

GÉOLOGIE SOUS-MARINE.

ÉTUDE DES SÉDIMENTS DRAGUÉS PAR LE *PRÉSIDENT-THÉODORE-TISSIER*.

SIXIÈME CROISIÈRE

(MANCHE-PLATEAU CONTINENTAL CELTE-MER D'IRLANDE-MER DU NORD).

par L. BERTHOIS, *Docteur ès-Sciences*,

et

Jean FURNESIN, *Licencié ès-Sciences, Préparateur au Laboratoire
de l'Office des Pêches de Boulogne-sur-Mer.*

SOMMAIRE.

	Pages.
INTRODUCTION.....	383
I. ÉTUDE GÉOLOGIQUE.....	385
Plateau Continental Celte.....	385
Mer d'Irlande.....	385
Plateau Continental au Nord de l'Irlande.....	386
Mer du Nord.....	387
Manche et Pas-de-Calais.....	389
II. ÉTUDE MINÉRALOGIQUE DES SABLES.....	391
<i>Tamisages</i> . Généralités.....	391
Tableaux des tamisages.....	392
Établissement des graphiques.....	393
Examen des résultats.....	393
Graphiques des tamisages en fonction de la profondeur.....	395
<i>Etude des minéraux</i>	398
Minéraux de densité inférieure à 2,90.....	398
Minéraux de densité supérieure à 2,90.....	398
Méthode de dosage.....	398
Comparaison des teneurs en minéraux lourds.....	399
Description des minéraux lourds.....	400
Remarques sur les dimensions des grains.....	403
Répartition des minéraux lourds.....	403
III. ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES ROCHES ÉRUPTIVES.....	407
Plateau Continental Celte et Mer d'Irlande.....	407
Mer du Nord.....	408
Répartition des roches éruptives.....	412

	Pages.
IV. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.....	413
V. LISTE DES DRAGAGES.....	419
Planche des minéraux lourds.....	417
Planche de roches éruptives.....	418
Carte du Plateau Continental Celta Mer d'Irlande et Manche	384
Carte de la Mer du Nord.....	398

INTRODUCTION.

Le matériel étudié dans ce travail a été dragué par le Navire océanographique de l'Office des Pêches, le *Président-Théodore-Tissier*, durant la campagne de recherches effectuée de juillet à septembre 1936, en mer d'Irlande, en mer du Nord et en Manche.

Nous avons utilisé diverses méthodes pour l'étude des sédiments, et comparé nos différents résultats.

Nous avons effectué des tamisages de sables pour examiner leur classement dans le dépôt, et nous avons reporté les résultats obtenus sur une carte des courants (d'après John B. FARR).

Nous avons dosé les teneurs en minéraux lourds séparés au bromoforme, suivant la méthode qui sera décrite en détail. Puis, nous avons fait l'examen microscopique du résidu lourd avec évaluation des pourcentages des minéraux suivant la méthode de M. EDELMAN qui permet d'établir le pourcentage des grains opaques par rapport aux grains transparents, puis le nombre de grains de chaque minéral dans cent grains transparents.

Cette méthode nous a semblé plus judicieuse que celles employées en Amérique où l'on tend à négliger complètement les grains opaques et en Angleterre où l'on compte tout simplement les grains opaques parmi les autres.

Enfin, nous avons déterminé les roches éruptives par examen microscopique. Il n'a pas été effectué d'analyse chimique de ces roches malgré tout l'intérêt présenté, car dans beaucoup de stations l'état d'altération des roches ne le permettait pas.

Avant de commencer la description des méthodes employées et des résultats obtenus, nous tenons à remercier M. TIOLLAIS, professeur de Chimie à Rennes, qui, en mettant son laboratoire à notre disposition, nous a grandement facilité notre travail.

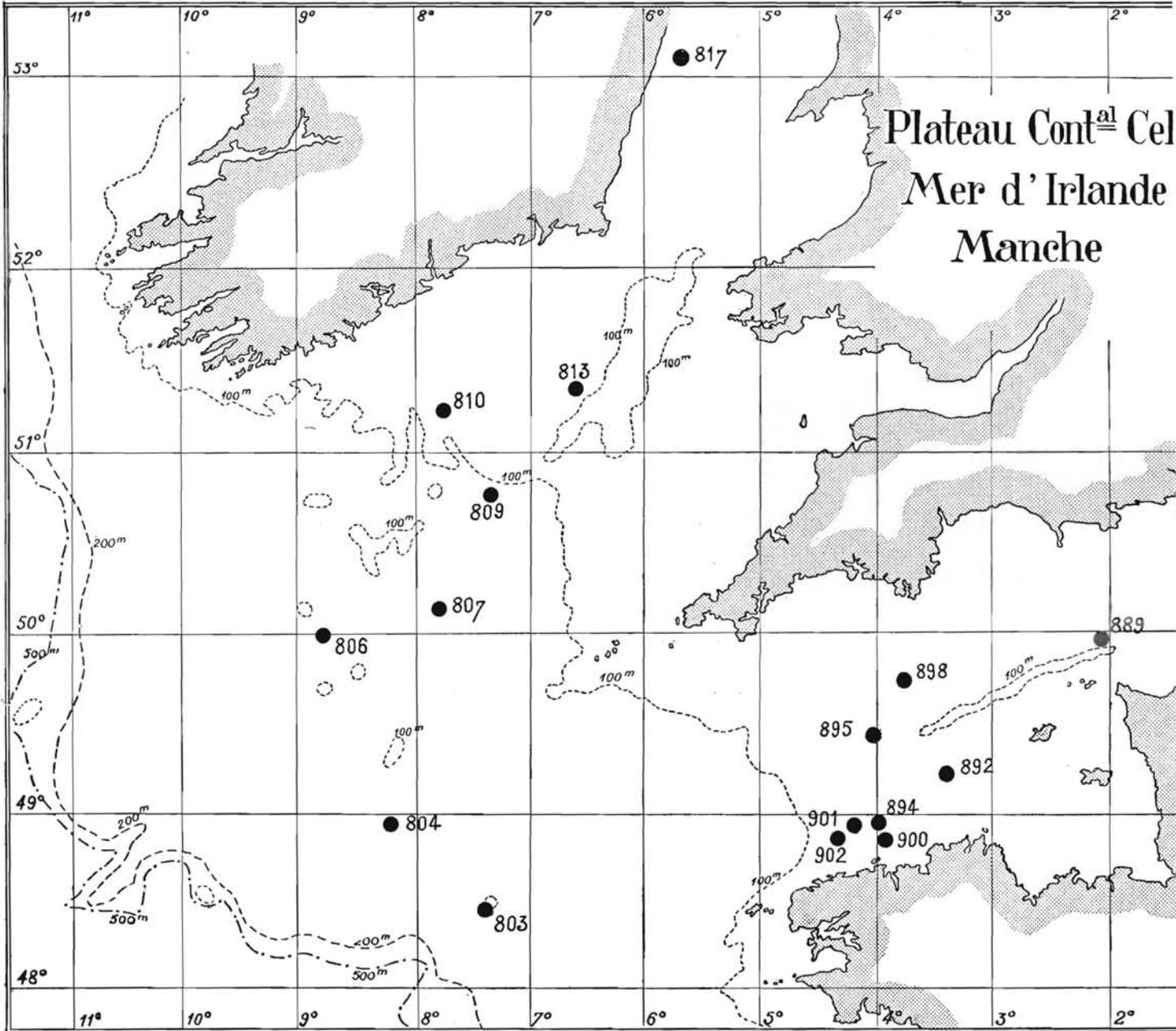


FIG. 1. Carte du Plateau Continental Celte, Mer d'Irlande, Manche

I. — ÉTUDE GÉOLOGIQUE

A. — *Bancs du Plateau Continental Celta.*

Quatre dragages effectués en cette région complètent les dragages antérieurs de la croisière de 1935.

Le premier, par 155 mètres, sur le Banc Shamrock (station 803) n'a fourni, avec de nombreuses coquilles que du sable graveleux, dont les éléments étaient constitués par des grains de quartz et des petits silix.

Au second (station 804) par 140 mètres, un peu au sud du Melville Knoll, la drague a ramené un sable roux très fin, et quelques coquilles bien conservées.

Au Nord du Banc Cockburn (station 806) un troisième dragage, par 110 mètres, a donné une vase un peu sableuse à *Turitella* communis.

Enfin, à quelques milles au nord du Banc Jones, la drague mouillée, par 102 mètres, après avoir sauté plusieurs fois, ne ramène qu'une très petite quantité de sable.

Sauf à cette dernière station où le fond est peut-être constitué par une roche que la drague aurait raboté sans pouvoir en détacher un fragment, les trois dragages précédents témoignent d'une sédimentation actuelle assez intense.

Les dragages assez nombreux, effectués en 1935 dans ces parages présentaient une certaine similitude avec ceux-ci. Souventes fois, la drague était remontée pleine de sédiments meubles, sable, vase, et coquilles. Par contre, plusieurs de ces dragages indiquaient que sous une faible épaisseur de ces éléments meubles se trouvaient des formations pierreuses très importantes qu'il est possible d'attribuer au Quaternaire.

Quoi qu'il en soit, les dragages de 1936 comme ceux de 1935 permettent de constater que s'opère en ces lieux, actuellement, une sédimentation active. Sable et vase apportés par les fleuves ou arrachés au littoral voisin sont distribués par les courants dans toute cette région et colmatent les hauts-fonds aussi bien que les creux de ce Plateau Continental Celta.

B. — *Mer d'Irlande.*

Trois dragages, dans la partie sud de la Mer d'Irlande, ont donné les résultats suivants : (Station 809) par 102 mètres, un peu de sable vasard avec quelques coquilles et de gros blocs anguleux avec quelques galets plus petits.

Ces blocs perforés par des organismes marins sont constitués par un calcaire noir très dur, appartenant vraisemblablement à une formation primaire, carbonifère ou dévonienne. Des galets plus arrondis, de taille plus petite, de roche granitoïde, et l'absence totale de silix semble indiquer que la provenance de ces roches se situe sur les côtes voisines de l'extrémité des Cornwall britanniques.

Transportés par les glaces, ou issus d'une formation morainique, (cette région marque sensiblement la limite des glaciers quaternaires vers le Sud) ces entassements de blocs et de galets

que la sédimentation actuelle a recouvert d'une mince couche de sable vasard, datent certainement du Quaternaire.

Le coup de drague donné à la station 810 par 100 mètres, a été riche en rognons de silex de toutes formes et de toutes tailles. Mis à part un galet de grès rouge, et quelques très petits galets de roche grenue, ces galets de silex auréolés, à gangue épaisse, constituaient la presque totalité de la récolte. Parmi eux se trouvaient deux petits galets de craie très altérée.

Ces résultats semblent indiquer que l'on se trouve, ici, en présence d'un gisement de Crétacé dont les bancs désagrégés par une érosion antérieure auraient laissé presque en place, un important témoin de leur existence, sous forme de ces amas de rognons siliceux.

A la station 813, sur le bord Ouest de la Fosse des Small's, par 87 mètres, la drague, après avoir sauté à plusieurs reprises, est revenue complètement démolie. Il doit exister en ce point un fond rocheux. Un quatrième dragage, au large d'Anglesey, par 100 mètres a donné une quantité notable de sable coquiller et de galets de la grosseur du poing, de roches primaires : quartz, grès blanc très dur, micaschiste, etc. L'un d'eux, de calcaire brun, carié, est bourré de fossiles ; anneaux d'encrines et fragments de coquilles indéterminables.

Comme le Plateau Continental Celte, la Mer d'Irlande est actuellement l'objet d'une sédimentation plus ou moins active ; ces dépôts meubles, sables et vases sont véhicules de la côte par les cours d'eau et les courants et recouvrent d'un manteau plus ou moins épais les champs de blocs et de galets que les glaciations quaternaires ont épandus sur tous les fonds du grand plateau continental de l'Atlantique Nord-Est.

C. — Plateau Continental au Nord de l'Irlande.

Dans cette région, de l'Atlantique Nord-Est, huit coups de drague ont été donnés à des profondeurs diverses.

L'un d'eux au large de l'île Tory, par 70 mètres (station 834) a permis de constater que le fond est constitué par un entassement d'énormes blocs de roches diverses : grès quartziteux noirs et grès blancs très durs, roches granitiques et cristallophilliennes, roches éruptives (basalte) affectant des formes diverses, les unes bien roulées, et polies, les autres anguleuses.

A l'Ouest et au Nord de l'île Tory, par des profondeurs plus conséquentes, 100 mètres, 130 mètres, 170 mètres, 200 mètres, les dragages ont montré une certaine homogénéité. Comme à proximité de l'île Tory, la récolte a été abondante en gros galets dont certains pèsent plusieurs kilogrammes, de schistes métamorphiques, de grès blancs très durs, de quartzites noirs, de granite, de gneiss et de roche basaltique noire, appartenant toutes aux formations primaires ou éruptives qui constituent les rivages de l'Irlande du Nord et de la côte Ouest de l'Écosse.

