
BOWMAN, A., 204.
BRUNS, E., 251, 252.
CARRUTHERS, J. N., 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318.
CHABERT D'HIERES, G. & coll., 325*.
CLEVE, P. T. & coll., 391.
DEFANT, A., 490, 492.
DE ROUVILLE, A., 504.
DEVOIR, A., 511.
DIETRICH, G., 517, 518.
DORRESTEIN, R., 531*.
FEDOROV, K. N., 597*.
FULTON, T. W., 655.
GEHRKE, J., 676.
GILSON, G., 694.
HELDT, H., 868.
JACOBSEN, J. P., 991.
KNUDSEN, M., 1135.
LACOMBE, H., 1221.
LAWFORD, A. L., 1236.
LE DANOIS, E., 1250, 1251, 1252, 1253, 1254. 1255, 1256, 1257, 1258, 1259, 1260, 1261,
LEE, A., 1262*.
LELOUP, E., 1290*.
MEZ, A., 1456.
MIERLO, C. J., VAN, 1464.
PETIT, M., 1631.
RIEDL, R., 1757*.
RILEY, G. A., 1765.
ROOSENDAAL, A. M., VAN & coll., 1802.
SAGER, G., 1840*, 1841*.
SCHUBERT, O. V., 1872.
SCHULZ, B., 1875, 1880, 1882, 1887, 1888, 1889.
STERNECK, R., 1992.
STOMMEL, H., 2000.
TAIT, J., 2037, 2038.
THORADE, H., 2082, 2083, 2084, 2085.
THOULET, J., 2087.

Hydrographiques (relevés).

BEAUGE, L., 135.
BELLOC, C., 142.
BOHNECKE, G. & coll., 189.
BRAARUD, T. & coll., 211.
CUSHING, D. H., 463*.
EGGVIN, J., 564.
FILARSKI, J., 603*.
GILSON, G., 691, 692, 693.
GOEDECKE, E., 710.
GRAN, H. H., 748.
HARVEY, H. W., 839, 846, 849.

JACOBSEN, J. P., 990, 991.
JEE, E. C., 1003.
KNUDSEN, M., 1125, 1126, 1127, 1128, 1129, 1130, 1131, 1132, 1133, 1134, 1135, 1136, 1137, 1138.
KNUDSEN, M. & coll., 1139.
LAEVASTU, T., 1222*.
LEBEDINZEW, A. A., 1237.
LEGENDRE, R., 1266.
LUMBY, J. R., 1348, 1349, 1350.
MATTHEWS, D. J., 1427, 1428, 1429.
MERZ, A., 1446.
MIELCK, W., 1463.
MITTELSTAEDT, E., 1477*.
NANSEN, F., 1523.
NATHANSON, A., 1531.
OTTO, L. & coll., 1584*.
PETTERSSON, H. & coll., 1639.
POSTMA, H., 1659.
RAMSTER, G. M. & coll., 1717*.
RIEL, P. M., VAN, 1758, 1759.
ROBERTSON, A. J., 1786.
ROUCH, J., 1815.
RUSSELL, F. S., 1827.
SAGER, G., 1840*, 1841*.
SCHODDUYN, R., 1863.
SCHOTT, E., 1866*.
SCHOTT, G., 1867.
SCHOTT, J., 1868.
SCHULZ, B., 1877, 1880, 1888, 1889.
STOK, J. P., VAN DER, 1999.
SUDRY, L., 2012.
SUND, O., 2017.
SWEERS, H. E., 2027*.
TAIT, J., 2040.
THOMSEN, H., 2081*.
TIJSSEN, S. B., 2089*.
TOMCZEK, G., 2094*.
UTTERBACK, C. L. & coll., 2111.
VERPLOEGH, G., 2130.
WEGEMANN, G., 2190.
WUST, G., 2243.
ZORELL, F., 2273.

Eau de mer.

Propriétés physiques.

BARNES, T. C. & coll., 124.
COOPER, L. H. N., 435, 437.
COX, R. A., 447*.
COX, R. A. & coll., 448*.
CUNNINGHAM, J. T., 457*a*.
EKMAN, V. W., 574, 575.
FOX, O. J. J., 632, 633, 634, 635, 636.
GREE, E. J. & coll., 769*, 770*.
GUNTELBERG, E. & coll., 810.
HASTINGS, A. B. & coll., 864.
HASZELDINE, R. N. & coll., 865.
HENDERSON, L. J. & coll., 876.
JACOBS, W., 988.
JERLOV, N. G., 1011*.
KAUKO, Y., 1084, 1085, 1086.
KESTER, D. R. & coll., 1098*.
KNUDSEN, M., 1127, 1130, 1131, 1138.
KRUMMEL, O., 1198.
MATTHEWS, D. J., 1432.
MICHAELIS, L., 1459, 1460.
MITCHELL, P. H. & coll., 1473.
MOSETTI, F., 1502*.
RITTLER, L., 1783.
SILLEN, L. G., 1923*.
STENIUS, S., 1991.
SVERDRUP, H. U., 2021.

Couleur et transparence.

BLACK, A. P. & coll., 166*, 167*.
CHASSEMI MASOOD & coll., 333*.
CHRISTMAN, R. F., 353*.
CHRISTMAN, R. F. & coll., 354*.
JOSEPH, J., 1045.
KALLE, K., 1055, 1058, 1065*.
KREY, J., 1181*.
KRUMMEL, O., 1197.
LAMAR, W. L., 1226*.
LEE, A. J. & coll., 1263*.
OTTO, L., 1583*.
PACKHAM, R. F., 1588*.
PETTERSSON, H., 1634, 1635, 1636, 1637, 1638, 1640.
SABARIEGOS, M. G., 1836.
SMITH, R. C., 1942*.

Lumière et radiations.

ATKINS, W. R. G., 67, 70.
ATKINS, W. R. G. & coll., 75, 81.
BECACOS-KONTOS, T. & coll., 136*.
BECHER, S., 137.
BERNHARDT & coll., 157.
CLARKE, F. W., 363, 364.
CLARKE, G. L. & coll., 366, 367.
CLARKE, G. L. & coll., 368.
COURMONT, J. & coll., 443.
COX, C. & coll., 2317.
CURRIE, R. I., 460*.
CZEPA, O., 467.
DERA, J. & coll., 503*.
DIETRICH, G., 512.
GABRIELSEN, E. K. & coll., 657.
GOLDMAN, C. R. & coll., 724*.
GRAHAM, M., 743.
GRAND, Y. LE, 764.
GUNKEL, W., 809*.
HELLEBUST, J. A., 873*.
HULBURT, E. O., 945.

HUNTSMAN, A. G., 948.
IVANOFF, A., 985.
JERLOV, N. G., 1010, 1011*.
JOHNSON, N. G. & coll., 1017.
JONES, D. & coll., 1033.
JOSEPH, J., 1045.
JOSEPH, J. & coll., 1046.
KLUGH, Z. B., 1119, 1120, 1121.
KNUDSEN, M., 1136.
KREY, J., 1174.
KRÜMMEL, O., 1197.
LECOMPTE, P., 1249*.
MOREL, S. A., 1493*.
MOSBY, H., 1501.
OTTO, L., 1583*.
PETTERSSON, H., 1634, 1635, 1636, 1637, 1638.
POOLE, H. H. & coll., 1556.
POWELL, W. M. & coll., 1664.
SMITH, R. C., 1942*.
STEEMAN-NIELSEN, E. & coll., 1987.
UTTERBACK, C. L., 2110.
VERCELLI, F., 2124.
VISSER, M. P., 2132*.
WHITNEY, L. V., 2203.
YENTSCH, C. S. & coll., 2247*.
YOUNG, R. T., 2254.

Turbulence.

ATKINS, W. R. G., 52.
DEFANT, A., 2322.
DIETRICH, G., 518.
JACOBSEN, J. P., 991.

Suspension (Matières en).

ARMSTRONG, F. A. J. & coll., 40.
BATOOSINGH, E. & coll., 127*.
BRAND, T., VON, 214.
BRANDT, K., 225, 226.
COOPERT, L. H. N., 434,
HANAKOA, L., 821.
HOLM-HANSEN, O., 931*.
JACOBS, M. B. & coll., 989*.
JERLOV, N. G., 1010.
JOSEPH, J., 1045.
KREY, J., 1177.
OTTO, L., 1583*.
SHELDON, R. W. & coll., 1917*.
TALBOT, J. W. & coll., 2041*.
YERLOV, N. G., 2250.

Température.

ATKINS, W. R. G. & coll., 77, 79.
BOHNECKE, G., 186.
BOHNECKE, G. & coll., 188.
BUCH, K., 258.
DEUTSCHE SEEWARTE, 507.
DIETRICH, G., 514, 515, 516.
DOBROLONSKY, S. V., 525.
EKMAN, V. W., 575.
EVERDINGEN, E., VAN & coll., 588.
GESSNER, F., 685*.
HARVEY, H. W., 840.
HUTCHINS, L. W., 950.
JACOBSEN, J. P., 992, 993, 994.
LEGENDRE, R., 1266, 1281.
STOK, J. P., VAN DER, 1999.
VERPLOEGH, G., 2130.

Thermocline.

BULJAN, M., 2305.
DIETRICH, G., 516.
MUNK, W. H. & coll., 1515.

Eau de mer. Propriétés chimiques.

BACKS, 100.
BARNES, H., 2282, 2283, 2284.
BARNES, T. C. & coll., 124.
BUCH, K., 266.
COOPER, L. H. N., 437.
CULKIN, F., 455*.
CULKIN, F. & coll., 456*.
DEACON, C. E. R., 484*.
DITTMAR, W., 523.
DUEDALL, I. W. & coll., 547*.
ESPIL, L., 587.
FORCHHAMMER, G., 626.
GOLDBERG, E. D., 719*, 720*.
IGELSRUD, I. & coll., 960.
IRVINE, R. & coll., 964.
IRVING, L., 965, 966, 967.
JENTOFF, R. E., 1009.
KALLE, K., 1056.
LEGENDRE, R., 1284.
LIPMAN, C. B., 1310.
LYMAN, J. & coll., 1358.
MATSUDAIRA, Y. & coll., 1425.
MICHAELIS, L., 1459, 1460.
MITCHELL, P. H. & coll., 1473.
MIYAKE, Y., 1478.
MORCOS, S. A., 1492*.
REDFIELD, A. C., 1725.
RILEY, J. P. & coll., 1774*.

Eau de mer. Constantes.

BEIN, W. & coll., 140, 141.
BIBRA VON, 163.
CHEVALLIER, M., 344.
COX, R. A. & coll., 448*.
FORCH, C. & coll., 623, 624.
FOX, O. J. J., 633, 634, 635, 636.
GREE, E. J. & coll., 769*, 770*.
KNUDSEN, M., 1127, 1130, 1131.
MATTHEWS, D. J , 1432.

MÖLLER, L., 1485.
MONTGOMERY, R. B. & coll., 1486.
STENIUS, S., 1991.
SUND, O., 2017.
TABLES, 2376.
THOMPSON, T. G. & coll., 2070, 2071, 2078.
UTTERBACK, C. L., 2110.

Unités d'expression des analyses. Rapports entre ions.

BEIN, W., 2288.
BRUJEWICZ, S. W., 2302.
CARTER, N. M., 319, 2310.
CHEVALLIER, M., 344.
COX, R. A. & coll., 448*.
GOULD, R. F., 2332*a**.
JACOBSEN, J. P., 997.
JENTOFF, R. E. & coll., 1009.
KALLE, K., 1051.
KNUDSEN, M., 1134, 1138.
MORRIS, A. W., 1498*.
RILEY, J. P. & coll., 1777*.
RUPPIN, E., 1822.
THOMAS, B. D. & coll., 2059.
THOMPSON, T. G. & coll., 2070, 2071.
TULLY, J. P., 2103.
UTTERBACK, C. L., 2110.

Modèles mathématiques.

FEE, E. J., 599*.
GRILL, E. V., 785*.
RILEY, G. A., 1768*.
WILLIAMS, J., 2208*.

Modèles chimiques.

SZEKIELDA, K. H., 2033*, 2035*, 2036*.

Salinité.