Peut-être ces blocs ont-ils été transportés par les glaces flottantes, mais la puissance de leurs entassements, le fait qu'on trouve à chacune des stations les mêmes roches, semble indiquer plutôt qu'il s'agit de dépôts glaciaires, formations morainiques qui ont pu se constituer à l'air libre, dans une partie de l'Europe où la glaciation, aux différentes périodes quaternaires, fut particulièrement intense. C'est dans cette direction, N. W. d'Irlande-W. d'Écosse, que devaient s'écouler les grands glaciers qui occupaient toute la superficie du Nord des Îles Britanniques.

Les dragages effectués sur les bords de la fosse située au sud du Banc Stanton et sur ce banc

lui-même qui est le prolongement de la crête constituée par les îles Tiree et Coll, de direction N. E.-S. W. ont donné de semblables résultats. Aussi bien les bords de cette fosse (station 827) par 140 mètres, et (station 828), par 137 mètres que la surface de ce Banc (station 836 par 80 mètres) sont occupés par des entassements de très gros galets de quartz, granite, diorite, quartzite noire, grès, calcaires, usés et modelés par les glaces. Ce sont des formations de moraines. La force des courants a lavé ces formations et en a dispersé les éléments meubles.

Certains des galets que la drague a ramenés, sont enrobés par des organismes encrustants dont les squelettes superposés appartiennent à diverses espèces, bryozoaires, serpules, balanes, algues, etc., montrant l'immobilité de ces blocs qui doivent se trouver en place depuis fort longtemps.

Dans cette région, le Plateau Continental est très étendu. Il est parsemé de bancs et creusé de fosses plus ou moins compliquées affectant les formes habituelles des vallées glaciaires submergées (Loughs irlandais, Lochs écossais, etc.)

Les recherches des savants du *Knicht-Errant*, du *Michaels-Sars*, du *Triton*, du *Pourquoi-Pas?*, ont montré que tous les fonds du Plateau Continental de l'Atlantique Nord-Est, de Rockall à l'Islande et à la côte norvégienne ont été le théâtre d'affaissements importants à une époque relativement récente. C'est ainsi que selon COLE, cité par DANGEARD (7), le Banc de Rockall serait un plateau basaltique submergé. De même, la crête Wyville-Thompson peut être considérée, en partie tout au moins, comme une moraine de fond submergée.

Nous avons déjà constaté, en étudiant, le matériel des dragages du *Président-Théodore-Tissier* récolté sur le Plateau Continental Celte et dans le golfe de Gascogne qu'il existe en ces régions des formations littorales et sublittorales sous formes de semblables amas de galets et de sables d'usure éolienne, s'enfonçant jusqu'à la ligne des 200 mètres et paraissant constituer une très ancienne ligne de rivages submergée.

Il est bien probable que cette aire de l'Atlantique Nord-Est ait subi, tout entière, au cours des différentes périodes quaternaires un affaissement important qui, en certains endroits, a pu atteindre plusieurs centaines de mètres et qui a laissé subsister, à peine remaniée, la vieille topographie continentale sous forme de bancs, îles, prolongements de vallées fluviales et glaciaires qui font de cette région une aire aussi tourmentée que n'importe quelle partie du continent.

D. — Mer du Nord.

Dans la partie Sud du Banc Viking et dans la région du Fladen, nous avons donné huit coups de drague, de la station 851 à la station 858, par des profondeurs variant de 105 à 145 m.

La station 851, à l'Ouest d'Utsire a montré avec de la vase grise et des graviers, de gros galets de quartz, granite, calcaire noir très dur, et basalte à olivine. Ces galets sont revêtus de bios, et ce sont des éléments issus de ces mêmes roches qui constituent le gravier. Cette station qui a été faite par 117 mètres, se trouve sur le bord de la fosse norvégienne dont toute la bordure, du Nord au Sud, est parsemée d'amas plus ou moins importants de galets et de gros blocs de roches diverses, mais surtout de granite et dont certains pèsent plusieurs centaines de kilogrammes. Ces amas rocheux proviennent du massif scandinave que les glaciers du Quaternaire ont raboté et creusé de profondes vallées aujourd'hui submergées et qu'on peut suivre très loin sur le Plateau Continental qu'elles entaillent jusqu'à des profondeurs considérables.

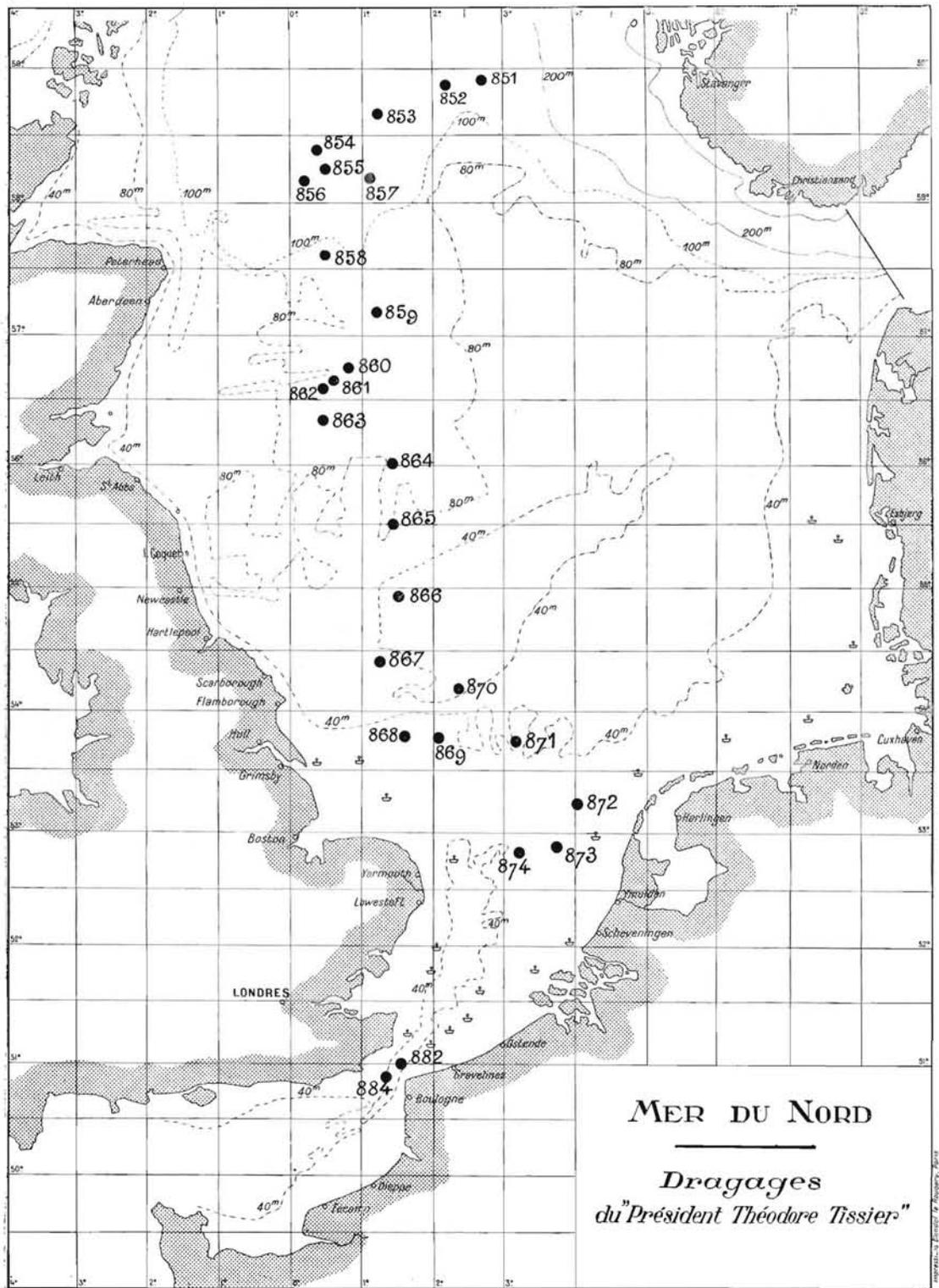


FIG. 2. — Carte de la Mer du Nord.

Les autres stations effectuées sur la fosse du Fladen, ont montré que la sédimentation y est actuellement très active, sous forme de vase grise un peu sableuse.

Des fonds du Fladen jusqu'à la partie méridionale de la Mer du Nord, les dragages ont porté sur le cours supposé de l'ancienne vallée du Rhin. La station 859, au Sud du Fladen, par 90 m. n'a rien donné, malgré un travail rude de la drague. Peut-être se trouve-t-il en ce point une tête de roche ou des blocs volumineux, car la carte indique une étroite vallée (Swatchway) dont les flancs se relèvent rapidement et sont couverts de formations pierreuses.

Les stations 860, par 95 mètres, et 862 par 86 mètres, près du Devil-Hole, et 861 par 186 mètres dans le Devil-Hole lui-même, n'ont donné que de la vase molle ou plus ou moins sableuse.

Un peu au sud, par 95 mètres (Station 863) la drague a fourni, avec l'habituelle vase sableuse actuelle, des blocs anguleux de granite et de grès doux, ainsi que de petits galets bien roulés de quartz et de granite. Ces blocs sont recouverts en partie par des animaux et montrent la trace évidente d'un enfouissement partiel dans la vase.

Ce sont des formations pierreuses quaternaires que la sédimentation actuelle recouvre petit à petit de dépôts sablo-vaseux.

Le bord Ouest du Devil-Hole est porté sur la carte comme étant formé de cailloux. Ce creux doit être une énorme cuvette glaciaire qu'un chenal étroit met en communication, vers le Nord, avec la ligne de plus grande profondeur.

Au Sud, sur le Gut, (station 864) par 84 mètres, (station 865) par 75 mètres, on trouve une vase sableuse à moules et oursins.

Sur le bord Ouest du Dogger-Bank, par 39 mètres (station 866) la drague ramène avec du sable coquiller, de nombreux petits galets de silice, de quartz et de granite patinés.

La station suivante (867), par 53 mètres, a donné le même sable coquiller avec des galets de la grosseur du poing et d'autres, plus petits, parmi lesquels de nombreux silices, des grès zonés, du calcaire, du quartz et une térébratule fossile, usée et polie mais néanmoins assez reconnaissable. Pour ces deux stations, les blocs hétérogènes indiquent probablement qu'il s'agit de formations anciennes plus ou moins remaniées.

Plus au Sud, aux Silver-Pits (stations 868, 869, 870, 871) par des fonds de 30 à 40 m., les dragages ont donné du sable, de la vase sableuse, qui sont des sédiments actuels. Dans la vase de la station 870, se trouvait un fragment de racine de phanérogamme terrestre munie de ses radicelles et subfossilisé. On sait qu'au Quaternaire récent, le Dogger-Bank fut éxondé et recouvert ainsi qu'en témoignent certains gisements de tourbe sous-marine, de végétation. Ces sédiments anciens sont repris par les vagues et les courants qui les remanient plus ou moins.

Trois dragages, aux profondeurs de 31, 35, et 36 mètres, au large de la côte hollandaise, aux stations 872, 873, 874, ont fourni un même sable coquiller.

E. — Pas-de-Calais.

La station 882, par 60 mètres, s'est montrée riche en blocs de roches diverses : silices roulés, galets de calcaires gréseux, granite et micashiste. Calcaires et silice proviennent vraisemblablement des falaises voisines. Mais les micashistes et le granite sont des roches exotiques,

analogues à celles qui, nombreuses, ont été trouvées déjà, sur les bancs des Flandres et la côte belge, et que les savants belges supposent avoir été transportées par les glaces flottantes à partir du Massif Armoricaïn. Ce sont là, bien entendu, des dépôts d'origine quaternaire.

La station 884, un peu plus au Sud, par 22 mètres, a montré un fond tapissé de sable coquiller fin et de coquilles.

En résumé, en Mer du Nord, nous avons constaté que dans le cours supposé de l'ancienne vallée du Rhin, il se poursuit une sédimentation active provenant soit des dépôts anciens remaniés, du Dogger-Bank, soit des apports fluviaux nombreux. Cette sédimentation, sous forme de vase et de sable coquiller, recouvre peu à peu les formations plus anciennes que constituent des amas de blocs rocheux quaternaires qui deviennent très importants dans la partie septentrionale de la Mer du Nord, où ils prennent l'allure de moraines (par exemple le long de la fosse norvégienne).

F. — Manche.

Du Cap de la Hague à l'extrémité Nord-Ouest de la Fosse Centrale, (station 889) le fond est constitué par de gros galets de silex bien roulés, portant de nombreuses traces de choc, semblables à ceux que l'on trouve au pied des falaises de craie du littoral normand. En quantité à peu près égale, se rencontrent des galets de roches primaires, granite, grès, quartz, schiste noir bleuté. Un fragment de poudingue constitué par de petits galets de grès et de quartz enduits d'une patine brune se trouve parmi eux. Ces roches sont toutes plus ou moins recouvertes de bios (bryozoaires), et certains montrent la trace évidente d'un enfouissement partiel dans le sol, preuve de leur longue immobilité sur le fond. Ils appartiennent à une formation ancienne que l'on peut attribuer au Quaternaire.