BOHNECKE, G., 183, 184, 186.
BRAARUD, T., 207.
CARTER, N. M. & coll., 319.
CHAUCHARD, P., 339.
CHEVALLIER, M., 344.
COX, R. A. & coll., 448*.
D'ARCY THOMPSON, W., 479.
DYRSSEN, D. & coll., 558*.
FONTAINE, M., 621, 622.
FORCH, C. & coll., 623, 624.
GOEDECKE, E. & coll., 713*.
HINDMAN, J. C. & coll., 913.
JACOBSEN, J. P., 992, 993, 994.
JACOBSEN, J. P. & coll., 996.
JOHNSTON, R., 1027*.
KEYS, A. B., 1104.
OREN, O. H., 2361.
OXNER, M., 1585.
PETTERSSON, H., 1639.
REDEKE, H. C., 1723.
ROBERTSON, A. J., 1786.
ROCHE, E., 1795.
SCHOTT, E., 1866*.
SCHULZ, B., 1886.
SERVICE, H. H., 1914.
STOTT, V., 2001.
SUGIURA, Y., 2015*.
TAIT, J., 2039, 2040.
THOMPSON, T. G., 2063, 2079.
THOULET, J., 2087.
VLES, F., 2134.
WAGNER, A., 2136.
WENNER, F. & coll., 2195.
WEST, L. E. & coll., 2198.

Chimie.

ALLEN, L. J., 13.
ANDERSON, L. J. & coll., 24.
ARMSTRONG, F. A. J. & coll., 41*.
ARMSTRONG, F. A. J. & coll., 43*.
ATKINS, W. R. G., 65.
BACKS, 100.
BALDWIN, E., 107.
BARNES, H. B., 2286.
BRUJEWICZ, S. W., 2301, 2302.
BUCH, K., 266.
BULJAN, M., 2304.
BURNS, R. B., 283*.
CARTER, N. M. & coll., 320.
CHAVE, K. E., 341*.
CONWAY, E. J., 411.
COOPER, L. H. N., 435, 437.
CZENSNY, R., 466.
DEACON, C. E. R., 484*.
DUURSMA, E. K. & coll., 556*.
EICHHOLZ, G. G., 571*.
ESPIL, L., 586, 587.
GIBB, T. R. P., 686.
HASZELDINE, R. N. & coll., 865.
HENDERSON, L. J. & coll., 876.
HOOD, D. W., 936*.
IRVINE, R. & coll., 964.
IRVING, L., 955, 956, 967.
ISHIDA, R., 983.
JACOBSEN, J. P., 996, 997.
JACOBS, G., 998.
KOSKE, P. H., 2349*.
LEGENDRE, R., 1284.
LIPMAN, C. B., 1310.
LUNDEGARDH, H., 1353.
LYMAN, J., 1356, 1357.
LYMAN, J. & coll., 1358.
MARTIN, D. F., 1417*.
MEEL, L., VAN, 1436, 1440*.
MORCOS, S. A., 1492*.

Sillen, L. G., 1923*, 1924*.
Sousa, A., De, 1957.
Splittberger, A. & coll., 1966.
Sutcliffe, W. H. & coll., 2020*.
Thompson, T. G. & coll., 2074.
Tully, J. P., 2103.

pH.

Atkins, W. R. G., 46, 47, 49, 53.
Ball, E. G. & coll., 108.
Barbaudy, J., 115.
Bohn, G. & coll., 182.
Buch, K., 254, 257, 258, 261, 267.
Buch, K. & coll., 273.
Byck, H. T., 291.
Culberson, C. & coll., 453*.
Culberson, C. & coll., 454*.
Goulston, D., 736.
Ibanez, O. G., 956.
Kandler, R., 1071.
Kreps, E., 1166.
Kylin, H., 1212.
Labbé, A., 1214, 1218, 1219, 1220.
Lami, R., 1227.
Legendre, R., 1270, 1271, 1272, 1275, 1277.
McClendon, F. J., 1363, 1364.
McClendon, F. J. & coll., 1366.
Michaelis, L., 1458.
Miller, R. C., 1467.
Mislowitzer, E., 1472.
Mitchell, P. H., 1475.
Mitchell, P. H. & coll., 1473, 1475.
Moberg, E. G. & coll., 1482.
Palitzsch, S., 1589, 1590, 1591, 1592, 1593.
Pytkowicz, R. M., 1689*, 1691*.
Pytkowicz, R. M. & coll., 1693*.
Revelle, R., 1743.
Schwabe, K., 1901.
Sorensen, S. P. L. & coll., 1951, 1952.

Réducteur (pouvoir).

Chauchard, P., 337, 338.
Chauchard, P. & coll., 340.
Clark, W. N., 360.

Chimie analytique.

Allen, L. J., 13.
Anderson, L. J. & coll., 24.
Armstrong, F. A. J., 34, 39*.
Atkins, W. R. G., 66, 68, 69.
Atkins, W. R. G. & coll., 82.
Bachmann, R. W. & coll., 99.
Ball, E. G. & coll., 108.
Ballester, A., 110*.
Bardet, J. & coll., 116, 117.
Barnes, H. & coll., 122.
Beale, R. N. & coll., 133*.
Bean, R. C. & coll., 134.
Bendschneider, A. & coll., 145.
Ben-Yaakov, S. & coll., 149*.
Berger, F., 150.
Bjerrum, N., 165.
Blom, J., 171.
Bogdanov, Yu & coll., 177*.
Bougis, P., 199*.
Brand, T. von & coll., 217.
Brandt, K., 224, 226.
Brewer, P. G. & coll., 230* 231*.
Bruce, J. R., 247.
Brujewickz, S. W., 248.
Brujewickz, S. W. & coll., 249.
Bryson, L. & coll., 253.
Buch, K., 259, 267, 270.
Buch, K. & coll., 274.
Budesinky, B. & coll., 278*.
Buljan, M., 279.
Calkins, V. P., 296.
Camps Mestre, J. M. & coll., 298*.
Carlucci, A. F. & coll., 306*.
Carpenter, J. J., 308.
Carritt, D. E., 309, 310.
Carter, N. M. & coll., 320.
Chamberlain, W. & coll., 326*.
Chan, K. & coll., 327*.
Chan, K. M. & coll., 328*, 329*, 330*.
Chau, Y. K. & coll., 336*.
Chow, T. J., 347.
Chow, T. J. & coll., 348*.
Chow, T. J. & coll., 350, 351, 352.
Christman, R. E., 353*.
Chuecas, L. & coll., 356*.
Chuilo, V. T., 357.
Collier, A., 403.
Collins, P. & coll., 406*.
Cooper, L. H. N., 415, 416, 419, 431.
Corliss, J. T., 441*.
Cox, R. A. & coll., 448*.
Culberson, C. & coll., 454*.
Czensny, R., 466.
Deacon, C. E. R., 484*.
Desgrez, A. & coll., 505.
Dippel, W. A. & coll., 522.
Doughty, H. W., 535.
Droop, M. R., 541.
Dubravcic, M., 544.
Dussart, B. & coll., 552.
Dyrssen, D., 557*.
Dyrssen, D. & coll., 558*.
Dyrssen, D. & coll., 559*.
Edmond, J. M., 562*.
Ehrhardt, M., 570*.
Ernst, T. & coll., 584.
Fabricand, B. P. & coll., 590*.
Fernandez, A. & coll., 601*.

FISHMAN & coll., 609*.
FOMINA, L. S., 620*.
FORSTER, W. & coll., 627*, 628*.
FOULCKE, C. W. & coll., 629.
FRAGA, F., 640*.
FUKAI, J., 652.
FUKAI, R., 653*.
FUKAI, R. & coll., 654*.
GAD-ANDRESEN, K. L., 658.
GAHLER, A. R., 660.
GAST, J. A. & coll., 669.
GIBB, T. R. P., 686.
GIGUERE, P. A. & coll., 687.
GILBRICHT, M., 688, 689*.
HACER, S. W. & coll., 2335*a**.
HATCHER, J. T. & coll., 866.
HEAD, P. C. & coll., 867*.
HENRIKSEN, A., 878*, 879*.
HERNEGGER, F. & coll., 895.
HERRMANN, R. & coll., 897*.
HEWITT, E. J. & coll., 908*.
HIDCHIRO, GOTO & coll., 911.
HINDMAN, J. C. & coll., 913.
HITCHCOCK, R. D. & coll., 915.
HJORT, J. & coll., 916.
HOAK, R. D., 917*.
HOLM-HANSEN, O., 931*.
HOLM-HANSEN, O. & coll., 933*.
HOSAHARA, K., 939*.
HOSAHARA, K. & coll., 940*.
HUMMEL, R. W., 946.
IBANEZ, O. G., 956, 957, 958.
ICKEN, J. M. & coll., 959.
IGELSRUD, I. & coll., 960.
IGELSRUD, I. & coll., 961.
IKEDA SHIGERO, 962.
IRVING, H. M. & coll., 968.
ISAEVA, A. B., 969.
ISHIBASHI, M., 970.
ISHIBASHI, M. & coll., 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978*, 979*, 980*, 981*, 982.
IWASAKI, I., 986.
JACOBSEN, J. P. & coll., 995.
JEAN, M., 1002.
JEFFREY, S. W., 1006*.
JEWSBURY, A. & coll., 1012.
JOHNSTON, J., 1019.
JOHNSTON, R., 1026*, 1027*.
JONES, P. J. W. & coll., 1034*.
KALLE, K., 1049, 1050, 1051, 1052, 1954.
KAMATANI AKIYOSHI & coll., 1067*.
KARSTEN, P. & coll., 1079.
KATO KIKUO & coll., 1081*.
KATO, T., 1083.
KAY, H., 1087.
KETCHUM, B. H. & coll., 1103.
KEYS, A. B., 1104.
KIM, Y. S. & coll., 1109*.
KIRK, P. L. & coll., 1114.
KNUDSEN, M., 1137, 1138.
KO, R., 2346.
KOBROVA, M., 1141.
KOCH, O. G. & coll., 1142*.
KOLTHOFF, J. M. & coll., 1151.
KOLTHOFF, J. M., & coll., 1152.
KOLTHOFF, J. M. & coll., 1153.
KOMATU, S. & coll., 1154.
KOROLEFF, F., 1156, 1157.
KOVALEVA, K. N. & coll., 1159.
KOVARIC, M. & coll., 1160.
KREPS, E., 1167.
KREY, J., 1170, 1180, 1182.
KRISHNAMOORTHY, T. M. & coll., 1183*.
KRISTALEV, P. V. & coll., 1189.
KROGH, A., 1194.
KROGH, A. & coll., 1195.
LANDINGHAM, J. VAN, 1228.
LANGE, B., 1229.
LEE, G. F. & coll., 1264*.
LEGENDRE, R., 1273, 1274, 1280, 1282.
LENHER, V. & coll., 1296.
LEROY, M., 1299*.
LOPEZ-BENITO, M., 1325*, 1326*.
LUNT, E. & coll., 1354.
MACCHI, G. & coll., 1361*, 1362*.
MCKENZIE, F. T., 1375*.
MCNULTY, B. J. & coll., 1379.
MAGIN, F. B., 1380*
MALDURA, C. M., 1385.
MALYUNGA, D. P., 1386.
MARTIN, D. F., 1417*.
MARVIN, K. T., 1418.
MASSEY, H. F., 1419.
MATIDA, Y., 1422.
MATSUDAIRA, C. & coll., 1223.
MATTHEWS, A. D. & coll., 1426*.
MENZEL, D. W. & coll., 1444.
MEYER, H., 1454.
MITCHELL, R. L., 1476*.
MOBERG, E. G. & coll., 1483.
MORRIS, A. W. & coll., 1497*.
MULLER, G. & coll., 1507.
MULLER, R. & coll., 1508.
MULLIN, J. B. & coll., 1511, 1512, 1514*.
MURAKAMI, Y., 1516.
MURPHY, J. & coll., 1517, 1518*.
NEWELL, B. S., 1533*.
NEWELL, B S. & coll., 1534*.
NICHOLAS, D. J., 1535.
NICLOUX, M., 1537.
NIKITINE, B., 1539.
NISHIMURA MASAKICHI & coll., 1540*.
NOLL, H., 1543.
NUMANN, W., 1545.