Sur le haut-fond des Langoustiers (station 892), par 45 mètres, le fond est formé de graviers dont les éléments (petits galets de silex, de grès blanc, de granite) sont colorés par une patine rouge ou brune que cache une abondante faune de bryozoaires.

Si ces graviers étaient d'origine récente, sur ces fonds de l'entrée du golfe normano-breton où les courants sont particulièrement actifs, ils seraient nets de tout organisme. Leur origine est donc fort ancienne et on peut les considérer comme étant des dépôts quaternaires appartenant peut-être à une terrasse sous-marine semblable à celles qui ont déjà été signalées dans le bassin de la Manche.

Deux dragages effectués vers le centre de la Manche, à la station 895, par 85 mètres, à l'extrémité Sud-Ouest de la Fosse centrale, et à la station 898, par 78 mètres, au sud de Start-Point ont montré un faciès identique, de très gros rognons de silex dont certains pesaient plusieurs kilos, de formes très irrégulières, caverneux, mamelonnés, en massues, etc. Ils sont constitués par un noyau noir translucide, entouré d'une auréole mate plus ou moins développée. Leur surface est rugueuse et ne porte pas de trace de percussions comme ceux que nous avons vu précédemment. M. DANGEARD qui a étudié avec soin de semblables silex admet « qu'ils n'ont pas été entraînés au loin et qu'ils indiquent l'emplacement d'anciens gisements de craie ».

Avec ces silex, la drague a ramené un galet de la grosseur de la tête, de quartzite noir-bleu, très dur, un galet de grès grossier rose, et deux galets, plus petits, de granite. Ces galets sont

enrobés de bios. Il doit exister dans cette région, un amas de silex en place, formation crétacée auxquels sont venus s'ajouter des roches exotiques du massif primaire voisin.

La station 989 a donné les mêmes résultats. Gros rognons de silex non roulés, avec une quantité égale de blocs et de galets de roches primaires : quartzite noir-bleu. Les conclusions tirées du précédent dragage peuvent s'appliquer semble-t-il à celui-ci.

Au large de Roscoff et de l'île de Batz, nous avons fait quatre dragages. L'un d'eux (station 894) par 80 mètres nous a donné de nombreux rognons siliceux de grande taille et de formes variées, recouverts de bryozoaires et semblables à ceux que nous avons déjà étudiés.

On peut admettre que là aussi existait une formation crétacée, démantelée aux cours des ères postérieures et se présentant, de nos jours, sous la forme de grands amas résiduels de silex qui peuvent être considérés comme étant en place. A ces silex s'adjoignent quelques galets de granite et de diorite.

Les trois autres stations : 900, 901, 902, à des profondeurs respectives de 80, 90 et 95 mètres ont fourni des galets de roches diverses : quartz, grès quartzeux, granulite, roche verte, calcaire dur et noir, silex.

La plupart de ces galets, recouverts de flustres, bryozoaires, balanes, etc., proviennent vraisemblablement des formations littorales et sublittorales voisines reprises par la mer et accumulées au bas de la pente très accore, en cette région de la Manche (les fonds de 95 mètres se trouvant à une très courte distance du rivage).

II. — ÉTUDE MINÉRALOGIQUE DES SABLES.

A. — *Tamisages.*

Les tamisages ont été effectués sur des échantillons bruts, séchés à l'étuve à 105° pendant au moins 48 heures.

Les échantillons n'ont pas été traités à l'acide chlorhydrique avant tamisage, certains prélèvements possédant une quantité notable de calcaire, car le tamisage effectué seulement sur le résidu insoluble entraînerait une erreur considérable.

Une remarque semblable avait déjà été faite par THOULIER, qui avait constaté la présence d'un dépôt chimique de carbonate de chaux plus ou moins argileux autour des grains quartzeux et il avait observé que l'acide, en supprimant l'enveloppe du grain, en diminuait le volume et le faisait passer dans une catégorie de dimension inférieure.

Aussi dans ses tableaux de tamisage, ce savant donne-t-il les résultats de chaque séparation avant et après traitement à l'acide chlorhydrique.

Pour certaines stations nous ne disposons que d'une petite quantité de sable et il ne nous était pas possible d'effectuer les deux traitements; aussi avons-nous préféré nous limiter au tamisage sur le sable brut.

Les tamis que nous avons employés sont les suivants :

NUMÉROS DES TAMIS.	DIMENSIONS DES GRAINS MESURÉS AU MICROMÈTRE OCULAIRE.
Refus du tamis n° 40	au-dessus de 700 μ .
— — n° 80	de 700 μ à 280 μ .
— — n° 100	de 280 μ à 224 μ .
— — n° 120	de 224 μ à 168 μ .

En prenant toutes les précautions qui s'imposent, on arrive assez facilement à ne perdre qu'une très petite quantité de produits : 0 gr. 1, à 0 gr. 3 pour 100 grammes de sable traité, soit une erreur de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{100}$ sur le calcul des produits de tamisage.

Tableaux des Tamisages.

NUMÉROS DES STATIONS.	TAMISAGES BRUTS. RÉSULTATS POUR 100 GRAMMES.					RÉSULTATS RAMENÉS À 100 GRAMMES EN SUPPRIMANT LE RÉSIDU SUR LE TAMIS N° 100.			
	TAMIS n° 40.	TAMIS n° 80.	TAMIS n° 100.	TAMIS n° 120.	FRANCHIT le tamis n° 120.	TAMIS n° 80.	TAMIS n° 100.	TAMIS n° 120.	FRANCHIT le tamis n° 120.
	I. PLATEAU CONTINENTAL CELTE ET MER D'IRLANDE.								
803.....	23	57,6	7,8	5,7	5,9	74,8	10,1	7,4	7,7
806.....	3,8	17,1	3,9	4,4	70,8	17,8	4	4,6	73,6
809.....	63,8	27,3	3,2	1,8	3,9	75,5	8,8	5	10,7
810.....	58,5	35,2	3	1,4	1,9	84,8	7,2	3,4	4,6
II. MER DU NORD.									
851.....	57	19,2	1,4	5,2	17,2	44,8	3,3	12,1	39,8
853.....	0,6	23	4,3	29,6	42,5	23,2	4,3	29,8	42,7
854.....	5,7	14,6	6,1	7,6	66	15,5	6,5	8	70
856.....	4,5	13,5	4,1	4,8	73,1	14,1	4,3	5	76,6
862.....	1,8	27,2	37,6	15,3	18,1	27,7	38,3	15,6	18,4
863.....	71,2	7,8	3,6	3,2	14,2	27,1	12,5	11,1	49,3
864.....	3,4	3,2	4,6	40,1	48,7	3,3	4,7	41,5	50,5
865.....	1,6	28	27,9	14,5	28	28,5	28,3	14,7	28,5
866.....	33,4	27	17,3	16,2	6,1	40,6	26	24,4	9
867.....	45,7	31,5	10,2	8	4,6	58	18,8	14,7	8,5
868.....	21,2	26,1	22,7	21,8	8,2	33,2	28,8	27,7	10,3
869.....	18,4	25,8	10,3	34	11,5	31,6	12,6	41,7	14,1
870.....	2,5	7,9	3,5	9,1	77	8,1	3,6	9,3	79
872.....	40,1	5,4	38,1	13,5	2,9	9	63,5	22,7	4,8
873.....	29,8	41,7	21,7	5,7	1,1	59,4	31	8,1	1,5
874.....	6,2	55,1	30,8	6	1,9	58,7	32,8	6,4	2,1

Dans les tableaux ci-dessus, nous donnons les résultats en poids, des tamisages ramenés à 10 grammes.

Dans le tableau de gauche, on trouvera les résultats des pesées des grains restant au refus sur tous les tamis et le poids des grains franchissant le tamis n° 120.

Mais ces résultats ne peuvent être comparés entre eux, car il existe certains échantillons constitués par du sable fin mélangé avec de petites pierrailles ou des coquilles parfois très abondantes qui restent sur le tamis n° 40. Si on tient compte de ce résultat dans le calcul définitif du pourcentage, la comparaison avec les échantillons ne contenant pas d'éléments grossiers sera faussée. Pour permettre des comparaisons exactes, nous avons calculé les pourcentages en faisant abstraction des résidus sur le tamis n° 40, et en ramenant les résultats à 100. Ces chiffres sont donnés dans le tableau de droite.

Établissement des Graphiques.

1° GRAPHIQUES DES POURCENTAGES EN FONCTION DE LA DIMENSION DES GRAINS.

Il nous a paru intéressant de représenter par des graphiques les résultats des tamisages que nous avons calculés en supprimant le résidu sur le tamis n° 40 (tableau de droite). Nous avons porté en abscisse, les numéros des tamis (ou dimensions des grains) et en ordonnées, les poids de « refus » sur chaque tamis et les poids des éléments franchissant le tamis 120.

On peut ainsi rapporter les résultats de tamisage à 4 types :

Type I. — Les poids des résidus sur les tamis n°s 80, 100 et 120, sont toujours très faibles (ils n'atteignent jamais 20 p. 100) et pour le tamis n° 100 et 120 sont souvent inférieurs à 10 p. 100. Par contre, les éléments franchissant le tamis n° 120 (dimension inférieure à 168 μ) sont très abondants, ils représentent toujours plus de 50 p. 100 du poids total du sable traité et constituent souvent 70 à 80 p. 100 de ce total.

Type II. — Il est exactement l'inverse du précédent, le refus sur le tamis n° 80 dépasse toujours 30 p. 100 et peut même atteindre 85 p. 100. Par contre, le résidu sur le tamis n° 120 ne constitue jamais plus de 30 p. 100 du poids total du sable traité.

Enfin, les éléments franchissant le tamis n° 120 constituent une fraction extrêmement faible, n'atteignant pas 15 p. 100 du poids total.

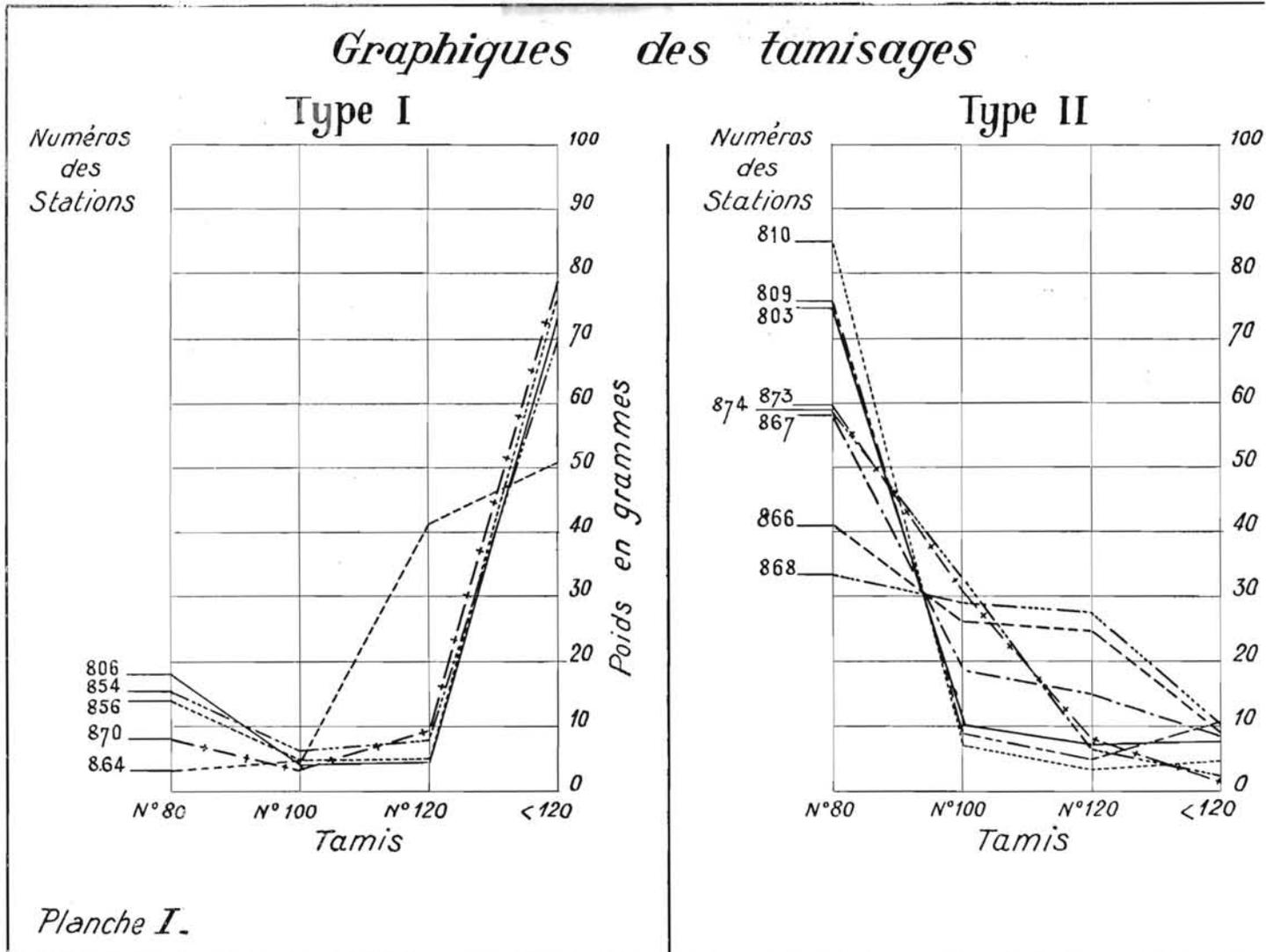
Type III. — Dans ce type, le poids du refus sur le tamis n° 80 est assez voisin du poids des éléments franchissant le tamis n° 120, par contre, les poids des grains de dimensions intermédiaires formant le résidu sur les tamis n° 100 et 120, subissent un fléchissement très accentué et ne représentent souvent pas plus de 15 p. 100 du poids du sable traité. Ce type constitue un terme intermédiaire entre les types extrêmes I et III.