OHLE, W., 1550.
OLSEN, S., 1552*, 1553*.
OTA, N., 1581.
OXNER, M., 1585.
PETEK, M. & coll., 1628*.
PINTA, M., 1646*.
PODOBNIK, B., 1651*.
RABEN, E., 1696, 1697, 1699.
RAFOLS ROVIRA, J. M., 1704.
RAKESTRAW, N. W. & coll., 1712.
RAUTENBERG, E. & coll., 1721.
RICHARDS, F. A. & coll., 1753*.
RIDDELL, W. A., 1755.
RIDEAL, S. & coll. 1756.
RILEY, J. P., 1770.
RILEY, J. P. & coll., 1772, 1773, 1775*, 1776*.
RINGBOM, A. & coll., 1779.
RINGER, W. E. & coll., 1782.
ROBERTSON, J. D. & coll., 1787.
ROBINSON, R. J., 1792, 1794.
ROONEY, R. C., 1801.
SAMUELSON, O., 1843*.
SANDELL, E. B., 1844.
SCHINK, D. R., 1858*.
SCHMELCK, L., 1861.
SEITH, W., 1906.
SHIPMAN, W. H. & coll., 1919.
SHISHIKINA, O. V., 1920.
SKIBINA, E. M., 1927.
SKOPINTZEV, B. A. & coll., 1931.
SLIJKE, D. D., VAN, 1932.
SMALES, A. A., 1935.
SMITH, G. F. & coll., 1941.
SNELL, F. D. & coll., 1947.
SOLORZANO, L., 1949*.
SOUSA, A., DE, 1956.
STARCK, H. P., 1970.
STRICKLAND, J. D. H. & coll., 2007*, 2008*.
SUND, O., 2019.
SWANK, H. W. & coll., 2026.
SZABO, B. J., 2030*, 2031*.
TANTRANOW, K. & coll., 2044.
THOMPSON, M., 2061*.
THOMPSON, M. & coll., 2062*.
THOMPSON, T. G., 2063.
THOMPSON, T. G. & coll., 2068, 2069, 2072*, 2075, 2076, 2077, 2079.
TIKHONOV, M. K., 2090*.
TOURKY, A. R. & coll., 2098.
TULLY, J. P., 2103.
TULLY, J. P. & coll., 2104.
UESSUGI, K. & coll., 2106*.
VALORI, P. & coll., 2118.
WAGNER, A., 2136.
WATTENBERG, H., 2163, 2164, 2167, 2177.
WEBB, D. A., 2188.
WEISS, H. V. & coll., 2192*, 2193*.
WERESCAGIN, G. J., 2196.
WEST, L. & coll., 2198.
WILSON, J. D., 2217*.
WINKLER, L. W., 2225, 2227.
WOLSZON, J. E. & coll., 2229.
WOOD, E. D. & coll., 2231*.
WOOSTER, W. S., 2237.
YOFE, J., 2251.
YOSHIMASA TANAKA & coll., 2252.
YOSHIZAMA, K., 2253.
ZWICKER, B. M. G., 2275.

Réserve alcaline.

ATKINS, W. R. G., 61.
BRUJEWICKZ, S. W., 248.
BUCH, K., 254.
COOPER, L. H. N., 418.
CULBERSON, C. & coll., 454*.
DYRSSEN, D., 557*, 558*, 560*.
EDMOND, J. M., 562*.
GAST, J. A. & coll., 669.
GOEDECKE, E., 712.
GRIPENBERG, S., 791.
IRVING, L., 967.
KANDLER, R., 1071.
KNULL, J. R. & coll., 1140*.
KOCZY, F. F., 1143.
KREPS, E., 1167.
MARGARIA, R., 1408.
MITCHELL, P. H. & coll., 1474.
MORCOS, S. A., 1492*.
PALITZSCH, S., 1593.
RAKESTRAW, N. W., 1708.
RINGER, W. E., 1780, 1781.
RIVIERE, A., 1784.
RUPPIN, E., 1823.
SCHULZ, B., 1883, 1885.
THOMPSON, T. G., 2066.
WATTENBERG, H., 2165, 2172.
WATTENBERG, H. & coll., 2186.
WIESE, W., 2204.
ZORELL, F., 2274.

Gaz dissous.

CO_2.

ANGELSTEIN, U., 25.
ARENS, K., 32.
ARNON, D. I., 45.
BERGER, R. & coll., 151*.
BOHR, C., 190.
BRUCE, J. R., 247.
BUCH, K., 254, 262, 268, 269.
BUCH, K. & coll., 271, 272.
BUCH, K. & coll., 275.
BUCH, K. & coll., 276.
BUYTENDIJK, F. J. J. & coll., 289.

Byck, H. T., 291.
Culberson, C. & coll., 453*.
Deffeyes, K. S., 494*.
Edmond, J. M., 562*.
Faurholt, C., 595, 596.
Fox, O. J. J., 634, 635, 636.
Greenberg, G. & coll., 773.
Hastings, A. B. & coll., 864.
Holl, K., 930.
Honert, T. W. H., Van den, 937.
Irving, L., 965, 967.
Johnston, J., 1019.
Kauko, Y., 1084, 1085, 1086.
Klemenc, A. & coll., 1118.
Knudsen, M., 1124.
Kreps, E., 1166.
Krisnahmurthy, K. V., 1185*.
Krogh, A., 1190.
Legendre, R., 1273, 1274, 1282.
Lundegardh, K., 1353.
McClendon, F. J., 1365.
McClendon, F. J. & coll., 1366.
McCoy, H. M. & coll., 1368, 1369.
McInnes, D. A. & coll., 1373.
Michaelis, L. & coll., 1461.
Morgulis, S. & coll., 1495.
Park, N., 1596*.
Prideaux, E. B. R., 1674, 1675.
Pusch, L., 1683.
Rotschi, H., 1812.
Schulz, B., 1876, 1877, 1878.
Skirrow, G., 1928*.
Slijke, D. D., Van, 1932.
Spencer, C. P., 1964*.
Stieglitz, J., 1997.
Tornoe, H., 2097.
Warburg, O., 2159.
Wattenberg, H., 2170, 2171, 2173, 2175, 2178, 2184.
Wilke, F., 2206.

O_2.

Amberson, W. R., 20.
Bjerrum, N., 165.
Brouardel, J. & coll., 245.
Buch, K., 260.
Gehrke, J., 677.
Giguere, P. A. & coll., 687.
Gree, E. J. & coll., 769*.
Groot, S. J. & coll., 796*.
Jacobsen, J. P. & coll., 995.
Jenkin, P. M., 1007.
Johnson, F., 1015.
Leclerc, E. & coll., 1248.
Leroy, M., 1299*.
Liber, M. & coll., 1307.
Moya, R., 1504.
Nicloux, M., 1537.
Noll, H., 1543.
Richards, F. A., 1750, 1751*.
Rideal, S. & coll., 1756.
Riley, G. A., 1767.
Rotschi, H., 1813*.
Schulz, B., 1879, 1884.
Seiwell, H. R., 1910.
Thompson, T. G. & coll., 2075.
Vallaux, C., 2117.
Winkler, L. W., 2225.

Protéines.

Bogdanov Yu, A. & coll., 177*.
Camps Mestre, J. M. & coll., 298*.
Collier, A., 403.
Kleinkauf, H., 1117*.

Complexes.

Gripenberg, S., 792*.
Khailov, K. M., 1107*.

Matière organique.

Atkins, W. R. G., 48.
Bader, R. G. & coll., 101*.
Banse, K. & coll., 114*.
Baylor, E. R. & coll., 132*.
Braus, H. F. & coll., 227.
Button, D. K., 288*.
Collier, A., 404.
Conover, R. J., 408*, 409*.
Droop, M. R., 543.
Duursma, E. K., 553*, 554*, 555*.
Duursma, E. K. & coll., 556*.
Fogg, G. E., 614, 615*, 616*.
Fogg, G. E. & coll., 617*.
Fogg, G. E. & coll., 618*.
Fogg, G. E. & coll., 619*.
Foyn, B. & coll., 638.
Gellis, S. S. & coll., 679.
Gilbricht, M., 688.
Gran, H. H. & coll., 763.
Griffith, D. H., 784*.
Hellebust, J. A. & coll., 874*.
Hoak, R. D., 917*.
Hobbie, J. E. & coll., 918*.
Jeffrey, L. M. & coll., 1005.
Kalle, K., 1065*.
Kamatani Akiyoshi, 1067*.
Kay, H., 1087, 1088.
Khailov, K. M., 1106*.
Korinek, J., 1155.
Koyama, T., 1161*.
Koyama, T. & coll., 1162.
Kriss, A. E., 1188*.
Krogh, A., 1192.
Krogh, A. & coll., 1195, 1196.

Lamar, W. L. & coll., 1226*.
Lewin, R. A., 1303, 1304.
Maksimova, L. V., 1382*.
Menzel, D. W., 1443*.
Menzel, D. W. & coll., 1444.
Moore, B. & coll., 1489*.
Moore, B. & coll., 1490.
Mueller, H. F., 1505*, 1506.
Oliver, J. H. & coll., 1551.
Packham, R. F., 1588*.
Palmork, K. H., 1595*.
Parsons, T. R., 1601*.
Parsons, T. R. & coll., 1604*.
Percival, E., 1624*, 1625*.
Plunkett, M. A. & coll., 1649.
Putter, A., 1686.
Raben, E., 1698.
Rakestraw, N. W., 1706.
Rakestraw, N. & coll., 1716.
Riley, G. A., 1769*.
Rosenfeld, W. D., 1811.
Ruppin, E., 1821.
Saunders, H. W., 1850.
Saville, T., 1853.
Schaefer, H., 1854*.
Shapiro, J., 1915, 1916*.
Skopintzew, B. A., 1929, 1930.
Slowey, J. F. & coll., 1934.
Strickland, J. D. H., 2006*.
Szekielda, K. H., 2032*, 2033*, 2034*, 2035*, 2036*, 2036*a**.
Waksman, S. A., 2144, 2145.
Waksman, S. A. & coll., 2150.
Wilson, R. F., 2218*.
Wimpenny, R. S., 2223.
Wright, R. T. & coll., 2239*.
Zobell, C. E., 2261, 2262.

Ag.

Soyer, J., 1961*.

Al.

Haendler, H. M. & coll., 813.
Ishibashi, M. & coll., 971, 974.
Podobnik, B. & coll., 1652*.
Sackett, W. & coll., 1838*.

As.

Atkins, W. R. G., 59.
Atkins, W. R. & coll., 82, 83.
Gautier, A., 670.
Gorgy, S. & coll., 733.
Ishibashi, M. & coll., 981*.
Rakestraw, N. W., 1714.
Smales, A. A., 1936.

Au.

Caldwell, W. E., 295.
Claude, G., 369.
Glazunov, A., 704.
Haber, F., 812.
Hummel, R. W., 946.
Putnam, C. L., 1684.

B.

Buch, K., 264, 265.
Culberson, C. & coll., 453*.
Gast, J. A. & coll., 669.
Harding, M. W. & coll., 827.
Harriss, R. C., 836*.
Hatcher, J. T. & coll., 866.
Igelsrud, I. & coll., 961.
Jewsbury, A., 1012.
Lewi, J., 1301*.
Moberg, E. G. & coll., 1483.
Noakes, J. E. & coll., 1541*.
Ota, N., 1581.
Revelle, R. & coll., 1743.
Uppstrom, L., 2108*.
Williams, P. M., 2209*.
Wolszon, J. D. & coll., 2229.

Ba.

Andersen, N. R. & coll., 22*.
Bowen, H. J. M., 203.
Budesinsky, B. & coll., 278*.
Burton, J. D. & coll., 285*.
Tureckian, K. K. & coll., 2105*.

Bi.

Portman, J. E. & coll., 1657*.

C.

Armstrong, F. A. J. & coll., 43*.
Brandt, K., 224.
Curl, H., 459*.
Ehrhardt, M., 570*.
Eppley, R. W. & coll., 582*.
Menzel, D. W. & coll., 1444.
Szekielda, K. H., 2032*, 2033*, 2034*, 2035*, 2036*, 2036*a**.
Wangersky, P. J. & coll., 2158*.
Williams, P. M., 2209*.
Wilson, R. F., 2218*.

Ca.

Carpenter, J. J., 308.
Chow, T. J. & coll., 352.
Conway, E. J., 412.
Corliss, J. T., 441*.
Culkin, F. & coll., 456*.
Deffeyes, K. S., 494*.

DYRSSEN, D. & coll., 559*.
FREAR, C. L. & coll., 643.
GEE, A. H. & coll., 673, 674, 675.
GOEDECKE, E., 709, 711.
GRIPENBERG, S., 789, 790.
KARSTEN, P. & coll., 1079.
KIRK, P. L. & coll., 1114.
KOBROVA, M., 1141.
RINGBOM, A. & coll., 1779.
ROBERTSON, J. D. & coll., 1787.
SCHUHKNECHT, W., 1873.
SKOPINTZEV, B. A. & coll., 1931.
SOUSA, A., DE, 1956.
SZABO, B. J., 2030*, 2031*.
THOMPSON, M. E. & coll., 2062*.
TSUNOGAI SHIZUO, 2101*.
WATTENBERG, H., 2166, 2169.
YOFE, J., 2251.

$CaCO_3$.

Equilibre. Précipitation. Dissolution.

ALEKIN, O. & coll., 7*.
ALEKIN, O. & coll., 8.
BAVENDAMM, W., 129, 130, 131.
BEN-YAAKOV, S. & coll., 149*.
BODLANDER, 175.
CAMERON, F. K. & coll., 297.
CHAVE, K. E. & coll., 342*.
COHEN, E. & coll., 394.
DEFFEYES, K. S., 494*.
DEVEZE, L. & coll., 509.
DREW, G. G., 539, 540.
FAURHOLT, C., 595, 596.
FISCHER, E., 608.
FREAR, C. L. & coll., 643.
GEE, A. H., 672.
GEE, A. H. & coll., 673, 674, 675.
GREENBERG, D. M. & coll., 771, 772, 773.
GREEWALD, I., 775.
IRVINE, R. & coll., 964.
IRVING, L., 966.
JOHNSTON, J., 1019, 1020.
JOHNSTON, J. & coll., 1021, 1022.
KAUKO, Y., 1084, 1086.
KELLERMANN, K. F., 1090.
KRAMER, J. R., 1163.
LABBE, A., 1215.
LALOU, C., 1225.
LUCAS, J., 1343, 1344.
MCCOY, H. M. & coll., 1368.
MOBERG, E. G., 1481.
OSAKA, J., 1560.
PIA, J., 1642, 1643, 1644, 1645.
PRIDEAUX, E. B. R., 1674, 1675.
PYTKOWICZ, R. M., 1689*, 1690*, 1691*, 1692*.
PYTKOWICZ, R. M. & coll., 1693*.
REVELLE, R., 1739, 1740.
REVELLE, R. & coll., 1741, 1742.
RIVIERE, A., 1784.
SASS, E., 1847*, 1848*.
SCHMALZ, R. F. & coll., 1860.
SLIJKE, D. D., VAN, 1932.
STIEGLITZ, J., 1997.
WATTENBERG, H., 2169, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2178, 2184.
WEYL, P. K., 2202*.

Cd.

ISHIBASHI, M. & coll., 980*.
MULLIN, J. B. & coll., 1509.
SCHWEPPE, H., 1902*.

Cl.

ROBERTSON, J. D. & coll., 1787.
SUGIURA, Y., 2015*.

ClO_4.

BAAS-BECKING, L. G. M., 2280.

Co.

FUKAI, R., 653*.
ISHIBASHI, M. & coll., 976.
KRISHNAMOORTHY, T. M., 1183*.
PODOBNIK, B. & coll., 1652*.
SCHWEPPE, H., 1902*.
SCOTT, R. O., 1903.
SHIPMAN, W. H. & coll., 1919.
THOMPSON, T. G. & coll., 2072*.
TOPPING, G., 2096*.
WEISS, H. V., 2193*.

Cr.

CHUECAS, L. & coll., 356*.
PODOBNIK, B. & coll., 1652*.

Cs.

ISHIBASHI, M. & coll., 972.

Cu.

ATKINS, W. R. G., 64, 68, 74.
BARNES, H. & coll., 123.
BOUGIS, P., 197*, 198*, 199*.
BUCH, K., 270.
CHOW, T. J. & coll., 350.
DIEULAFAIT, L., 520.
GAHLER, A. R., 660.
GALTSOFF, P. S., 663.
JEAN, M., 1002.
KALLE, K. & coll., 1066.
KOVARIC, M., 1160.
MASSEY, H. F., 1419.
MEYER, H., 1454.

Morita, Y., 1496.
Murakami, Y., 1516.
Podobnik, B. & coll., 1652*.
Rafols Rovira, J. M., 1704.
Riley, J. P. & coll., 1773.
Scott, R. D., 1903.
Skibina, E. M., 1927.
Smith, G. F. & coll., 1941.
Tantranow, K. & coll., 2044.
Tikhonov, M. K., 2090*.
West, P. W., 2200.
Yoshimasa Tanaka, 2252.

F.

Forchhammer, G., 625.
Grasshoff, K., 767*.
Greenhalgh, R. & coll., 774*.
Icken, J. M. & coll., 959.
McNulty, B. J. & coll., 1379.
Rezac, Z., 1744*.

Fe.

Armstrong, F. A. J., 36.
Collins, P. & coll., 406*.
Cooper, L. H. N., 421, 432.
Eisma, D. & coll., 572*.
Harvey, H. W., 852, 853.
Laevastu, T. & coll., 1224.
Lee, G. F. & coll., 1264*.
Lewis, G. R. & coll., 1306.
Lopez-Benito, M., 1325*, 1326*.
Podobnik, B. & coll., 1652*.
Rakestraw, N. W. & coll., 1715.
Shapiro, J., 1916*.
Thompson, T. G. & coll., 2068.

Ga.

Burton, J. D. & coll., 284.
Burton, J. D. & coll., 286.
Culkin, F. & coll., 457.
Ishibashi, M. & coll., 979*.

Ge.

Burton, J. D. & coll., 284.
Burton, J. D. & coll., 286.

H_2O_2.

Baalen, C., Van & coll., 95*.

Hg.

Aidin'yan, N. Kh., 2277*.
Hamaguchi, H. & coll., 817*.
Heide, F. & coll., 2337.
Hosahara, K., 939*, 940*.
Sock, A. & coll., 1948.
Soyer, J., 1961*.

I.

Barkley, R. A. & coll., 120*.
Belgaeva, E. W., 2289.
Closs, K., 393.
Dubravcic, M., 544.
Matthews, A. D. & coll., 1426*.
Petek, M. & coll., 1628*.
Reith, J. F., 1733.
Rossum, J. R. & coll., 2365*.
Schulz, B., 1886.
Sugawara, K., 2013*.
Winkler, L. W., 2227.

Io.

Kuzmina, L. A., 2350.

K.

Podobnik, B. & coll., 1651*.
Robertson, J. D. & coll., 1787.
Schuhknecht, W., 1874.
Valori, P. & coll., 2118.
Well, D. A., 2189.

Li.

Bardet, J. & coll., 117.
Ishibashi, M. & coll., 973.
Podobnik, B. & coll., 1651*.
Riley, J. P. & coll., 1776*.
Schuhknecht, W., 1874.
Strock, L. W., 2011.
Thomas, B. D. & coll., 2057.
Uessugi, K., 2106*.

Mg.

Karsten, P. & coll., 1079.
Legendre, R., 1280.
Podobnik, B. & coll., 1651*.
Robertson, J. D. & coll., 1787.
Skopintzev, B. A. & coll., 1931.
Sousa, A., De, 1956.
Szabo, B. J., 2030*, 2031*.
Thompson, M., 2061*.
Tsunogai Shizuo, 2101*.

$MgCO_3$.

Wattenberg, H., 2168.

Mn.

Brown, T. E. & coll., 246.
Dippel, W. A. & coll., 522.
Fomina, L. S., 620*.
Harvey, H. W., 857.
Ishibashi, M. & coll., 978*.
Koroleff, F., 1156.
Podobnik, B. & coll., 1652*.
Riley, J. P. & coll., 1775*.

Rona, E. & coll., 1800*.
Thompson, T. G. & coll., 2076, 2077.
Wangersky, P. J. & coll., 2158*.

Mo.

Bachmann, R. W. & coll., 99.
Bortels, H., 196.
Ernst, T. & coll., 584.
Head, P. C. & coll., 867*.
Ishibashi, M. & coll., 975.
Kim, Y. S. & coll., 1109*.
Meulen, H., Ter, 1448.
Nicholas, D. J. D., 1535.
Scott, R. O., 1903.
Weiss, H. V. & coll., 2192*.

N.

Armstrong, F. A. J. & coll., 43*.
Brand, T. von, 214.
Brand, T. von & coll., 215, 216, 217.
Brand, T. von & coll., 218.
Brand, T. von & coll., 219.
Brandt, K., 222, 223, 224, 225, 226.
Buch, K., 256, 259, 260, 263.
Cooper, L. H. N., 419, 426, 427, 428, 429.
Corbet, A. S., 440.
Corner, E. D. & coll., 442*.
Dugdale, R. C. & coll., 549*.
Duursma, E. K., 553*.
Eppley, R. W. & coll., 581*.
Fox, O. J. J., 633, 635.
Gilson, H. C., 701.
Giral, J., 702.
Giral, J. & coll., 703.
Guillard, R. R. L., 806*.
Hamilton, R. P., 818*.
Harvey, H. W., 855.
Holm-Hansen, O., 931*.
Hutchinson, G. E., 954.
Issatchenko, B., 984.
Kapeller-Adler, R. & coll., 1072.
Knudsen, M., 1129.
Krogh, A. & coll., 1195.
Matsudaira, C. & coll., 1423.
Numann, W., 1545.
Riley, J. P., 1772.
Ringer, W. E. & coll., 1782.
Robinson, R. J. & coll., 1793.
Vaccaro, R. F., 2113*.
Williams, P. M., 2209*.

NH_3.

Buch, K., 255.
Buljan, M., 279.
Cooper, L. H. N., 420, 434.
Corbet, A. S., 440.
Eppley, R. W. & coll., 580*.
Gad-Andresen, K. L., 658.
Gilbricht, M., 689*.
Grasshoff, K., 768*.
Johnston, R., 1026*.
Krogh, A., 1194.
Matsudaira, C. & coll., 1423.
McIsaac, J. J. & coll., 2355*a**.
Newell, B. S., 1533*.
Richards, F. A., 1753*.
Riley, J. P., 1770.
Riley, J. P. & coll., 1772.
Robinson R. J. & coll., 1793.
Solorzano, L., 1949*.
Vaccaro, R. F., 2112*.
Wattenberg, H., 2167, 2177.

NO_2.

Atkins, W. R. G., 62.
Barnes, H. & coll., 122.
Bendschneider, A. & coll., 145.
Bruevich, C. V., 2300.
Corbet, A. S., 440.
Gad-Andresen, K. L., 658.
Kalle, K., 1054.
Kristalev, P. V., 1189.
Wattenberg, H., 2167.

N_2O_2.

Corbet, A. S., 440.

NO_3.

Atkins, W. R. G., 66.
Brewer, P. G. & coll., 230*, 231*.
Cooper, L. H. N., 415, 420, 429.
Eppley, R. W. & coll., 581*.
Gad-Andresen, K. L., 658.
Gilson, H. C., 701.
Giral, J. & coll., 703.
Grasshoff, K., 766*.
Harvey, H. W., 842, 843, 845, 855.
Henriksen, A., 879*.
Isaeva, A. B., 969.
Ketchum, G. H., 1099, 1100.
Korsakov, M. P., 1158.
Leroy, M., 1299*.
Maldura, C. M., 1385.
Marvin, K. T., 1418.
Matida, Y., 1422.
Morris, A. W. & coll., 1497*.
Muller, R. & coll., 1508.
Mullin, J. B. & coll., 1512.
Numann, W., 1545.
Riddell, W. A., 1755.
Riley, G. A., 1767.
Sund, O., 2019.
Thomsen, H., 2080.
Wagner, A., 2136.

WATTENBERG, H., 2167, 2177.
WOOD, E. D. & coll., 2231*.
ZWICKER, B. M. G., 2275.

Na.

KATO, T. & coll., 1083.
PODOBNIK, B. & coll., 1651*.
ROBERTSON, J. D. & coll., 1787.
SCHUHKNECHT, W., 1874.
WEBB, D. A., 2189.

Nb.

CARLISLE, D. B. & coll., 303.

Ni.

DAWES, C. A. & coll., 483*.
ERNST, T. & coll., 584.
FORSTER, W. & coll., 627*, 628*.
ISHIBASHI, M. & coll., 976.
PODOBNIK, B. & coll., 1652*.
SCHWEPPE, H., 1902*.
SCOTT, R. O., 1903.

P.

ABBOTT, W., 1.
ARMSTRONG, F. A. J., 35, 37*, 39*.
ARMSTRONG, F. A. J. & coll., 42.
ARMSTRONG, F. A. J. & coll., 43*.
ATKINS, W. R. G., 50, 55, 57, 59, 60, 63, 73.
ATKINS, W. R. G. & coll., 82, 83.
BEIN, S. J., 139.
BERGER, E., 150.
BRADLEY, D. B. & coll., 213.
BRANDT, K., 223.
BRUJEWICKZ, S. W. & coll., 249.
BUCH, K., 259, 263.
BUCH, K. & coll., 274.
BURTON, J. D. & coll., 2307.
CHAMBERLAIN, W. & coll., 326*.
CHAN, K. M. & coll., 328*, 329*.
COOPER, L. H. N., 419, 422, 424, 426, 428, 429, 430, 431.
DUURSMA, E. K., 553*.
FUKAI, J., 652.
GILMARTIN, M., 690*.
GOLDBERG, E. D. & coll., 722.
GRAHAM, M., 744.
GRASSHOFF, K., 767*.
GRIPENBERG, S., 788.
HARVEY, H. W., 845.
HOFFMAN, K., 925.
IBANEZ, O. G., 957, 958.
ISHIBASHI, M., 982.
JOHANNES, R. E., 1013*.
JONES, P. J. & coll., 1034*.
KALLE, K., 1049, 1050, 1052.
KANDLER, O., 1069, 1070.
KESTER, D. R., 1098*.
KETCHUM, B. H., 1099, 1100.
KETCHUM, B. H. & coll., 1103.
KREPS, E., 1169.
MATTHEWS, D. J., 1430.
MURPHY, J. & coll., 1517, 1518*.
NUMANN, W., 1545.
OLSEN, S., 1552*, 1553*.
PITON, B. & coll., 1648*.
RAUTENBERG, E. & coll., 1721.
RICE, T. R., 1746.
RILEY, G. A., 1767.
ROBINSON, R. J. & coll., 1794.
SEIWELL, H. R., 1907.
SOLORZANO, J. & coll., 1950*.
THOMSEN, H., 2080.
WATTENBERG, H., 2167, 2177.
WILLIAMS, P. M., 2209*.
WOOSTER, W. S., 2237.
YOSHIZAWA, K., 2253.