Type IV. — Dans ce dernier type, le mélange est plus complexe, le résidu sur le tamis n° 80 et les éléments franchissant le tamis n° 120 ne forment qu'une faible portion du sable.

Par contre, le refus sur le tamis n° 100 ou 120 devient prépondérant, les courbes prennent une allure très spéciale, en dent de scie, le sable est surtout composé d'éléments moyens.

Examen des résultats. — Nous avons reporté sur la carte des courants de la Mer du Nord, dressée par John B. FAIR, les résultats des tamisages à l'aide d'un chiffre romain indiquant, à chaque station, le type de tamisage considéré.

On remarque ainsi que le type I, dans lequel les éléments fins sont prédominants, correspond toujours à des zones relativement calmes, situées soit dans une aire entourée d'un courant circulaire (station 870), soit dans des lieux où les courants, en se divisant en deux branches



divergentes, laissent entre celles-ci une zone de calme relatif (stations 854, 856, 864).

On notera par contre, que le type II dans lequel le résidu sur le tamis n° 80 est très abondant, est toujours situé en des lieux de faible profondeur où se produisent des rencontres de courants de directions différentes, où par conséquent les perturbations doivent être portées à leur maximum (stations 866, 867, 868, 873, 874).

Enfin, les types III et IV qui, dans les graphiques de tamisage établissent la transition entre les types I et II, constituent par leur répartition dans les stations de dragage une transition entre ces deux termes extrêmes et ceci nous paraît confirmer l'opinion émise plus haut.

Ce fait est particulièrement net lorsqu'on parcourt du Nord au Sud les stations suivantes qui sont bien groupées : station 862 (type IV); station 863 (type III); station 864 (type I); station 865 (type IV); stations 866 et 867 (type II).

Graphiques des tamisages

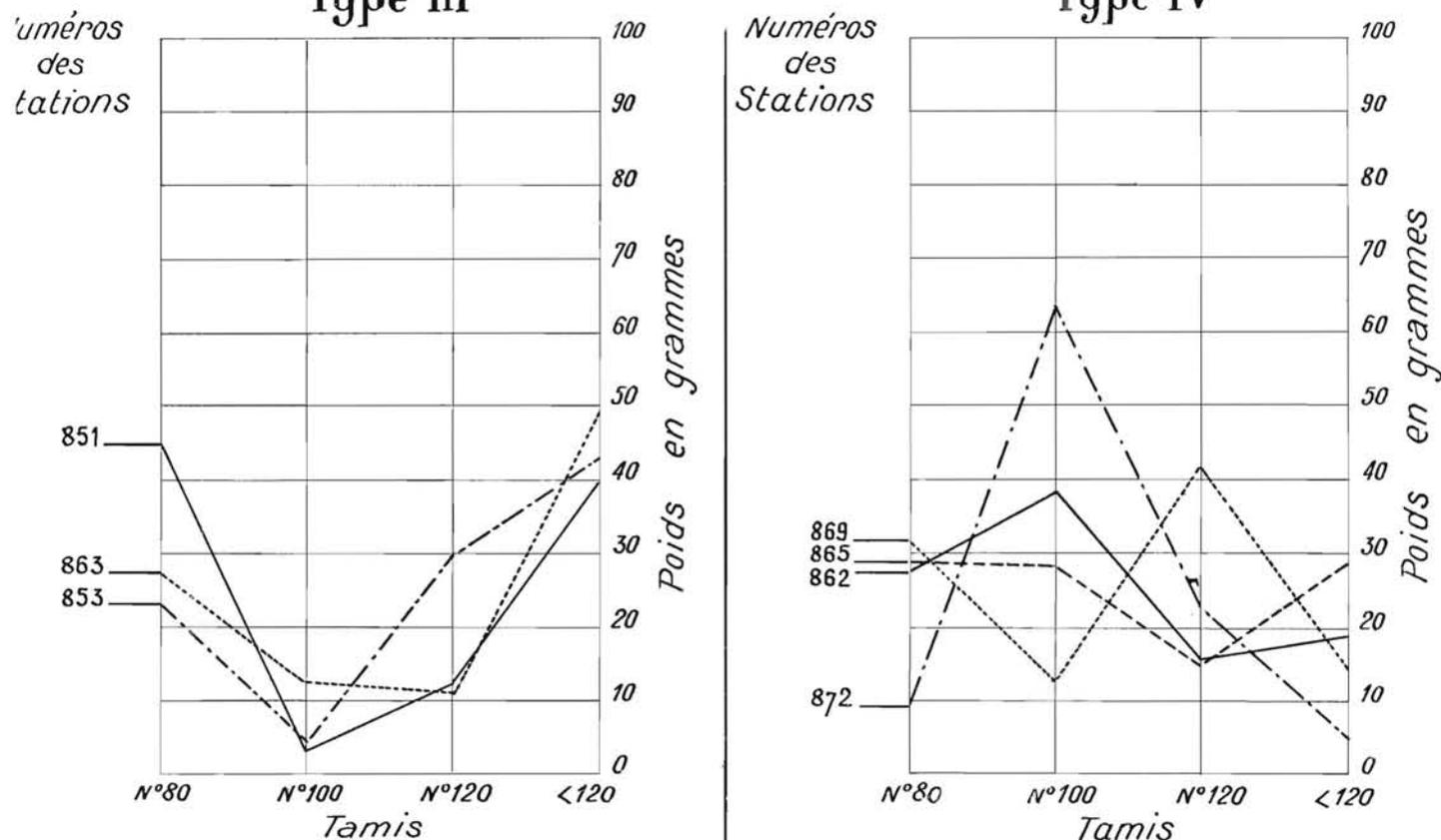


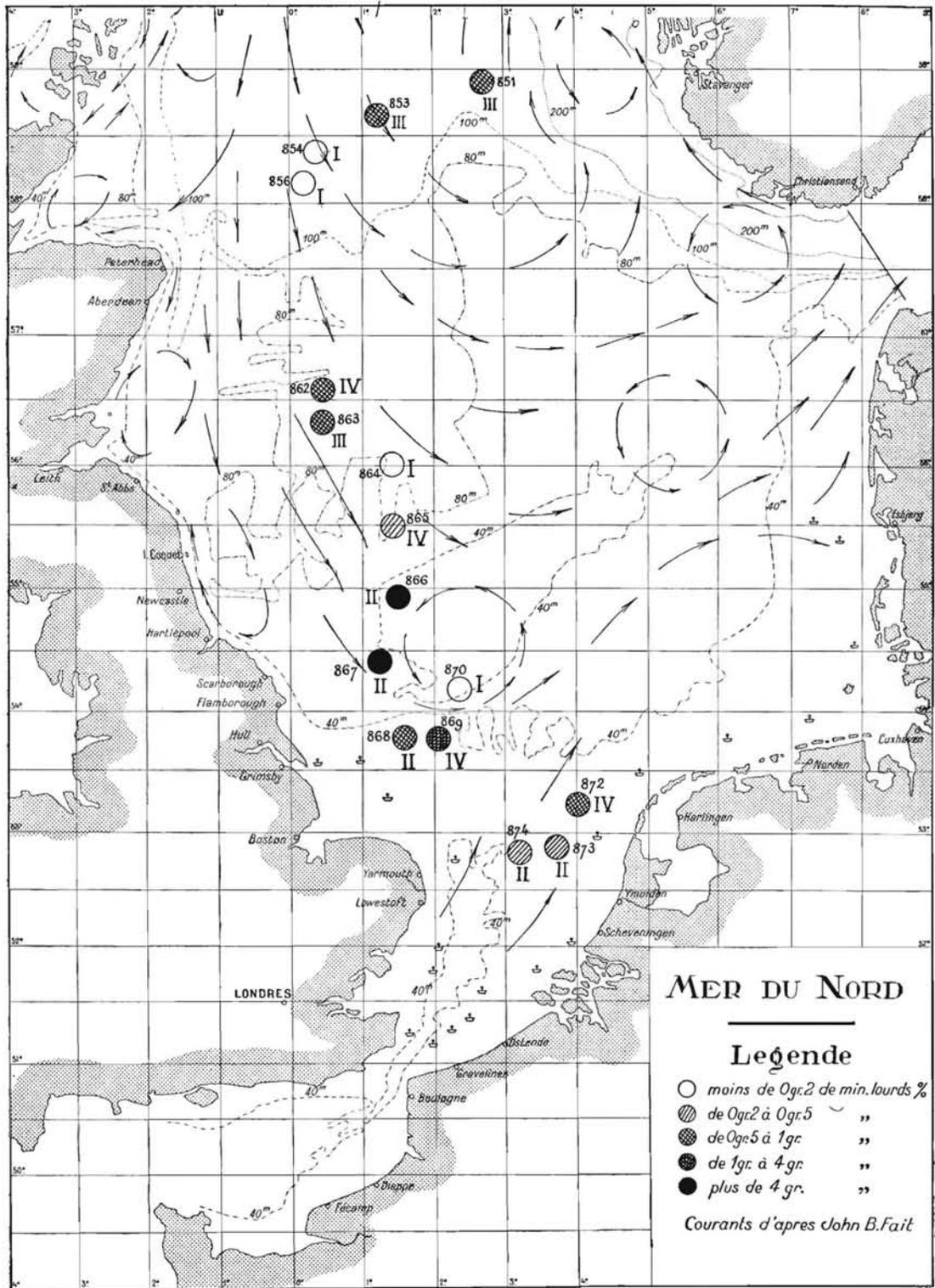
Planche II.

2° GRAPHIQUES DES TAMISAGES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR.

Nous avons établi un graphique des résultats du tamisage en fonction de la profondeur, en nous inspirant de la méthode employée par THOULET, pour la Méditerranée.