Pb.

BOURY, M. 201.
IRVING, H. M. & coll., 968.
WAKSMUNDSZKI, A., 2154.

Rb.

BOROVIK-ROMANOVA, T. F., 195.
ISHIBASHI, M. & HARA, T., 972.
KOVALEVA, K. N., 1159.
SMITH, R. C. & coll., 1943*.

SO_3.

BUDESINKY, B. & coll., 278*.
JAGNER, D., 2339*a*.
MACCHI, G. & coll., 1361*.
ROBERTSON, J. D., 1787.
SHISHIKINA, O. V., 1920.
TANAKA, Y. & coll., 2043.
WAGNER, A., 2136.

Sb.

PORTMAN, J. E. & coll., 1658*.

Se.

CHAN, K. M. & coll., 327*.
GOLDSCHMIDT, V. M. & coll., 727.
ISHIBASHI, M. & coll., 977.
MAGIN, F. B., 1380*.

Si.

ALEXANDER, G. B. & coll., 9.
ARMSTRONG, F. A. J., 34, 35, 38*.
ATKINS, W. R. G., 51, 58, 60, 63, 73.
ATKINS, W. R. G. & coll., 82.

Brewer, P. G. & coll., 231*.
Busby, W. F. & coll., 287*.
Cooper, L. H. N., 438.
Garrels, R. M., 2331*.
Grasshoff, K., 765*, 767*.
Grill, E. V., 785*.
Harriss, R. C., 835*.
Iwasaki, I., 986.
Kato Kikuo & coll., 1081*, 1082*.
King, E. J. & coll., 1111.
McKenzie, F. T., 1375*.
Maldura, C. M., 1384.
Mullin, J. B. & coll., 1510, 1511, 1514*.
Nishimura Masakichi, 1540*.
Nishimura Masakichi & coll., 1540*.
Numann, W., 1545.
Raben, E., 1696, 1697, 1699.
Robinson, R. J. & coll., 1792.
Schink, D. R., 1858*.
Swank, H. W. & coll., 2026.
Thompson, T. G. & coll., 2069.
Tourky, A. R. & coll., 2098.
Wattenberg, H., 2167, 2177.

Sr.

Andersen, N. R. & coll., 22*.
Angino Eke & coll., 26*.
Bowen, H. J. M., 203.
Chow, T. J., 347.
Chow, T. J. & coll., 348*.
Chow, T. J. & coll., 351.
Culkin, F. & coll., 456*.
Desgrez, A. & coll., 505.
Ikeda Shigero, 962.
Odum, H. T., 2360.
Podobnik, B. & coll., 1651*.
Rice, T. R., 1748.
Smales, A. A., 1935.
Webb, D. A., 2188.

$SrCO_3$.

Wattenberg, H., 2168.

Th.

Koczy, F. F. & coll., 1144.
Kuzmina, L. A., 2350.
Sackett, W. M. & coll., 1839.

Ti.

Griel, J. V. & coll., 781, 782.
Lenher, V. & coll., 1296.
Rooney, R. C., 1801.

U.

Davankov, A. B. & coll., 481*.
Hernegger, F. & coll., 895.
Koczy, F. F. & coll., 1145.
Koczy, G., 2347.
Korkisch, J. & coll., 2348.
Kuzmina, L. A., 2350.
Kuznetsov, V. I. & coll., 2351.
Milner, G. W. & coll., 1469*.
Rona, E., 2364.
Starik, I. E. & coll., 2372.
Stewart, D. C., 2374.
Wilson, J. D. & coll., 2217*.

Va.

Chan, K. M., 330*.
Ernst, T. & coll., 584.
Fishman & coll., 609*.
Hidchiro Goto & coll., 911.
Malyuga, D. P., 1386.

Wo.

Ishibashi, M. & coll., 975.

Zn.

Atkins, W. R. G., 69.
Bodanski, M., 174.
Buch, K., 270.
Dieulafait, L., 521.
Macchi, G. & coll., 1362*.
Morita, Y., 1496.
Petek, M. & coll., 1628*.
Rona, E. & coll., 1800*.
Scott, R. O., 1903.
Topping, G., 2096*.

Systématique.

Agardh, C. A., 4.
Apstein, C., 29, 30.
Bailey, J. W., 102, 103, 104.
Bernard, F., 156.
Boalch, G. T., 2294*.
Borgert, A., 193.
Brightwell, T., 233, 234, 235, 236.
Brun, J., 250.
Butcher, R. W., 2308*.
Chatton, E., 334.
Claparede, E. & coll., 358.
Cleve, P. T., 380, 381, 384, 386.
Cleve, P. T. & coll., 392.
Coninck, L. A., De & coll., 407.
Conrad, W., 410.
Cushman, J. A., 464.
Dangeard, P. A., 472, 476.
Deflandre, G., 496, 497, 498.
De Toni, G. B., 506.
Diwald, K., 524.
Dogiel, V., 526.

Donkin, A. S., 529.
Drebes, G., 537*.
Ehrenberg, C. G., 565, 566, 567, 568, 569.
Faure-Fremiet, E., 593.
Fritsch, F. E., 647, 648.
Gemeinhardt, K., 680.
Goor, A. C. J., Van, 730, 732.
Gran, H. H., 747.
Gran, H. H. & coll., 762.
Griessmann, H., 783.
Grunow, A., 801, 802, 803, 804.
Heurck, H., Van, 903, 904, 905, 906.
Hovasse, R., 942, 943, 944.
Hustedt, F., 949.
Kofoid, C. A., 1146.
Kofoid, C. A. & coll., 1147.
Kofoid, C. A. & coll., 1148.
Lebour, M. V., 1245, 1246.
Lemmermann, E., 1294, 1295.
Mangin, L., 1394, 1395, 1396, 1397.
Meunier, A., 1450, 1451, 1452.
Miquel, S., 1471.
Osprio, B. F., 1561.
Pavillard, J., 1616.
Pouchet, C., 1663.
Rattray, J., 1719, 1720.
Robinson, G. A., 1788, 1790*.
Schutt, F., 1891, 1894, 1895.
Smith, G. F., 1939, 1940.
Smith, W., 1944, 1945, 1946.
Stein, F., 1990.
Wille, J. N. F., 2207.
Zobell, C. E. & coll., 2272.

Bacillariophyceae.

Allen, W. E., 19.
Bailey, J. W., 102, 103, 104.
Bainbridge, R., 105.
Barker, H. A., 118.
Bergon, P., 152, 153.
Braarud, T., 205, 206.
Brockmann, C., 241, 242.
Brun, J., 250.
Busby, W. F. & coll., 287*.
Canu, E., 299.
Cepede, C., 324.
Cleve, P. T., 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390.
Cleve, P. T. & coll., 392.
Cupp, E. E., 458.
Davidson, V. M. & coll., 482.
Deblock, A., 487.
De Brebisson, A., 488, 489.
Donkin, A. S., 528, 529.
Drebes, G., 537*.
Fleming, R. H., 611.
Garstang, W., 668.
Goor, A. C. J., Van, 730.
Gran, H. H., 749, 752, 753, 754.
Gross, F., 797, 798.
Gross, F. & coll., 800.
Grunow, A., 801, 802, 803, 804.
Guillard, R. R. L., 806*, 807*.
Harvey, H. W., 847, 848, 852, 854.
Hellebust, J. A. & coll., 874*.
Hendey, N. I., 877.
Herdman, W. A., 892.
Heurck, H., Van, 903, 904, 905, 906, 907.
Hoek, P. P. C. & coll., 922.
Hustedt, F., 949.
Jenkin, P. M., 1007.
Jorgensen, E. G., 1041, 1043*.
Karsten, G., 1075, 1076, 1078.
Ketchum, B. H., 1099.
Kleinkauf, H., 1117*.
Kutzing, F. T., 1210, 1211.
Laporte, L. J. & coll., 1231, 1232.
Lauder, H. S., 1235.
Lebour, M. V., 1246.
Mangin, L., 1394, 1395, 1396, 1397.
Mann, A., 1398.
Marshall, S. M., 1413.
Meunier, A., 1449, 1450, 1451.
Mills, F. W., 1468.
O'Meara, E., 1554.
Osprio, B. F., 1561.
Ostenfeld, C. H., 1563, 1565, 1566, 1568, 1569, 1572, 1573, 1579.
Pavillard, J., 1613, 1615.
Pelletan, J., 1618.
Peragallo, H., 1619, 1620, 1621, 1622.
Petit, P., 1632.
Rattray, J., 1719, 1720.
Robinson, G. A., 1788, 1790*.
Robinson, G. A. & coll., 1791*.
Roper, E. C. S., 1803, 1804.
Schmidt, A., 1862.
Schonfeldt, H. von, 1865.
Schumann, J., 1890.
Schutt, F., 1891, 1894, 1895.
Sieburth, J. M., 1922*.
Smith, W., 1944, 1945, 1946.
Wimpenny, R. S., 2220.

Coccolithophoridae.

Bernard, F., 156.
Lebour, M. V., 1244.
Lohmann, H., 1320.
Schiller, J., 1857.

Dictyochidae.

Borgert, A., 193.

Dinophyceae.

APSTEIN, C., 29, 30.
BARKER, H. A., 119.
CHATTON, E., 334.
CONRAD, W., 410.
DANGEARD, P. A., 472, 473, 475, 476.
DIWALD, K., 524.
DOGIEL, V., 526.
FAURE-FREMIET, E., 593.
FROST, N., 651.
GOURRET, P., 737.
GRAHAM, H. W., 742.
HASLE, G. R., 863.
HERDMAN, E. C., 888, 889, 890.
HOCHACHKA, P. W. & coll., 919*.
HOEK, P. P. C. & coll., 922.
JOLLOD, F., 1032.
JORGENSEN, E. G., 1035, 1036, 1037, 1038, 1039.
KOFOID, C. A., 1146.
KOFOID, C. A. & coll., 1147.
KOFOID, C. A. & coll., 1148.
LEBOUR, M. V., 1240, 1242, 1245.
MEEL, L., VAN, 1442*.
MEUNIER, A., 1452.
PAULSEN, O., 1607, 1608, 1610.
PAVILLARD, J., 1611, 1612, 1614, 1616.
PETERS, N., 1629.
POUCHET, C., 1663.
SCHUTT, F., 1893.
WOOD, P. C., 2235*.

Ebriideae.

DEFLANDRE, G., 495, 496, 498.
HOVASSE, R., 942.

Flagellatae.

GRIESSMANN, H., 783.
HUTNER, S. H. & coll., 955.
SAVAGE, R. E., 1851.

Flagellés calcaires.

BERNARD, F., 155.

Flagellés toxiques.

BALLANTINE, D. & coll., 109.
OTTERSTROM, D. V. & coll., 2362.
SANTOS PINTO, J., DOS, 1845.
SHILO, M. & coll., 2368, 2369*.
SOUSA E SILVA, E. DE, 1958, 1959*, 1960*.

Foraminifères.

CUSHMAN, J. A., 464.

Silicoflagellata.

GEMEINHARDT, K., 680.
HOVASSE, R., 943, 944.

Répartition géographique.

ALEEM, A. A. & coll., 6.
APSTEIN, C., 28.
BERGON, P., 152.
BERNARD, F., 155.
BOALCH, G. T., 2294*.
BOCKE, J. & coll., 173.
BRAARUD, T. & coll., 212.
BREEMEN, P. J., VAN, 228, 229.
BROCKMANN, C., 244.
BUTCHER, R. W., 2308*.
BYGRAVE, W., 292, 293.
CANU, E., 299.
CASSIE, R. M., 321*.
CEPEDE, C., 323, 324.
CLEVE, P. T., 373, 374, 375, 376, 377, 378, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390.
CLEVE, P. T. & coll., 392.
COLEBROOK, J. M., 397*, 398*, 400*.
CONINCK, A. L., DE & coll., 407.
CUPP, E. E., 458.
CUSHMAN, J. A., 464.
DANGEARD, P. A., 475, 476, 477, 478.
DEBLOCK, A., 487.
DE BREBISSON, A., 488, 489.
DONKIN, A. S., 528.
EKMAN, S., 573.
FARRAN, G. P., 592.
FAURE-FREMIET, E., 593, 594.
FROST, N., 651.
GOUGH, L. F., 734, 735.
GOURRET, P., 737.
GRIMPE, G. & coll., 786.
GRONTVED, J., 794.
GRUNOW, A., 801, 804.
HAGMEIER, E., 814*.
HANSEN-OSTENFELD, C., 825.
HARDY, A. C., 830.
HENDERSON, G. T. D. & coll., 875.
HENDEY, N. I., 877.
HENTZSCHELL, E., 884.
HERDMAN, W. A., 892, 893.
HESSE, R. & coll., 899.
HEURCK, H., VAN, 907.
HOEK, P. P. C. & coll., 922.
HOFFMANN, C., 924.
HOFKER, J., 926, 927.
HOLL, K., 930.
HUTCHINS, L. W., 950.
HUTCHINSON, A. H., 952.
LEBOUR, M. V., 1238, 1239, 1240, 1242, 1244, 1245, 1246.
LENZ, J., 1298*.
LLOYD, B., 1314.
LUCAS, C. E., 1334, 1338, 1339, 1341.

Lucke, F., 1345.
Mangin, L., 1389, 1390, 1391, 1392, 1393, 1394, 1395, 1396, 1397.
Mann, A., 1398.
Mare, M. F., 1399.
Meel, L., Van, 1437, 1438*, 1439*, 1440*, 1442*.
Meunier, A., 1449, 1450, 1451, 1452.
Mielck, W., 1462.
Mills, F. W., 1468.
Ogilvie, H. S., 1549.
O'Meara, E., 1554.
Ostenfeld, C. H., 1564, 1566, 1568, 1569, 1572, 1573, 1577, 1578, 1579.
Paulsen, O., 1607, 1608, 1610.
Pavillard, J., 1611, 1612, 1614.
Peragallo, H., 1619, 1620, 1621, 1622, 1623.
Peters, N., 1629.
Petit, P., 1632.
Rae, K. M., 1700.
Rae, K. M. & coll., 1703.
Rees, C. B., 1727, 1728.
Robinson, G. A., & coll., 1791*.
Roper, E. C. S., 1803.
Steele, J. H., 1971, 1972.
Wells, A. L., 2194.
Wimpenny, R. S., 2219, 2221, 2222, 2223.
Wood, P. C., 2235*.
Wulff, A., 2240.

Nitrification.

Barritt, N. W., 125.
Beesley, R. M., 138.
Bruevich, C. V., 2300.
Carey, C. L., 301.
Carey, C. L. & coll., 302.
Carlucci, A. F. & coll., 304*.
Cooper, L. H. N., 427.
Corbet, A. S., 440.
Issatchenko, B., 984.
Kawai, A. & coll., 2341*.
Lipman, C. B., 1308.
Lloyd, B., 1316, 1317.
Watson, S. W., 2377*.

Microbiologie.

Anderson, J. I. W., 23.
Baas-Becking, L. M. G., 97.
Baur, E., 128.
Bavendamm, W., 129, 130, 131.
Belser, W. L., 143.
Benecke, W., 146.
Berkeley, C., 154.
Bertel, L., 158, 159.
Brisou, J., 240, 2297*a**.
Budd, J. A. & coll., 277*.
Burkholder, P. R., 2306.
Butkevich, N. & coll., 2309.
Carey, C. L., 301.
Carey, C. L. & coll., 302.
Carlucci, A. F. & coll., 304*, 307*.
Chesters, C. G. C. & coll., 343.
Cholodny, N., 346.
Corbet, A. S., 440.
Cviic, V., 465.
Deveze, L., 508, 509.
Drew, G. G., 539, 540.
Elsden, S., 576*.
Fischer, B., 605.
Fischer, E., 608.
Gran, H. H., 750.
Gunkel, W., 809*.
Hamilton, R. D. & coll., 820*.
Hess, E., 898, 2338.
Heukelekian, H. & coll., 901*.
Heukelekian, H. & coll., 902.
Hewitt, L. F., 909.
Hobbie, J. E. & coll., 918*.
Hock, C. W., 920, 921.
Holm-Hansen, O., 932*.
Jannasch, H. W., 1000*.
Johnson, F., 1015.
Kakimoto, D. & coll., 2340*.
Kawai, A. & coll., 2341*.
Kellermann, K. F., 1090.
Korsalov, M. P., 1158.
Kriss, A. E., 1186, 1187*.
Lalou, C., 1225.
Lipman, C. B., 1309.
Lison, J., 2354*.
Lloyd, B., 1316, 1317.
Lloyd, B. & coll., 1319.
McLeod, R. A. & coll., 1377, 1378.
Nigrelli, R. F., 1538*.
Oppenheimer, C. H., 1555*, 1556*, 1558*.
Ostroff, R., 1580.
Prevot, A. R., 1672.
Putter, A., 1687.
Renn, C. E., 1738.
Rodina, A. G., 1798.
Rosenfeld, W. D. & coll., 1811.
Scholes, R. B., & coll., 1864*.
Seki Humitake, 1912*.
Selman, D., 1913.
Sorokin, J. I., 1955*.
Steeman-Nielsen, E., 1983.
Waksman, S. A. & coll., 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2150, 2151, 2152, 2153.
Watson, S. W., 2377*.
Wood, E. J. F., 2232, 2233*.
Zobell, C. E., 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2380*.
Zobell, C. E. & coll., 2265, 2266, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272.

Nutritifs (sels).

ARNON, D. I., 45.
ATKINS, W. R. G. & coll., 76.
BUCH, K., 2303.
COOPER, L. H. N., 416, 417, 420, 433, 436, 439.
DROOP, M. R., 2324.
EMERY, K. O., 579.
EYSTER, C., 589*.
GOERING, J. J. & coll., 714*.
GOLDMAN, C. R., 723*.
GRILL, E. V. & coll., 787*.
KALLE, K., 1053.
KERB, H., 1097.
KETCHUM, B. H. & coll., 1102.
KING, E. J., 1111.
KNIEP, H., 1123.
KROGH, A., 1191, 1192.
LEBOUR, M. V., 1241, 1243.
LOHMANN, H., 1323.
MCLEOD, R. A. & coll., 1377, 1378.
MALDURA, C. M., 1384.
MOORE, B. & coll., 1490.
NOVICK, A., 1544.
PINTER, I. J., 1647*.
PROVASOLI, L., 1679, 1680*.
PUTTER, A., 1686.
REINKE, J., 1732.
WALKER, J. B., 2155.

Biologie.

Physiologie.

AMBERSON, W. R., 20.
ANGELSTEIN, U., 25.
ARENS, K., 32, 33.
BARKER, H. A., 118, 119.
BECHER, S., 137.
BLACK, W. A. P. & coll., 169.
BROWN, T. E. & coll., 246.
BRUCE, J. R., 247.
BUSBY, W. F. & coll., 287*.
CONOVER, R. J., 408*, 409*.
COOK, A., 413.
DROOP, M. R., 543.
FOGG, G. E., 613, 614, 615*, 616*, 617*, 618*, 619*.
FROMAGEOT, C., 649, 650.
GAFFRON, H., 659.
GROSS, F. & coll., 800.
GUILLARD, R. R. L., 806*.
HAQ, Q. N. & coll., 826*.
HARVEY, H. W., 847, 848.
HELLEBUST, J. A. & coll., 874*.
HOCHACHKA, P. W. & coll., 919*.
HOFFMANN, C., 923.
HOGLUND, H. & coll., 929.
HONERT, T. W. H., VAN DEN, 937.
JACOBS, W., 987.
JENKIN, P. M., 1007.
JOHANNES, R. E., 1013*.
JOHANNES, R. E. & coll., 1014*.
JOHNSON, F., 1015.
JORGENSEN, E. G., 1042.
KELLERMANN, K. F., 1090.
KETCHUM, B. H., 1099.
KING, E. J., 1111.
KLEINKAUF, H., 1117*.
KNIEP, H., 1123.
KOLBE, G., 1149.
KROGH, A., 1191, 1192.
KROGH, A. & coll., 1196.
KYLIN, A., 2352.
LEBOUR, M. V., 1241, 1243.
LEWIN, R. A., 1303, 1304.
LLOYD, B. & coll., 1319.
LOVE, J. & coll., 1330*.
LUCAS, C. E., 1335.
LWOFF, A., 1355.
MCKINNEL, J. P., 1376*.
MAKSIMOVA, L. V., 1382*.
MARKER, A. F. H., 1409*, 1410*.
MOORE, B. & coll., 1489*.
NALEWAJKO, C. & coll., 1522*.
PACKARD, T. T. & coll., 2362*a**.
PARSONS, T. R. & coll., 1603*, 1604*.
PERCIVAL, E., 1624*, 1625*.
PINTER, I. J., 1647*.
PRAKASH, A. & coll., 1667*.
PROVASOLI, L., 1679, 1680*.
PUTTER, A., 1686.
REDFIELD, A. C., 1724.
REINKE, J., 1732.
RODINA, A. G., 1798.
RYTHER, J. H., 1829, 1833*.
SAUNDERS, H. W., 1850.
SCHUTT, F., 1896.
SOROKIN, J. I., 1955*.
TOLBERT, N. E. & coll., 2093.
WALKER, J. B., 2155.
WATT, W. D., 2162*.
ZOBELL, C. E., 2270.

Croissance.

ALEEM, A. A., 5*.
ATKINS, W. R. G., 50, 55, 56, 57, 58.
ATKINS, W. R. G. & coll., 76.
EPPLEY, R. W. & coll., 2326*a**.

Oligoéléments.

AKERS, L. K., 2278.
ALEEM, A. A., 5*.
ANDERSEN, N. R., & coll., 22*.
ANGINO EKE & coll., 26*.
ARNON, D. I., 45.

Atkins, W. R. G., 68, 69.
Bachmann, R. W. & coll., 99.
Bardet, J. & coll., 116.
Belser, W. L., 144.
Bersin, T., 2293*.
Black, W. A. P. & coll., 168.
Bodanski, M., 174.
Borovik-Romanova, T. F., 195.
Bortels, H., 196.
Bowen, H. J. M., 203.
Brown, T. E. & coll., 246.
Buch, K., 264, 265.
Burton, J. D. & coll., 284.
Burton, J. D. & coll., 286.
Caldwell, W. E., 295.
Carlisle, D. B. & coll., 303.
Carritt, D. E., 309.
Chan, K. M. & coll., 327*.
Chan, K. M. & coll., 330*.
Chow, T. J. & coll., 349*.
Chow, T. J. & coll., 350.
Chu'ilo, V. T., 357.
Claude, G., 369.
Culkin, F. & coll., 456*.
Dawes, C. A. & coll., 483*.
Dieulafait, L., 521.
Dippel, W. A. & coll., 522.
Eisma, D. & coll., 572*.
Ernst, T. & coll., 584.
Fabricand, B. P. & coll., 590*.
Fishman, M. J. & coll., 609*.
Fomina, L. S., 620*.
Forster, W. & coll., 627*, 628*.
Fukai, R., 653*.
Gast, J. A. & coll., 669.
Gautier, A., 670.
Goldberg, E. D., 718, 721*.
Goldman, C. R., 723*.
Gould, R. F., 2332*b**.
Graham, J. W., 2333.
Hatcher, J. T. & coll., 866.
Head, P. C. & coll., 867*.
Hernegger, F. & coll., 895.
Hidchiro Goto & coll., 911.
Hogdall, O. T., 928*.
Ishibashi, M., 970.
Jewsbury, A. & Osborn, 1012.
Johnston, R., 1025*.
Kalle, K. & coll., 1066.
Kappanna, A. N. & coll., 1073*.
Kim, Y. S. & coll., 1109*.
Koch, O. G. & coll., 1142*.
Koroleff, F., 1156, 1157.
Kovaleva, K. N. & coll., 1159.
Kovaric, M. & coll., 1160.
Krauskopf, K. B., 1165.
Krishnamoorthy, T. M., 1183*.
Lamb, C. A., 2353.
Lenher, V. & coll., 1296.
Lewi, J., 1301*.
Macchi, G., 1362*.
McNulty, B. J. & coll., 1379.
Magin, F. B. & coll., 1380*.
Malyuga, D. P., 1386.
Mandelli, E. F., 1388*.
Massey, H. F., 1419.
Meulen, H., ter, 1448.
Meyer, H., 1454.
Milner, G. W. C. & coll., 1469*.
Mitchell, R. L., 1476*.
Miyake, Y., 1480.
Moberg, E. G., 1483.
Morita, Y., 1496.
Mullin, J. B., 1509, 1513.
Murakami, Y., 1516.
Nicholas, D. J. D., 1535.
Noakes, J. E. & coll., 1541*.
Noddack, I. & coll., 1542.
Odum, H. T., 1547, 2360.
Ota, N., 1581.
Petek, M., 1628*.
Pinta, M., 1646*.
Podobnik, B. & coll., 1652*.
Portman, J. E., 1657*, 1658*.
Pučar Zvonimir, 1681*.
Putnam, C. L., 1684.
Rafols-Rovira, J. M., 1704.
Rakestraw, N. W., 1714.
Rezac, Z., 1744*.
Rice, T. R., 1748.
Richards, F. A., 1749.
Riley, J. P. & coll., 1772, 1775*, 1776*.
Robertson, D. E., 2363*a**.
Rona, E., 1800*.
Rooney, R. C., 1801.
Sackett, W. & coll., 1838*, 1839.
Sandell, E. B., 1844.
Sastry, V. N. & coll., 1849*.
Schweppe, H., 1902*.
Scott, R. O. & coll., 1903.
Seith, W. & coll., 1906.
Shipman, W. H., 1919.
Silvey, W., 1925*.
Skibina, E. M., 1927.
Smales, A. A., 1935.
Smales, A. A. & coll., 1936.
Smith, G. F., 1941.
Smith, R. C., 1942*.
Smith, R. C. & coll., 1943*.
Sock, A., 1948.
Soyer, J., 1961*.
Spencer, C. P., 1962.
Strock, L. W., 2011.