Nous avons donc classé les stations par ordre de profondeurs croissantes et nous avons établi le graphique en portant ces profondeurs en abscisse. En ordonnées nous avons porté le poids des résidus de tamisage pour chaque station. Nous avons ainsi obtenu quatre courbes représentant :

- 1° Le refus sur le tamis n° 80 (trait plein);



Graphique des tamisages en fonction de la profondeur

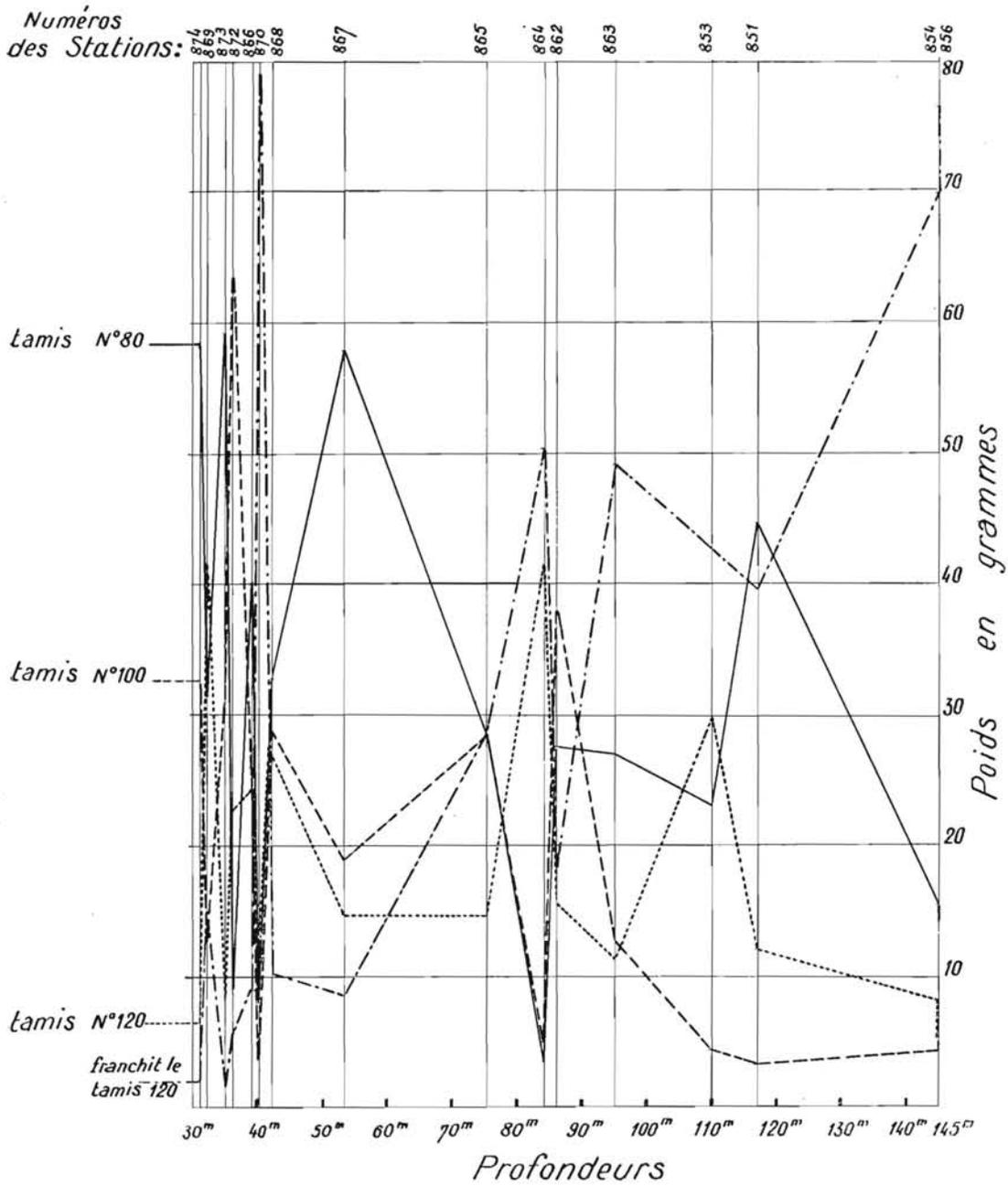


Planche III

2° Le refus sur le tamis n° 100 (tirets);

3° Le refus sur le tamis n° 120 (pointillé);

4° Les éléments franchissant le tamis n° 120 (un trait, un point). Dans le cas qui nous occupe, cette méthode ne peut fournir que des résultats approximatifs, car les stations ne sont pas toutes effectuées suivant une même direction, en outre le profil du fond de la Mer du Nord est très mouvementé dans la région étudiée et les profondeurs ne sont pas régulièrement croissantes.

Si on examine le graphique, on constate que toutes les courbes présentent des variations considérables, très brusques, pour des profondeurs voisines. Cette remarque s'applique surtout aux faibles profondeurs (entre 30 et 45 mètres). Au-dessus de 100 mètres, les variations des résultats de tamisage sont encore très importantes, mais paraissent un peu moins brusques.

Ces observations conduisent à penser que les courants ont eu une influence prépondérante dans la formation si variée de ces dépôts et il faut sans doute envisager des perturbations locales importantes dues à des apports côtiers.

ÉTUDE DES MINÉRAUX.

A. — *Minéraux de densité inférieure à 2.90.*

Le *Quartz* constitue la moyenne partie des sédiments, il est parfois bien transparent, en grains anguleux, mais on le rencontre aussi en grains roulés, ovoïdes, dépolis par l'usure.

Le *Mica* est presque toujours décoloré, il est assez rare en général, souvent roulé, les lamelles montrent des bords repliés, les inclusions sont rares.

Les *Feldspaths*. L'Orthose est habituellement peu abondant, les Plagioclases sont moins rares, et la mâcle de l'Albite y est parfois reconnaissable dans les cassures ou les clivages.

La *Glaucanie* est toujours extrêmement rare, cette remarque a déjà été faite par БААК⁽¹⁾ qui a pensé que le traitement à l'acide chlorhydrique et à l'acide nitrique avait probablement dissous une grande partie de ce minéral. Le traitement à l'acide chlorhydrique dilué que nous avons employé n'a pas attaqué fortement la Glaucanie, et cependant ce minéral nous a toujours paru rarissime.

Cependant, sauf les échantillons 856 et 872 qui paraissent en être totalement dépourvus, tous les autres sables en contiennent une petite quantité.

Comme d'ordinaire, on rencontre de la Glaucanie intacte, vert foncé, accompagnée de grains vert jaunâtre, jaune verdâtre, ou très faiblement colorés. Les grains sont très polymorphes, ils sont ovoïdes ou subsphériques ou possèdent encore la forme des foraminifères que le minéral a épigénisés.

B. — *Minéraux de densité supérieure à 2.90.*

Les minéraux lourds sont très abondants dans certaines stations, et par contre, très rares en d'autres lieux.

Les prélèvements destinés à la séparation des minéraux lourds ont été préalablement traités

par une solution bouillante d'eau acidulée de 20 p. 100 d'acide chlorhydrique, puis séchés à l'étuve.

Nous avons étudié la répartition quantitative des minéraux, mais d'abord nous avons tenu à apprécier l'erreur pouvant résulter des prises d'essai et des diverses manipulations effectuées sur un même échantillon. Sur 6 prélèvements effectués sur un même échantillon, malgré toutes les précautions prises, les teneurs en minéraux lourds varient pour un même échantillon entre 0 gr. 550 et 1 gr. 021 pour 100 grammes de sable. On ne tiendra donc compte, dans les résultats que des variations relativement importantes.

COMPARAISON DES TENEURS EN MINÉRAUX LOURDS.

PROVENANCE.	STATION.	TENEUR EN MINÉRAUX LOURDS %.	TYPE DU TAMISAGE.	PROFONDEUR DU DRAGAGE.
		grammes.		mètres.
Plateau Continental	803	0,751	II	155
Celte et Mer d'Irlande	806	0,267	I	110
— —	809	0,730	II	102
— —	810	0,410	II	100
Mer du Nord	851	0,841	III	116
—	853	1	III	110
—	854	0,191	I	145
—	856	0,036	I	145
—	862	0,983	IV	86
—	863	0,751	III	95
—	864	0,199	I	84
—	865	0,673	IV	75
—	866	4,205	II	39
—	867	9,078	II	53
—	868	0,768	II	42
—	869	1,968	IV	32
—	870	0,152	I	40
—	872	0,841	IV	36
—	873	0,455	II	35
—	874	0,357	II	31

L'examen de ce tableau montre que la profondeur ne semble avoir aucune influence sur la teneur en minéraux lourds.

On ne peut expliquer ces dissemblances qu'en ayant recours aux deux causes précédemment envisagées : les courants et les apports côtiers locaux.

La comparaison entre les teneurs en minéraux lourds et le type de tamisage va nous fournir de nouveaux arguments.

A l'aide du tableau de comparaison des teneurs en minéraux lourds nous avons reporté sur la carte des courants de John B. FAIR, les pourcentages déterminés, mais pour tenir compte

de l'incertitude relative des résultats nous avons établi les cinq catégories suivantes, schématisées sur la carte par des ronds de plus en plus foncés :

De 0 à 0 gr. 200 de minéraux lourds pour 100 grammes de sable.

De 0 gr. 200 à 0 gr. 500 de minéraux lourds pour 100 grammes de sable.

De 0 gr. 500 à 1 gramme de minéraux lourds pour 100 grammes de sable.

De 1 gramme à 4 grammes de minéraux lourds pour 100 grammes de sable.

Au-dessus de 4 grammes de minéraux lourds pour 100 grammes de sable.

En examinant cette carte, on constate : 1° que la teneur en minéraux lourds est toujours inférieure à 0 gr. 200 pour 100, lorsque le sable est du type I des tamisages. Ainsi les remarques qui ont été faites précédemment concernant la répartition géographique de ce type de sédiments s'applique également aux minéraux lourds ;

2° La teneur en minéraux lourds est très variable dans les sables du type II, où elle passe de 0 gr. 500 à plus de 4 grammes p. 100 ;

3° Dans le sable du type III, la teneur en minéraux lourds est assez constante et varie seulement de 0 gr. 750 à 1 gramme, ce qui s'accorde bien avec l'allure régulière des courbes de tamisage mettant en évidence des pourcentages sensiblement égaux d'éléments moyens et d'éléments fins.

Ces remarques nous paraissent démontrer qu'il existe une liaison étroite entre le classement des grains d'un sable et sa teneur en minéraux lourds. L'une et l'autre dépendent des courants et des apports côtiers, comme nous l'avons montré dans l'étude de la répartition des types de tamisages.

Description des minéraux lourds.

Les minéraux lourds sont abondants et variés. Dans le tableau de répartition des minéraux que nous avons dressé, nous n'avons fait figurer que les principaux qui sont utilisés pour le classement, cependant, plusieurs minéraux, plus rares ont été rencontrés en quelques stations, nous les mentionnons au passage dans la description suivante. Les minéraux sont décrits dans l'ordre alphabétique :

Allanite (Orthite). — Ce minéral est extrêmement rare, il n'a été rencontré qu'une fois (station 810) en grains bien roulés, brun rouge possédant un polychroïsme net (ng : brun rouge, np : brun jaunâtre). Ces cristaux sont souvent complètement isotropes comme cela a lieu dans les orthites scandinaves d'après M. A. LACROIX (14).

Amphibole (Hornblende commune). — Existe toujours en fragments de prisme plus ou moins roulés, parfois ovoïdes ou subsphériques.

Anatase. — Ce minéral est très rare, il n'est relativement commun que dans l'échantillon provenant de la station 854. On l'observe en tablettes basales jaunes ou légèrement bleutées dans certaines parties, avec de nombreuses inclusions noires. Ces tablettes carrées ou rectangulaires habituellement biseautées résultent du recoupement de l'octaèdre $b^1(111)$ par le clivage basal net suivant $p(001)$.

Andalousite. — A été, comme les autres silicates de métamorphisme, rencontré en de nombreuses stations, il n'est jamais abondant. On l'observe en fragments de prisme roulés, par-

fois de dimensions assez fortes ($300\ \mu$ à $500\ \mu$) dans lesquels on reconnaît le clivage net suivant m (110).

Les inclusions opaques ne sont pas rares.

Augite. — Ce pyroxène est assez commun mais on le rencontre souvent en grains roulés dans lesquels la forme prismatique primitive a presque totalement disparu. Dans quelques échantillons, notamment à la station 809, il existe en gros cristaux de $700\ \mu$, aplatis suivant g^1 (010) et on peut mesurer à la platine tournante l'angle p-h (001) (100) = $105^\circ 30$, alors que l'angle correspondant indiqué par WINCHELL (19) est de $106^\circ 1$. Le polychroïsme est net. L'extinction très oblique : 44° .

Barytine. — Ce sulfate de Baryum n'a été rencontré que dans l'échantillon provenant de la station 863. Ses cristaux présentent de grandes analogies avec ceux que l'on observe dans le granite d'Alençon (4). Le minéral est peu roulé, cependant les angles aigus sont émoussés et disposés de telle sorte qu'on peut penser que les cristaux ont subi un certain transport.

Beryl. — N'a été trouvé qu'à la station 863, sous forme de fragments de prismes assez roulés.

Chlorotoïde-Ottrelite. — Parfois assez commun, en petites tablettes verdâtres ou vert-brunâtre souvent peu usées et dont les arêtes sont parfois moins émoussées que celles de l'amphibole (station 863).

Corindon. — Cet oxyde d'alumine n'a été trouvé qu'à la station 874. Coloré en bleu, il possède un polychroïsme peu marqué dans les tons bleus. Malgré sa très grande dureté, il est fortement roulé tandis que le grenat qui l'accompagne est souvent en fragments anguleux.

Disthène. — Ce silicate de métamorphisme est rare, il se présente en tablettes aplaties suivant le clivage micacé h (100), dont les arêtes sont souvent émoussées, mais le contour rectangulaire est néanmoins reconnaissable.

Epidote. — En grains ovoïdes ou en fragments de prismes usés, il est abondant dans certaines préparations. Sa couleur vert d'herbe à vert jaunâtre et son fort relief le signalent de suite à l'attention.

Glaucophane. — Cette amphibole est rare, sauf à la station 864. Elle est d'ordinaire très roulée et possède un polychroïsme caractéristique.

Grenat. — Est très abondant. Dans nombre d'échantillons il constitue la partie principale du résidu lourd.

On observe parfois (station 866) des cristaux d'Almandin à contour hexagonal net, dus au rhombododécaèdre b^1 (111). Mais on rencontre aussi des grains bien roulés, ovoïdes ou sub-sphériques (station 803). D'autres fois les grains très roulés sont mélangés avec des fragments esquilleux (stations 863 et 867). Les inclusions claires ou opaques sont fréquentes.

Hyperstène. — N'a jamais été rencontré en grande abondance. Il est souvent bien roulé. Les inclusions opaques sont parfois très abondantes.

Rutile. — Cette manière d'être de l'oxyde de Tytane est très rare. Il s'observe en petits grains plus ou moins allongés, fortement colorés dans les teintes variant du brun au rouge rutilant.

L'échantillon de la station 864 a fourni quelques exemplaires de rutile possédant la macle en genou à $114^{\circ} 26'$.

Sillimanite et Fibrolite. — La sillimanite s'observe en fragments de prisme, dont les pointements sont très émoussés, on trouve aussi des grains très roulés, parfois ovoïdes.

La fibrolite est peu abondante et ordinairement en grains roulés.

Sphène. — Se présente surtout en grains très roulés, doués d'un fort relief teintés en jaun-brunâtre ou en brun, et parfois bourrés d'inclusions sombres ou opaques.

Staurotide. — Ce silicate de métamorphisme n'est pas très commun, il se présente en gros cristaux roulés mais parfois aussi en grains anguleux. Les inclusions opaques y sont fréquentes.

Tourmaline et Indicolite. — La Tourmaline la plus abondante est la variété commune, ferromagnésienne jaune-clair, avec un polychroïsme accentuée en brun. On la rencontre en grains roulés et en fragments anguleux. Ces deux manières d'être peuvent s'observer dans un même échantillon (stations 803 et 833).

On remarque de la Tourmaline brun-clair en fragments de prisme parfois terminés par un pointement à l'une des extrémités.

Les grains de 500 à 600 μ sont assez communs (station 806). Les inclusions opaques sont fréquentes.

L'Indicolite est beaucoup plus rare. Elle a été observée à la station 864.

Topaze. — Est rare; rencontrée seulement dans l'échantillon de la station 873. Les grains sont incolores ou jaunâtres, peu roulés, avec de nombreuses cassures en tous sens. On y trouve parfois de grosses inclusions claires.

Zircon. — Il est comme de coutume très polymorphe.

a. Un type très commun à contours arrondis, présentant de grandes analogies avec le type IV du zircon prédominant dans les gneiss de Bretagne (5). Lorsque ces zircons possèdent des pointements nets et un prisme complet, celui-ci est trappu et ponctué de grosses inclusions noires;

b. Type à prisme large, incolore ou peu coloré possédant des pointements nets terminés par des tronçatures basales;

c. Autre type à prisme large, incolore avec de grosses inclusions opaques disposées suivant une ligne médiane;

d. Un type très rare est représenté par des zones allongées à prisme clair avec de nombreuses et très fines inclusions opaques;

e. La forme suivante n'a été rencontrée qu'à la station 856, elle est constituée par deux octaèdres quadratiques réunis par un prisme court. On observe également en de nombreuses stations des fragments de prismes de zircon ayant des pointements plus ou moins émoussés.

Cependant, on peut constater qu'en général, les zircons à prisme bien développé très commun dans le granite sont en faible quantité dans tous les prélèvements.

Zoizite. — Cette épidote se présente habituellement en grains très irréguliers, parfois en fragments de prisme. Elle possède un relief très accusé. Le clivage suivant g^1 (010) est rarement visible.

Le minéral est facilement identifié dans les préparations par ses couleurs de polarisation très distinctes des gris habituels de premier ordre. Dans le tableau de répartition ce minéral a été classé avec l'épidote.

Remarques sur les dimensions des grains.

Les dimensions des grains sont assez variables. Dans les préparations de certains échantillons les grains atteignent couramment de 500 à 700 μ (stations 866 et 867); dans d'autres, au contraire, les dimensions sont comprises entre 100 μ et 300 μ (stations 856 et 870). Les microphotos de la planche 4 qui sont toutes exécutées avec le même grossissement, permettront d'apprécier ces différences. Mais dans une même préparation on observe assez fréquemment, que certains minéraux se présentant en grains assez volumineux, tandis que d'autres sont en grains beaucoup plus petits.

Exemples : station 853. Le grenat et l'amphibole sont en grains de 300 à 400 μ . L'épidote en grains de 150 à 250 μ . Les autres minéraux, Zircon, Tourmaline, Augite, Hypersène, sont beaucoup plus petits et n'atteignent souvent pas 100 μ .

Station 806 : Le grenat est commun en grains de 200 à 300 μ et atteint parfois 550 à 600 μ . Le Zircon, l'Augite, l'Amphibole, etc., sont en grains de petite taille, 30 à 40 μ .

Ces deux exemples montrent combien il est difficile d'établir avec exactitude le pourcentage réel des différents minéraux composant le sédiment.

Répartition des minéraux lourds.

Nous avons adopté pour le classement des minéraux lourds, la disposition en tableaux utilisée par M. EDELMAN et ses élèves, cette présentation facilitant les comparaisons avec les travaux récents du savant minéralogiste hollandais.

Les pourcentages ont été établis par comptage des grains comme il a été dit dans l'introduction de ce travail. Nous avons compté et déterminé de 250 à 300 grains transparents par préparation.

Si l'on se reporte au graphite de DRYDEN (8), on constate que l'erreur commise pour un minéral ayant dans le résidu lourd une fréquence de 40 p. 100 est de 5 p. 100 environ. Pour un minéral ayant une fréquence de 5 p. 100, l'erreur commise dans l'appréciation du pourcentage sera de 14 à 17 p. 100.

Dans ces conditions, les pourcentages des minéraux importants ne seront pas entachés d'erreurs supérieures à celles dues aux différences de dimensions des grains.

Dans de récentes études, le Professeur EDELMAN (9) puis M. BAAK (1) ont étudié des sables côtiers de l'Atlantique, de la Manche et de la Mer du Nord.

Reprenant et confirmant l'hypothèse émise par le Professeur EDELMAN, M. BAAK a montré que les sables de la côte française de la Manche (de la frontière à la baie d'Escalgrain) ne sont

pas originaires de la Bretagne ou de la Normandie, mais proviennent d'un diluvium mixte fluvio-glaciaire, qui se trouve aux Pays-Bas et dans l'Ouest de l'Allemagne.

TABLEAU DE RÉPARTITION DES MINÉRAUX LOURDS, EN %.

STATIONS.	MINÉRAUX OPAQUES.	TOURMALINE.	ZIRCON.	GRENAT.	RUTILE.	ANATASE.	BROOKITE.	SPIÈNE.	STAUROTIDE.	DISTIÈNE.	ANDALOUSITE.	SILLIMANITE.	CHLORITOÏDE.	ÉPIDOTE.	SAUSSURITE.	AMPHIBOLE.	GLAUCOPHANE.	AUGITE.	HYPERSTÈNE.
PLATEAU CONTINENTAL CELTE ET MER D'IRLANDE.																			
803	40	7	5	64	#	#	#	1	5	1	2	1	#	4	4	2	#	3	1
806	55	8	39	24	#	#	#	1	2	#	1	1	#	4	5	14	#	1	#
809	56	8	21	15	1	#	#	1	4	1	1	#	1	3	2	5	#	37	#
810	51	1	12	24	#	#	#	3	3	1	1	1	1	5	8	3	#	37	#
MER DU NORD.																			
851	36	4	6	20	1	#	#	#	2	1	3	#	#	10	10	25	#	11	7
853	43	1	33	17	1	#	#	#	1	1	1	#	#	7	9	20	#	7	2
854	46	1	23	37	1	1	#	1	1	1	#	#	#	13	2	8	#	10	1
856	49	1	25	38	1	#	#	1	1	1	2	#	#	12	2	7	#	8	1
862	32	3	24	39	#	#	#	1	3	2	#	1	#	9	2	10	#	4	2
863	41	1	26	19	1	#	#	1	2	2	1	#	4	11	2	21	#	6	3
864	23	7	17	32	2	#	#	#	1	1	#	#	#	9	1	25	1	3	1
865	41	3	13	58	#	#	#	#	2	1	1	1	1	6	#	12	#	1	1
866	34	1	11	62	#	#	#	#	2	#	#	#	2	3	2	4	#	13	#
867	50	1	2	84	#	#	#	1	1	#	#	1	#	2	3	2	#	2	1
868	39	4	8	49	1	#	#	1	1	2	#	1	2	5	1	19	#	5	1
869	47	7	2	58	#	#	#	1	1	#	2	2	1	4	1	11	#	8	2
870	30	2	25	19	1	#	#	#	1	1	#	#	3	13	4	16	#	12	3
872	40	4	3	40	1	#	#	#	2	1	1	1	1	6	23	9	1	6	1
873	32	8	4	41	#	#	#	#	5	1	1	1	#	16	12	3	#	7	1
874	14	6	4	33	#	#	#	#	5	#	3	4	3	10	13	11	#	3	5

Pour permettre la comparaison avec les échantillons que nous avons étudiés nous reproduisons le tableau des « Compositions types » de BAAK.

STANDARD COMPOSITIONS.	TRANSPARENT MINERALS IN MUTUAL PERCENTAGES.																		
	OPAQUES.	TOURMALINE.	ZIRCON.	GARNET.	RUTILE.	ANATASE.	BROOKITE.	TITANITE.	STAUROLITE.	KYANITE.	ANDALUSITE.	SILLIMANITE.	CHLORITOÏD.	ÉPIDOTE.	SAUSSURITE.	AMPHIBOLE.	GLAUCOPHANE.	AUGITE.	HYPERSTÈNE.
H group.	30	3	1	30	1	#	#	#	4	2	1	#	#	26	25	14	#	3	#
A group.	25	2	8	31	2	#	#	1	2	1	#	#	#	27	1	24	#	1	#
E group.	16	2	2	40	1	#	#	#	1	#	#	#	#	10	#	17	#	25	2
North Hinder group.	14	2	#	15	#	#	#	1	2	8	3	#	#	9	5	10	#	40	3
Tertiary resp. older.	38	3	40	15	16	#	#	#	1	1	#	#	#	16	#	8	#	#	#

Entre ces groupes bien définis, M. BAAK a reconnu des groupes transitoires qu'il a classés sous les dénominations suivantes :

Transition entre les groupes A et H.

Transition entre les groupes H et E., etc.

COMPARAISON DES ASSEMBLAGES DE MINÉRAUX LOURDS.

a. Stations de la Mer du Nord.

On remarquera que les assemblages de minéraux lourds des stations 872, 873, 874 (voir tableau de répartition des Minéraux lourds) présentent de grandes analogies avec le « groupe H » de BAAK; de même les échantillons des stations 866, 867, 868, 869, 870 se rapprochent du « groupe E » du même auteur. Or, si l'on compare la carte des stations de dragage aux cartes où sont indiquées par BAAK, les aires de chaque groupe (fig. 8 et planche hors texte de son travail, 1) on remarque que la coïncidence est très satisfaisante.

Les échantillons des stations 851 à 865 situées dans une région de la Mer du Nord plus septentrionale que celle qu'ont étudiée les minéralogistes hollandais, offre des assemblages de minéraux assez différents.

Nos dragages en Mer du Nord ayant été effectués suivant le cours présumé de l'ancienne vallée du Rhin, il est intéressant de comparer les assemblages des minéraux lourds des stations de dragage à ceux des sables actuels du Rhin, du Vaal, du Merwede, de l'Yssel et de la Meuse (Maas) étudiés récemment par M. EDELMAN seul (10) et en collaboration avec F. A. Van BAREN (11). Ne pouvant reproduire ici les résultats complets de l'étude minéralogique des nombreux échantillons examinés par eux, nous avons choisi pour chaque fleuve une liste de minéraux aussi typiques que possible.

NUMÉRO DE LA STATION.	COURS D'EAU.	POURCENTAGES MUTUELS DES MINÉRAUX TRANSPARENTS.																		
		OPAQUES.	TOURMALINE.	ZIRCON.	GREYAT.	RUTHÈ.	ANATASE.	BROOKITE.	SPHÈNE.	STAUROÏDE.	DISTRÈNE.	ANDALOUSITE.	SILLIMANTITE.	CHOCORITOÏDE.	ÉPIDOTE.	SAUSSURITE.	AMPHIBOLE.	GLAUCOPHANE.	AUGITE.	HYPERSTÈNE.
50	Rhin.....	7	#	1	6	#	#	#	2	1	#	2	1	#	12	25	25	#	24	#
79	Lek.....	12	1	#	18	#	#	#	5	2	#	#	#	#	2	20	15	#	34	2
64	Vaal.....	16	2	#	10	#	#	#	3	1	#	1	1	#	5	25	21	#	34	1
98	Merwede.....	10	1	#	10	#	#	#	3	5	#	1	#	#	9	18	17	#	34	2
95	Issel.....	8	3	1	18	#	#	#	3	8	#	#	1	#	13	14	9	#	28	2
105	Meuse.....	41	19	7	26	1	#	#	4	18	7	1	#	10	2	2	1	#	2	#
25	Meuse.....	14	8	1	17	#	#	#	2	1	1	3	1	#	20	18	14	#	13	#

Si l'on compare à ce tableau les listes de minéraux que nous avons dressées pour les échantillons des stations 851 à 865, on voit des différences assez considérables dans la composition « quantitative ». En effet, les teneurs en zircon sont très différentes ainsi que les teneurs en saussurite et en augite.