TANTRANOW, K., 2044.
THOMAS, B. D., 2057.
THOMPSON, T. G., 2072*.
THOMPSON, T. G. & coll., 2076, 2077.
TOPPING, G., 2096*.
UESSUGI, K. & coll., 2106*.
UPPSTROM, L., 2108*.
VINCGRADOV, A. P., 2131.
WAKSMUNDZKI, A., 2154.
WALKER, J. B., 2155.
WATTENBERG, H., 2183.
WEBB, D. A., 2188.
WEISS, H. V. & coll., 2191*, 2192*, 2193*.
WEST, P. W. & coll., 2200.
WILLIAMS, P. M., 2209*, 2211*.
WILSON, J. D. & coll., 2217*.
WOLSZON, J. D., 2229.
YOSHIMASA TANAKA, 2252.
ZHAVORONKINA, V. M., 2256*.

Biochimie.

Acides aminés.

BOHLING, H., 181*.
CHAU, Y. K. & coll., 336*.
COWEY, C. B. & coll., 445*, 446*.
ERICSON, L. E. & coll., 2327.
ESDALL, J. T. & coll., 585.
FOWDEN, L., 630*.
GOCKE, K., 708*.
HAMILTON, R. D. & coll., 819*.
JOHANNES, R. E. & coll., 1014*.
KLEINKAUF, H., 1117*.
PALMORK, K. H., 1594*.
PARK, K. & coll., 1598*.
PETERSON, W. H. & coll., 1630.
SCHAEFER, H., 1854*.
WOOD, L., 2234*.

Adénosine triphosphate.

DAUMAS, R. & coll., 480*.

Amines.

BUDD, J. A. & coll., 277*.
GOLD, K., 715*.
GOLD, K. & coll., 716*.
NATARAJAN, K. V., 1524*.

Acides organiques.

CREACH, P. V., 450.
KAMATANI AKIYOSHI, 1067*.
KOYAMA, T. & coll., 1162.
LAMAR, W. L. & coll., 1226*.
MUELLER, H. F., 1505*, 1506.
SHAPIRO, J., 1915, 1916*.
WILSON, A. L., 2212.

Acide ascorbique.

CLEMENTSON, C. A. B. & coll., 371*.
HEWITT, E. J. & coll., 908*.
SCHMIDT, H. & coll., 2367.
STROHECKER, R., 2375.
WANGERSKY, P. J., 2157.

Acide fulvique.

BLACK, A. P. & coll., 167*.

Acide glycollique.

CALKINS, V. P., 296.
FOGG, G. E. & coll., 617*.
TOLBERT, N. E., 2093.

Acide humique.

BURGES, A. , 281*.

Acides jaunes.

CHASSEMI MASOOD & coll., 333*.
CHRISTMAN, R. F., 353*.
CHRISTMAN, R. F. & coll., 354*.

Acides gras.

ACKMAN, R. S. & coll., 3*.
CALKINS, V. P., 296.

Hydroxylamine.

BLOM, J., 171, 172.
FIADEIRO, M. & coll., 602*.

Chitine.

HOCK, C. W., 920, 921.

Acide désoxyribonucléique.

HOLM-HANSEN, O. & coll., 933*.

Enzymes.

ARMSTRONG, H. E. & coll., 44.
BERGER, R. & coll., 151*.
BOKOVA, E. & coll., 191, 2296.
BURK, D., 282.
EPPLEY, R. W. & coll., 580*.
GOLDSCHMIDT, H., 725.
KREPS, E., 1168.
STRICKLAND, J. D. H., 2374*a*.

Excrétions.

ALLEN, M. B., 14.
BRIAN, P. W., 232.
FOGG, G. E. & coll., 617*.
FOGG, G. E. & coll., 618*.
FOGG, G. E. & coll., 619*.
HELLEBUST, J. A., 872*.

JOHANNES, R. E. & coll., 1014*.
JORGENSEN, E. G., 1042.
KHAILOV, K. M., 1106*.
KROGH, A. & coll., 1196.
LEWIN, R. A., 1303, 1304.
LUCAS, C. E., 1335, 1336, 1337, 1340, 2355.
MAKSIMOVA, L. V., 1382*.
MOORE, B. & coll., 1489*.
NALEWAJKO, C., 1522*.
PETITPA, T. S. & coll., 1633*.
ROSENFELD, W. D., 1811.
SHELDON, R. W. & coll., 1917*.
WATT, W. D., 2162*.

Hormones.

BENTLEY, J. A., 148*, 2290, 2291.

Hydrates de carbone.

BEAN, R. C. & coll., 134.
BRYSON, J. L. & coll., 253.
CAMPS MESTRE, J. M. & coll., 298*.
COLLIER, A., 403.
GUILLARD, R. R. L. & coll., 808.
HANDA, N., 822*, 823*, 824*.
HAQ, Q. N. & coll., 826*.
KLEINKAUF, H., 1117*.
LEWIN, R. A., 1303, 1304.
LEWIS, G. J. & coll., 1305.
LOVE, J. & coll., 1330*.
LUNT, E., 1354.
MCKINNEN, J. P. & coll., 1376*.
MARKER, A. F. H., 1409*, 1410*.
MARSHALL, S. M. & coll., 1416*.
MAY, B. Z. & coll., 1433*.
MOORE, B. & coll., 1489*.
PERCIVAL, E., 1624*, 1625*.
SCHAEFER, H., 1855*.
SCOTT, T. A., 1904.
TREVELYAN, W. E. & coll., 2100.
WALSCH, G. E., 2156*.

Levures.

FELL, J. W. & coll., 600*.
MORRIS, E. O., 1499*.

Fungi.

JOHNSON, T. W. & coll., 1018*.

Inhibitrices (substances).
Antibiotiques.

AUBERT, M. & coll., 84*.
AUBERT, M. & coll., 85*, 86*, 88*.
BAAM, R. B. & coll., 96*, 2279*.
BRIAN, P. W., 232.
CHESTERS, C. G. C., 2311.
GREIN, A. & coll., 2334.
JORGENSEN, E. G., 1042.
KERB, H., 1097.
MANDELLI, E. F., 1388*.
NIGRELLI, R. F., 1538*.
PRAKASH, A. & coll., 1667*.
PROVASOLI, L., 1679, 1680*.
ROSENFELD, W. D., 1811.
SIEBURTH, J. M. & coll., 1922*.
STEEMAN-NIELSEN, E., 1983, 1984.
STEEMAN-NIELSEN, E. & coll., 1988.
SYRETT, P. J. & coll., 2029*.
TOLBERT, N. E. & coll., 2093.

Metabolisme.

BANSE, K. & coll., 114*.
BRAARUD, T. & coll., 210.
BRAND, T. VON & coll., 215, 216.
BRAND, T. VON & coll., 218.
BRAND, T. VON & coll., 219.
CRAIGH, M., 2318.
KEYS, A. B. & coll., 1105.
MCLEOD, R. A. & coll., 1377.

Oxydation.

HARVEY, H. W., 841.

Urée.

BEALE, R. N. & coll., 133*.
BOLTOVSKOY, E., 192*.
NEWELL, B. S. & coll., 1534*.
ZOBELL, C. E. & coll., 2269.

Vitamines.

BURKHOLDER, P. R., 2306.
CARLUCCI, A. F. & coll., 305*, 306*.
COWEY, C. B., 444.
DAISLEY, K. W., 2320, 2320*a*, 2321.
DROOP, M. R., 541, 542, 2325.
ERICSON, L. E. & coll., 2328.
HASHIMOTO, Y., 862.
KASIWADA, K. & coll., 1080.

Ecologie.

ALLEE, W. C., 11.
ATKINS, W. R. G., 72.
ATKINS, W. R. G. & coll., 76.
BLANC, F. & coll., 170*.
BOHNECKE, G. & coll., 189.
BRAARUD, T., 207.
BRIAN, P. W., 232.
BRONGERSMA-SANDERS, M., 2299.
BUTKEVICH, N. & coll., 2309.
CARRITT, D. E. & coll., 311.
CHIDESTER, F. E., 345.
CLEMENTS, F. E. & coll., 370.
COLLIER, A. W., 405*, 2316.

CUNNINGHAM, J. T., 457*a*.
CUSHING, D. H., 463*.
CVIIC, V., 465.
DAVIDSON, V. M. & coll., 482.
DEVEZE, L., 508, 510.
DROOP, M. R. & coll., 2325.
GALADZHKIEV, M. & coll., 661.
GOLTERMAN, H. L. & coll., 728*.
GRAN, H. H., 757, 759.
GRAN, H. H. & coll., 763.
HARDY, A. C., 830, 831, 832.
HART, T. J., 837*.
HEDGPETH, J., 2336.
HESSE, R. & coll., 899.
HOFFMANN, C., 923.
HOLL, K., 930.
HOLM-HANSEN, O. & coll., 933*.
HUSTEDT, F., 949.
HUTCHINS, L. W., 950.
JACOBS, W., 987.
JOHANNES, R. E., 1013*.
KELLERMANN, K. F., 1090.
KETCHUM, B. H., 1101, 1102.
KIERSTEAD, H. & coll., 1108.
KING, E. J. & coll., 1111.
KINNE, O., 1113*.
KLUGH, Z. B., 1119, 1120, 1121.
KNIGHT-JONES, E. W. & coll., 2345.
KNUDSEN, M., 1124.
KREY, J., 1179.
KYLIN, H., 1212.
LABBE, A., 1213, 1216, 1217.
LEGENDRE, R., 1272.
LOTKA, A. J., 1329.
LUCAS, C. E., 1335, 1336, 1337.
MCCOMBIE, A. M., 1367.
MCFADYAN, A., 1372.
MARGALEF, R., 1405, 2355*b**, 2355*c**.
MATSUDAIRA, T., 1424.
MOMMAERTS, J. P., 2358*.
MURRAY, J., 1519.
NATHANSON, A., 1525, 1526, 1527, 1530, 1531.
NESIS, K. N., 1532*.
NOVICK, A., 1544.
PEARSE, A. S., 1617.
RAE, K. M., 1702.
RAKESTRAW, N. W. & coll., 1709.
REMANE, E., 1734, 1735.
RHEINHEIMER, G., 1745*.
RILEY, G. A., 1765.
RYTHER, J. H. & coll., 1835.
SAUNDERS, H. W., 1850.
SCHULZ, B., 1884.
SCOTT, F. & coll., 2371*.
SHIMOMURA, T., 1918.
SILLEN, L. G., 1923*.
SPOONER, G. M., 1967.
SVERDRUP, H. U., 2023.
TISCHER, W., 2092.

Radiobiologie.

KETCHUM, B. H. & coll., 2343.
KIERSTEAD, H. A., 2344.
MODEL, F., 2357.