Ces dissemblances de composition n'ont rien de surprenant, les sables qui ont été dragués sont des dépôts actuels ou un mélange complexe de sédiments actuels et anciens. Cependant BAAK, qui a fait une comparaison basée sur de nombreux échantillons a signalé : « The red-brown garnet in the samples Bo 116 suggests a connection with the numbers 1049-1052 north of Ijsselmer and with some samples in and closely under the Riss boulder clay in Holland. — Whether Tertiary is actually exposed north of Heligoland and north of the Dogger-Bank (BO 933) will have to appear from a more detailed examination of this area.—The influence of the material analogous the B-Scheemda-group found the samples BO 827 and BO 826 indicates that we had here a complicated sedimentation. — For the present it is impossible to denote the stratigraphic position, connection and origin of these deviating samples ».

b. *Stations du Plateau Continental Celte et de la Mer d'Irlande.*

Si l'on compare les assemblages de minéraux lourds de ces stations avec les types de BAAK (1), on constate quelques différences dans les teneurs en minéraux opaques et en zircon, mais elles sont de l'ordre de celles observées en Mer du Nord, entre les types de BAAK et nos analyses minéralogiques de dragage.

On peut faire les rapprochements suivants :

Station 803. — A rapprocher du type de transition entre le groupe H et le groupe E.

Stations 809 et 810. — A rapprocher du type de transition entre le groupe H et le North Hinder group.

Mais ces stations (803, 809, 810) se trouvent à l'ouest des côtes de France et d'Angleterre et on peut penser que les sables côtiers ou fluviatiles des deux pays, même s'ils possèdent dans toutes les localités des compositions minéralogiques quantitatives différentes de celles des stations envisagées, peuvent, par mélange pendant le transport, constituer des assemblages minéraux analogues à ceux observés en Mer du Nord.

ÉTUDE DES VARIATIONS DE LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE SUIVANT LES CONDITIONS DE DÉPÔT
OU DE REMANIEMENT.

Nous ne disposons pour cette étude que d'un nombre restreint de stations, aussi nous devons limiter nos recherches aux pourcentages de deux minéraux abondants, de densité voisine : le Zircon et le Grenat almandin.

Nous avons dressé le tableau suivant dans lequel est indiqué en tête de chaque grande colonne le type de tamisage auquel le sable a été rapporté (voir graphiques de tamisage et tableau) et dans chaque petite colonne le pourcentage en Zircon et Grenat extrait du tableau de répartition des minéraux lourds.

De l'examen de ce tableau, il ressort que :

1° Dans le type I où les éléments fins dominant, et dans le type III où ils sont encore abondants, il s'est déposé des quantités de zircon légèrement supérieures ou sensiblement égales à celles du Grenat (sauf dans l'échantillon 851 où un apport local a pu intervenir en faveur du Grenat).

2° Dans le type II, où les gros éléments sont dominants et dans le type IV où les éléments moyens sont abondants et les éléments fins beaucoup plus rares, il s'est déposé 11 fois sur 12 des quantités de Grenat supérieures à celles du Zircon, celui-ci n'ayant été le plus abondant qu'une seule fois. On peut en conclure que la composition minéralogique « quantitative » peut être profondément modifiée suivant les conditions de dépôt ou le remaniement.

NUMÉROS DES STATIONS.	TYPE I DES TAMISAGES.		TYPE II DES TAMISAGES.		TYPE III DES TAMISAGES.		TYPE IV DES TAMISAGES.	
	ZIRCON.	GRESAT.	ZIRCON.	GRESAT.	ZIRCON.	GRESAT.	ZIRCON.	GRESAT.
	803	„	„	5	64	„	„	„
806	39	24	„	„	„	„	„	„
809	„	„	21	15	„	„	„	„
810	„	„	12	24	„	„	„	„
851	„	„	„	„	6	20	„	„
853	„	„	„	„	33	17	„	„
854	23	37	„	„	„	„	„	„
856	25	38	„	„	„	„	„	„
862	„	„	„	„	„	„	24	39
863	„	„	„	„	26	19	„	„
864	17	32	„	„	„	„	„	„
865	„	„	„	„	„	„	13	58
866	„	„	11	62	„	„	„	„
867	„	„	2	84	„	„	„	„
868	„	„	8	49	„	„	„	„
869	„	„	2	58	„	„	„	„
870	25	19	„	„	„	„	„	„
872	„	„	„	„	„	„	3	40
873	„	„	8	41	„	„	„	„
874	„	„	4	33	„	„	„	„

III. — ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES ROCHES ÉRUPTIVES.

A. — Plateau Continental Celte et Mer d'Irlande.

Nous décrirons ensemble les roches recueillies à chaque station.

STATION N° 809.

Diorite quartzique :

Examen macroscopique : La roche est leucocrate avec quelques feldspaths rosés, parmi les éléments colorés on reconnaît de l'amphibole.

Examen microscopique : La structure est granitique. Le feldspath est de l'andésine à 40 p. 100 d'Anorthite maclée suivant la loi de l'albite, les lamelles sont parfois tordues ; le plagioclase qui est en grands cristaux est souvent séricitisé.

Il existe de grandes lamelles d'une amphibole devenue spécifiquement indéterminable par l'écrasement et l'altération; elle est presque complètement transformée en chlorite avec ça et là des plages de calcite.

De plus la roche a subi une recristallisation intense; de grandes plages sont constituées par une fine mosaïque de quartz dont une partie doit cependant être originelle car on remarque quelques individus qui possèdent des extinctions roulantes.

Kersantite (voir planche 5, fig. 3) :

Examen macroscopique : La roche est noir verdâtre à grain très fin, on reconnaît quelques clivages de pyroxène.

Examen microscopique : La roche est composée de grands cristaux de labrador rares, de cristaux d'andésine plus petits, très abondants, d'augite et de biotite moulant les plagioclases.

La structure est ophitique.

Le labrador à 60-64 p. 100 d'Anorthite est maclé suivant la loi de l'albite.

Les minéraux colorés qui moulent les feldspaths ont les caractères suivants :

Le mica biotite est très polychroïque, il est altéré et presque complètement transformé en chlorite.

L'augite titanifère s'éteint à 45° dans les sections normales à $h^1(100)$, elle possède un polychroïsme très net variant de gris rosé à rose violacé.

L'abondance du mica biotite rapproche cette roche des kersantites.

STATION 810.

Rhyolite silicifiée :

Examen macroscopique : La roche est rouge, elle présente une cassure conchoïdale, son grain est très fin, on remarque des phénocristaux de quartz très rares et de feldspath rosé plus abondant.

Examen microscopique : La roche est composée de plagioclases en phénocristaux assez abondants et de grande taille, de quartz rare et de biotite très rare. Le tout dans une pâte qui a du être vitreuse à l'origine mais complètement silicifiée secondairement.

La structure est porphyrique.

Le plagioclase est de l'andésine à 30 p. 100 d'anorthite maclé suivant la loi de l'albite, certains cristaux présentent des lamelles légèrement incurvées.

Le quartz est rare en phénocristaux légèrement corrodés et entourés d'une couronne de quartz secondaire qui s'éteint comme le cristal porteur.

La biotite est chloritisée, elle est extrêmement rare.

B. — Mer du Nord.

STATION 851.

Gneiss à Grenat. — (Voir planche 5, n° 6.) :

Examen macroscopique : La roche est leucocrate, à grain très fin avec une cassure de quartzite.

Examen microscopique : La roche est composée de plagioclase peu abondant, de mica biotite commun en petites paillettes et de quartz xénomorphe. Le Grenat est abondant et la magnétite beaucoup plus rare.

La structure est granoblastique.

Le plagioclase est de la série Albite-Oligoclase à 10 p. 100 d'anorthite, il est maclé suivant la loi de l'albite, il forme parfois avec le quartz des groupements poécilitiques.

La biotite est en petites paillettes sensiblement alignées dans l'ensemble de la roche.

Le grenat almandin est abondant en grands cristaux à contour très irrégulier, il referme souvent des inclusions de quartz et parfois de l'apatite en petits cristaux idiomorphes.

La magnétite forme quelques mouchetures dans la roche mais elle est rare.

Basalte à olivine. — (Voir planche 5, n° 2.) :

Examen macroscopique : La roche est massive, très sombre, on distingue à peine quelques phénocristaux d'augite.

Examen microscopique : La roche est composé d'anorthite zonée de bytownite. Le plagioclase est accompagné d'augite et de péridot.

Les microlites sont constitués par de l'andésine. Le tout dans une pâte vitreuse mouchetée de magnétite très abondante.

La structure est microlitique.

L'anorthite est en cristaux idiomorphes à 90 p. 100 d'anorthite, ils sont zonés de bytownite à 75-80 p. 100 d'anorthite.

L'augite est en grands cristaux montrant des extinctions à 47° dans les sections parallèles à $g^1(010)$.

Le péridot est de l'olivine en cristaux allongés suivant l'arête de zone $pg^1(001)(010)$.

Les microlites sont très petits, les plus grands ne dépassent pas 140μ de longueur; ils sont constitués par de l'andésine à 40 p. 100 d'anorthite parfois maclée suivant la loi de l'albite.

STATION 863.

Syenite à pyroxène. — (Voir planche 5, n° 5.) :

Examen macroscopique : La roche est sombre, massive, à grands éléments, le feldspath est gris bleu foncé, on reconnaît aisément des clivages d'amphibole.

Examen microscopique : La roche est composée d'orthose en petite quantité, de microcline, de quartz, d'amphibole, de pyroxène.

Minéraux accessoires : Sphène, apatite, magnétite.

La structure est granitique à grands éléments.

L'orthose est abondant en grands cristaux, il forme parfois avec le quartz qui est rare des groupements poécilitiques.

L'augite a presque complètement disparu par ouralitisation.

L'amphibole est de la hornblende commune assez peu polychroïque.

ng = vert pâle;

np = jaune verdâtre pâle.

Elle contient des inclusions d'apatite, de magnétite et de sphène.

Ces minéraux se rencontrent aussi en inclusions dans le feldspath, mais la magnétite est

toujours beaucoup plus abondante au voisinage des éléments ferro-magnésiens altérés, peut-être a-t-elle été en partie formée à leurs dépens comme l'a montré M. PAVLOVITCH pour les types serpentinisés du gabbro de ZLATIBOR (15).

Andésite à olivine. — (Voir planche 5, n° 1) :

Examen macroscopique : La roche est massive, de couleur foncée, à grain très fin, on ne distingue pas de phénocristaux.

Examen microscopique : La roche est composée de labrador, d'olivine et de pyroxène en très petits cristaux avec des microlites d'andésine dans une pâte vitreuse mouchetée de magnétite.

La structure est microlitique.

Les phénocristaux de plagioclase sont extrêmement rares, ils sont constitués par du labrador à 60 p. 100 d'anorthite zoné d'andésine à 50 p. 100 d'anorthite.

L'olivine a presque complètement disparu par altération, elle est remplacée par des masses plus ou moins compactes, noirâtres, dont les éléments sont indéterminables, mais parmi lesquels la magnétite semble occuper une place prépondérante.

Le pyroxène est de l'augite que l'on observe en très petits cristaux disséminés dans la masse microlitique.

Les microlites sont constitués par de l'andésine à 45 p. 100 d'anorthite maclée suivant la loi de l'albite, ils sont de dimension assez faible : 100 à 140 μ de longueur.

STATION 866.

Granite leucocrate à biotite :

Examen macroscopique : La roche est à grands éléments, jaune clair, le quartz est abondant en grandes plages à éclat gras.

Les plagioclases sont reconnaissables à leurs clivages.

Examen microscopique : La roche est composée d'orthose abondant, d'oligoclase plus rare, d'une faible quantité de biotite et de quartz abondant.

La structure est granitique.

L'orthose est en grandes plages, il est souvent maclé suivant la loi de Carlsbad et presque toujours faculé d'albite secondaire.

Le plagioclase est de l'andésine à 30 p. 100 d'anorthite maclé suivant la loi de l'albite seulement.

La biotite qui existe dans les intervalles laissés entre les autres minéraux paraît être d'origine pneumatolitique.

Le quartz est très abondant et toujours xénomorphe.

Rhyolite à biotite :

Examen macroscopique : La roche est formée d'une pâte rouge brique dans laquelle on remarque des cristaux d'oligoclase à clivage brillant et des cristaux d'orthose à cassure plus terne.