Radioécologie.

POLIKARPOV, G., 1655*.

Migration.

HASLE, G. R., 863.

Zonation.

HUTCHINS, L. W., 950.

Masses d'eau.

BEIN, W. & coll., 141, 2288.
BOGOROV, B. G., 179.
BOWMAN, A., 204.
JACOBSEN, J. P., 991.
KALLE, K., 1053.
KREY, J., 1174.
LAEVASTU, T., 1223*.
LEE, A., 1262*.
REDFIELD, A. C., 1725.

Régions naturelles.

BOLTOVSKOY, E., 192*.
DIETRICH, G., 513, 517.

Indicateurs biologiques.

BOGOROV, B. G., 2295.
FROST, N., 651.
KRISS, A. E., 1186.
LELOUP, E., 1289*b*.
RUSSELL, F. S., 1825, 1826, 1827.
VIVES, F., 2376*a**.

Pigments.

Chlorophylle. Photosynthèse.

BALLESTER, A., 110*.
BANSE, K. & coll., 113*.
BARKER, H. A., 118.
COOK, A., 413.
CREITZ, G. I. & coll., 451.
DOTY, M. L. & coll., 533.
EMERSON, R., 577.
EMERSON, R. & coll., 578.
FEE, E. J., 599*.

Fleischer, W. E., 610.
Fromageot, C., 649, 650.
Gaffron, H., 659.
Gardiner, A. C., 666.
Graham, H. W., 738, 739.
Guthrie, J. D., 811.
Harvey, H. W., 847.
Hoglund, H. & coll., 929.
Humphrey, G. & coll., 947*.
Jeffrey, S. W. & coll., 1006*.
Jenkins, P. G., 1008.
Jorgensen, E. G., 1041.
Kalle, K., 1060.
Kerr, J. D., 2342*.
Krey, J., 1170, 1171, 1172, 1178, 1180.
Lorenzen, C. J., 1327*, 1328*, 2354*a**, 2354*b**.
Moore, B. & coll., 1488, 1491.
Moreth, C. M., 1494*.
Nival, P., 2359*a**.
Parsons, T. R., 1602*.
Parsons, T. R. & coll., 1604*.
Pettersson, O. & coll., 1640.
Riley, J. P. & coll., 1778*.
Ryther, J. H., 1829, 1830.
Ryther, J. H. & coll., 1834.
Saijo, Y. & coll., 1842*.
Scor, 2370*.
Steele, J. H., 1974*.
Steele, J. H. & coll., 1975*, 1976*.
Tucker, A., 2102.
Verduin, J., 2125.
Yentsch, C. S. & coll., 2247*, 2248.

Périodicité.

Cleve, P. T., 385, 388, 389.
Cushing, D. H., 462.
Doty, M. L. & coll., 533.
Jenkins, P. G., 1008.
Malard, A. E., 1383.
Wimpenny, R. S., 2219.

Stratification.

Atkins, W. R. G., 54.
Atkins, W. R. G. & coll., 76.
Brodsky, K. A., 2298.
Chun, C., 2312.
Dietrich, G., 516, 518.

Plancton.

Allen, E. J., 12.
Allen, W. E., 15, 16, 17, 18, 19.
Apstein, C., 27, 28.
Atkins, W. R. G., 71, 72.
Atkins, W. R. G. & coll., 78.
Aurivillius, C. W. S., 91.
Bainbridge, R., 2281.
Bocke, J. & coll., 173.
Bogorov, B. G., 178, 179.
Braarud, T., 208, 209*.
Braarud, T. & coll., 212.
Breemen, P. J., Van, 228, 229.
Brockmann, C., 241, 244.
Bygrave, W., 292, 293.
Canu, E., 299.
Cassie, R. M., 321*.
Cepede, C., 323.
Chau, Y. K. & coll., 336*.
Chun, C., 2312.
Clark, R. M., 359.
Clarke, G. L. & coll., 368.
Cleve, P. T., 377, 379, 382, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390.
Colebrook, J. M., 395*, 396*, 397*, 398*.
Colebrook, J. M. & coll., 399*.
Corner, E. D. & coll., 442*.
Curl, H., 459*.
Currie, R. I., 460*.
Cviic, V., 465.
Dangeard, P. A., 475, 477, 478.
Davidson, V. M. & coll., 482.
Deblock, A., 487.
Deveze, L., 510.
Dussart, B., 550.
Eppley, R. W. & coll., 580*.
Eppley, R. W. & coll., 582*.
Fage, L. & coll., 591.
Faure-Fremiet, E., 593, 594.
Fleming, R. H., 611, 612.
Fogg, G. E., 614.
Fraser, J. H., 642*, 2330*.
Friedrich, H., 644, 645, 646.
Gerlach, S. & coll., 2332*.
Gessner, F., 682.
Goor, A. C. J., Van, 729.
Gouch, L. F., 734, 735.
Graham, M., 745.
Graham, M. & coll., 746.
Gran, H. H., 749, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761.
Gran, H. H. & coll., 763.
Grontved, J., 794.
Gross, F. & coll., 800.
Hagmeier, E., 814*, 815*.
Hansen-Ostenfeld, C., 825.
Hardy, A. C., 828, 829, 830.
Hart, T. J., 837*.
Hartman, R. T., 838.
Harvey, H. W., 850, 851, 860*.
Harvey, H. W. & coll., 861.
Hensen, V., 880, 881, 882, 883.
Hentzschell, E., 884, 885, 886.
Hjort, J. & coll., 922.
Hoek, P. P. C. & coll., 922.

HOLMES, R. W. & coll., 934, 935.
HUTCHINSON, A. H., 952.
JENKINS, P. G., 1008.
JORGENSEN, E. G., 1035, 1036, 1037.
KARSTEN, G., 1077.
KNIGHT-JONES, E. W. & coll., 2345.
KUFFERATH, H., 1204, 1205.
KYLIN, A., 2352.
LEBOUR, M. V., 1239.
LEMMERMANN, E., 1291, 1292, 1293.
LENZ, J., 1298*.
LITTLEFORD, R. A. & coll., 1311, 1312.
LLOYD, B., 1313, 1314, 1315.
LOHMANN, H., 1321, 1322.
LUCAS, C. E., 1331, 1332, 1334, 1338, 1339.
LUCAS, C. E. & coll., 1341.
MCALLISTER, C. D., 1359*.
MCCOMBIE, A. M., 1367.
MANGIN, L., 1389, 1390, 1391, 1392, 1393, 1394, 1395, 1396, 1397.
MARE, M. F., 1399.
MARGALEF, R., 1400, 1401, 1402*, 1403*, 1404*, 1406*, 1407*.
MARSHALL, N. B., 1412.
MASSUTI, M. & coll., 1420.
MEEL, L., VAN, 1437, 1438*, 1439*, 1440*, 1442*.
MEUNIER, A., 1449, 1450, 1451, 1452.
MIELCK, W., 1462.
NATHANSON, A., 1525, 1526, 1527, 1530.
OGILVIE, H. S., 1549.
OPPENHEIMER, C. H., 1557*.
OSTENFELD, C. H., 1562, 1563, 1564, 1565, 1566, 1567, 1568, 1569, 1570, 1571, 1572, 1573, 1575, 1576, 1577, 1578, 1579.
PASCHER, A., 1605.
RAE, K. M., 1700.
RAE, K. M. & coll., 1703.
REES, C. B., 1727, 1728.
ROSE, M., 1805, 1806, 1807, 1808, 1809, 1810.
ROUBAULT, A., 1814.
RUSSELL, F. S., 1824, 1825, 1826.
SAVAGE, R. E. & coll., 1852.
SCHRODER, B., 1871.
SMAYDA, T. J., 1937*.
SOROKIN, J. I., 1954*.
STEELE, J. H., 1971, 1972, 1973, 1974*.
STEEMAN-NIELSEN, E., 1977, 1978, 1979, 1980, 1984, 1985, 1986*, 1987, 1988, 1989.
STEUER, A., 1993, 1994, 1995, 1996.
STRICKLAND, J. D. H., 2004*, 2005*, 2006*.
SVERDRUP, H. U., 2023.
TALLING, J. F., 2042.
THIEMANN, K., 2055.
TONOLLI, V. & coll., 2095.
TREGOUBOFF, G., 2099.
UTERMOHL, H., 2109.
VANHOFFEN, E., 2119.
WELLS, A. L., 2194.
WIMPENNY, R. S., 2378.

Zooplancton.

BAINBRIDGE, R., 105.
COLEBROOK, J. M. & coll., 400*.
CONINCK, L. A., DE, & coll., 407.
CONOVER, R. J., 408*, 409*.
GLOVER, R. S., 705, 706, 707*.
HENDERSON, G. T. D. & coll., 875.
HERDMAN, W. A., 892, 893.
JOHNSTONE, J. & coll., 1031.
KISSELEV, I. A., 1115*.
KLEEREKOPER, H., 1116.
KNUDSEN, M., 1124.
KREY, J., 1176, 1178, 1182.
KRISHNAMURTY, K. V., 1185*.
KUNNE, C., 1208.

Nannoplancton.

AURIEL, H. J., 90.
GOOR, A. C. J., VAN, 731.
LOHMANN, H., 1324.
WULFF, A., 2240.

Neustonologie.

HARVEY, H. W., 860*.
ZAITSEV, J. P., 2255*.

Productivité.

ATKINS, W. R. G., 65, 72.
BALLESTER, A. & coll., 111*.
BANSE, K., 112.
BECACOS-KONTOS, T. & coll., 136*.
BOGOROV, B. G., 178, 179, 2295.
BUCH, K., 2303.
CLARKE, F. W., 365.
CLARKE, G. L., 2313.
COOPER, L. H. W., 439.
CUSHING, D. H., 461, 462, 2319.
DAUMAS, R. & coll., 480*.
DAVIDSON, V. M. & coll., 482.
DEMOLL, R., 502.
DUSSART, B., 551.
DUURSMA, E. K., 554*.
EDMONDSON, W. T., 563.
FEE, E. J., 599*.
FININGER, O., 604.
FLEMING, R. H., 612.
FOGG, G. E., 614, 616*.
GRAN, H. H., 755, 756, 758, 759, 761.
GRAN, H. H. & coll., 763.
GROSS, F., 799.
HANAKOA, L., 821.
HARVEY, H. W., 850, 858.
HARVEY, H. W. & coll., 861.

HERRERA, J. & coll., 896*.
KALLE, K., 1059.
KETCHUM, B. H. & coll., 1102.
KREY, J., 1173, 1175, 1180.
LEGENDRE, R., 1285.
LOVEGROVE, T., 2354*c**.
LUCAS, C. E., 2355.
OLIVER, J. H. & coll., 1551.
PAASCHE, E., 1586*.
POSTMA, H., 1662*.
RAYMONT, J. E. G., 1722*.
RODHE, H. & coll., 1797.
RYTHER, J. H. & coll., 1834, 1835.
SOROKIN, J. I., 1954*.
STEELE, J. H. & coll., 1975*.
STEEMAN-NIELSEN, E., 2373.
STRICKLAND, J. D. H., 2004*, 2005*, 2006*.
YENTSCH, C. S., 2246*.

Biomasse.

BOGOROV, B. G., 178.
HOLM-HANSEN, O., 931*.
KREY, J., 1173, 1175, 1180.

C_{14}.

DOTY, M. L. & coll., 534.
HERRERA, J. & coll., 896*.
LEGENDRE, R., 1285.
STEEMAN-NIELSEN, E., 1977, 1980, 1981.

Variations saisonnières (Plancton).

ATKINS, W. R. G. & coll., 78.
ATKINS, W. R. G. & coll., 80.
COLEBROOK, J. M. & coll., 2315*.
HARVEY, H. W., 851.
JENKINS, P. G., 1008.

Relations Zooplancton/Phytoplancton.

BAINBRIDGE, R., 106.
CLARKE, F. W., 365.

Zoologie.

EKMAN, S., 2326.
GRIMPE, G. & coll., 786.
HESSE, R. & coll., 899.
HOEK, P. P. C. & coll., 922.
JACOBS, W., 987.
KAMP, P. L., 1068.
KAPELLER-ADLER, R. & coll., 1072.
KEMP, S., 1091.
KUNNE, C., 1208.
LELOUP, E., 1289, 1289*a*, 1289*b*, 1289*c*.
POLL, M., 2363.
PUNT, A., 1682.
SCHUURMANS-STEKHOVEN, J. H., 1898, 1899, 1900.

D /1972 /0339 /2

Imprimé en Belgique.

IMPRIMERIE HAYEZ, s.p.r.l.
Rue Fin 4 — 1080 Bruxelles