Examen microscopique : La roche est composée de phénocristaux, d'orthose abondants, d'oligoclase plus rare, de quartz et d'une petite quantité de biotite, le tout dans une pâte vitreuse à microlites d'albite.

La structure est porphyrique.

L'orthose est en cristaux idiomorphes maclés suivant la loi de Carlsbad.

Le plagioclase, en phénocristaux est de l'oligoclase à 25 p. 100 d'anorthite maclé suivant la loi de l'albite.

Enfin on remarque une petite quantité de biotite polychroïque en cristaux idiomorphes parfois altérés.

Le quartz est en cristaux bipyramidés, souvent corrodés.

La pâte vitreuse contient des microlites d'albite à 5 p. 100 d'anorthite maclés suivant la loi de l'albite.

Andésite :

Examen macroscopique : La roche est massive, gris foncé, on reconnaît des clivages de plagioclase (andésine) et des plages assez étendues de calcite secondaire.

Examen microscopique : La roche est altérée, elle est composée d'andésine à 30 p. 100 d'anorthite en grands microlites avec quelques rares phénocristaux d'andésine à 45 p. 100 d'anorthite.

La structure est microlitique avec tendance à l'ophitisme.

Il existe en outre des plages entièrement pseudomorphosées en calcite, bordées d'une couronne de chlorite verte, elles ont dû originellement être occupées par un orthosilicate de calcium dont il ne reste aucun vestige dans la roche.

La pâte qui a dû être entièrement vitreuse à l'origine est en grande partie chloritisée et dans certaines plages des préparations elle est même finement recristallisée.

STATION 867.

Granite à microcline. — (Voir planche 5, n° 4.) :

Examen macroscopique : La roche est à éléments moyens, de couleur rose, riche en microcline reconnaissable à ses clivages, les lamelles micacées sont sensiblement alignées.

Examen microscopique : La roche est composée de microcline abondant d'orthose, d'oligoclase et de sidérophylite, le quartz est très abondant.

La structure est granitique.

Le microcline forme de grandes plages dans lesquelles il est parfois associé au quartz en groupements poécilitiques, l'orthose est plus rare, maclé suivant la loi de Carlsbad; l'oligoclase moins abondant que le microcline forme cependant de grandes plages souvent séricitisées, il est de la série oligoclase-andésine à 25-30 p. 100 d'anorthite.

La sidérophylite n'est pas abondante, elle semble pneumatolitique; elle est douée d'un polychroïsme intense :

ng : vert très foncé;

np : jaune foncé.

Elle contient parfois des inclusions opaques et peut être chloritisée.

Le quartz, qui forme des groupements poécilitiques avec l'orthose, mais surtout avec le microcline existe aussi en grandes plages xénomorphes.

Gneiss à muscovite et biotite :

Examen macroscopique : La roche est à grain fin, leucocrate avec le mica en lits subparallèles, la cassure est celle d'un quartzite.

Examen microscopique : La roche est composée d'orthose peu abondant, de microcline d'oligoclase rare, de biotite, de muscovite et de quartz.

Minéral accessoire : Zircon.

La structure est granoblastique.

L'orthose est maclé suivant la loi de Carlsbad et souvent faculé d'albite secondaire; le microcline est plus abondant que l'orthose.

Le plagioclase est de l'oligoclase à 20 p. 100 d'anorthite maclé suivant la loi de l'albite.

La biotite est en très petits fragments remplissant les intervalles entre les autres minéraux, les lamelles sont souvent orientées.

Il en est de même de la muscovite dont les lamelles sont plus rares mais plus étendues que celles de la biotite.

Le quartz est très abondant, toujours xénomorphe, il montre parfois des extinctions rou-lantes.

La roche paraît être recristallisée.

Andésine à pyroxène :

Examen macroscopique : La roche est massive, vert foncé, elle possède une cassure conchoïdale et montre de nombreux clivages de pyroxène.

Examen microscopique : La structure est microlitique.

La roche est composée de phénocristaux de labrador avec pyroxène probablement accompagnée d'olivine, mais cette détermination est très douteuse étant donné l'état d'altération de cet orthosilicate presque totalement transformé en chlorite et en calcite.

Le plagioclase est du labrador à 60 p. 100 d'anorthite maclé suivant le complexe albite-Carlsbad et dont l'état de fraîcheur tranche sur l'état d'altération des minéraux ferro-magnésiens.

La pâte vitreuse contient des microlites peu allongés d'andésine à 30 p. 100 d'anorthite.

Répartition des roches éruptives.

Les roches que nous avons décrites proviennent de quatre stations effectuées en Mer du Nord, il est impossible avec ce petit nombre d'observations d'établir solidement une hypothèse quelconque.

L'étude microscopique que nous avons faite a surtout pour but de fournir des renseignements aux pétrographes qui s'intéressent aux roches de la Mer du Nord ou du Plateau Continental Celte.

D'autre part, il serait souhaitable que des analyses des principaux types pétrographiques soient exécutées, on arriverait ainsi à une détermination beaucoup plus sûre des gisements; mais en général l'état de conservation est défectueux et toutes les roches que nous avons étudiées sont beaucoup trop altérées pour pouvoir être analysées avec quelque chance de succès.

Les roches volcaniques basiques tiennent une place importante, sous forme de basalte ou d'andésine, elles figurent dans toutes les stations de la Mer du Nord.

Elles paraissent d'autant plus abondantes et volumineuses qu'on s'éloigne vers le Nord, on peut donc supposer qu'elles proviennent d'Écosse ou de Scandinavie.

Une seule station de la Mer du Nord (866) et une autre de la Mer d'Irlande (810) ont fourni des rhyolites.

Les roches grenues, éruptives et cristallophylliennes sont nettement moins basiques, elles sont représentées par des granites, des gneiss et une syénite à pyroxène qui présente le terme le plus basique. Leur origine n'est pas déterminable avec les éléments dont nous disposons actuellement.

Rappelons pour terminer que PRESTWICH a signalé que des échantillons de roches éruptives recueillies au large de Ramsgate provenaient de Scandinavie (7).

IV. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Étude géologique.

Les dragages effectués sur le Plateau Continental Celte et en Mer d'Irlande ont permis de constater qu'il existe actuellement dans cette région une sédimentation active qui recouvre d'un manteau plus ou moins épais des champs de blocs et de galets quaternaires.

Les sédiments dragués sur le plateau continental au Nord de l'Irlande possèdent une remarquable homogénéité dans les types pétrographiques rencontrés : quartzite, granite, gneiss, etc., les grandes dimensions des blocs, parfois modelés et usés par les glaces montrent qu'il s'agit de dépôts glaciaires, formations morainiques constituées à l'air libre et submergées à une époque relativement récente, l'examen du relief sous-marin constitué de bancs, îles, hauts fonds, prolongement des vallées fluviales et glaciaires, apporte de nouveaux arguments en faveur de cette hypothèse.

Les dragages effectués en Mer du Nord indiquent une sédimentation active recouvrant des formations pierreuses quaternaires plus ou moins remaniées, comme celles du Devil-Hole qu'on peut considérer comme une cuvette glaciaire.

Sur le Dogger-Bank qui fut exondé au quaternaire, les sédiments anciens sont repris par les courants et les éléments meubles remaniés.

Rappelons enfin que dans le Pas-de-Calais nous avons recueilli des silex roulés, calcaire gréseux, granite et micaschiste.

Dans la Manche nous avons étudié quelques gisements de craie indiqués par une abondance de silex, ces roches sont accompagnées de roches éruptives : granite, diorite qui appartiennent à des formations pierreuses quaternaires.

Étude minéralogique et pétrographique.

Les sables étudiés par tamisages ont été classés suivant quatre types bien caractérisés et, en reportant la position de chaque type sur une carte de la Mer du Nord nous avons montré que :

Le type I, où les éléments fins dominent, correspond à des zones calmes que les courants entourent où dans lesquelles ils s'étalent largement.

Le type III, riche en gros éléments correspond à des zones de faible profondeur et se trouve au lieu de rencontre des courants où les perturbations sont portées à leur maximum.

Enfin, les types II et IV établissent la transition entre ces deux extrêmes.

Nous pouvons conclure de ces observations que les courants de surface se font nettement sentir aux profondeurs inférieures à 100 mètres observées pour la plupart de nos échantillons de la Mer du Nord.

Cette constatation est en plein accord avec les recherches océanographiques effectuées dans la région. En effet, RENAUD, cité par HALLEZ a signalé que les courants du Pas-de-Calais sont les mêmes au fond qu'à la surface; et M. DANGEARD⁽⁷⁾ indique dans son travail sur la Manche que IORAC a mesuré en 1927 dans le Pas-de-Calais, par 55 mètres, des courants de plus de 3 nœuds.

Le graphique de tamisage où les dimensions des grains sont indiquées en fonction de la profondeur, met encore en évidence l'influence prépondérante des courants, puisque l'on constate qu'à des profondeurs très voisines, il peut se déposer des sédiments grossiers ou des sédiments fins suivant l'action des courants au lieu considéré.

L'étude des minéraux lourds permet de confirmer les remarques précédentes puisque les variations constatées sont étroitement liées au triage effectué par les courants.

L'étude de la répartition des minéraux lourds transparents nous a permis de retrouver en Mer du Nord, aux endroits indiqués par M. BAAK des assemblages minéraux semblables à ceux qu'il a observés.

Le petit nombre d'échantillons recueillis ne nous permet pas d'envisager un examen approfondi des conclusions de M. BAAK concernant l'histoire géologique de la Mer du Nord.

La question de l'origine des sables côtiers de la partie orientale de la Manche, et de la Mer du Nord, le long de la côte française qui avait été reprise par M. BAAK⁽¹⁾ a retenu plus spécialement notre attention car nous possédons quelques éléments pour l'aborder.

On sait que d'après la plupart des auteurs modernes : RENAUD⁽¹⁶⁾, Ch. VILAIN⁽¹⁸⁾, A. BIGOT⁽⁶⁾, HUE⁽¹³⁾, DANGEARD⁽⁷⁾, HALLEZ⁽¹²⁾, les roches éruptives et cristallophiliennes et le sable de la partie orientale de la Manche et de la partie de la Mer du Nord bordant la côte française et belge sont originaires de Bretagne ou de Normandie.

Mais la ressemblance qui existe entre les assemblages de minéraux des sables diluviens continentaux des Pays-Bas et d'Allemagne et certains sables français de Calais, Sangatte, Wimereux, Trouville, Luc, Port-en-Bessin, Baie d'Escalgrain, a conduit M. EDELMAN et M. BAAK à conclure que ces sables ne sont pas originaires de la côte française, mais proviennent d'un diluvium mixte fluvial et glaciaire qui se trouve aux Pays-Bas et dans l'Ouest de l'Allemagne.

Les observations de MM. EDELMAN et BAAK sont certainement exactes. Cependant nous avons remarqué dans l'étude des minéraux lourds du Plateau Continental Celta et de la Mer d'Irlande qu'il existe une ressemblance entre certains des assemblages minéraux de ces stations et d'autres des stations de la Mer du Nord que nous avons étudiés.

On constate, en outre, des similitudes de composition minéralogique entre ces stations du Plateau Continental Celta et certains des types de transition établis par M. BAAK (voir p. 29); ces assemblages sont tous voisins du type II caractéristique des sables de la côte hollandaise.

Or la situation géographique des stations du Plateau continental Celta ne permet pas de rechercher l'origine des minéraux ailleurs que sur les côtes armoricaines ou anglaises. On peut

donc en conclure que les sables issus de ces deux pays peuvent constituer des assemblages minéraux analogues à ceux qu'on observe en Mer du Nord.

Il est intéressant de noter que tous les sables dragués ont « qualitativement » le même cortège de minéraux lourds ou des cortèges très voisins. Pour les classer par groupes, on a évalué le pourcentage de chaque minéral (voir les groupes établis par BAAK).

Or, nous avons montré que la composition minéralogique « quantitative » pouvait varier considérablement suivant les conditions actuelles de dépôt, ou les remaniements qui affectent les dépôts anciens. Ce fait est particulièrement net pour le zircon et le grenat et le tableau que nous avons établi ne nous paraît laisser aucun doute à cet égard.

Il nous paraît donc démontré que les roches cristallines de Bretagne, de Normandie ou d'Angleterre peuvent fournir des assemblages minéraux comparables à ceux de la Mer du Nord.

D'autres part, les variations possibles de la composition minéralogique « quantitative » pendant le transport ou par suite de remaniements postérieurs indiquent que la similitude de composition minéralogique des sables côtiers de France et des Pays-Bas ne peut constituer un criterium suffisant de comparaison, en l'absence de minéraux caractéristiques d'un gisement déterminé.

Enfin, nous avons terminé cette étude par une description pétrographique des roches éruptives qui ont été draguées.

JUIN 1937.

OUVRAGES CITÉS.

- (1) BAAK, (J. A.). — Regional petrology of the southern North Sea. Thèse. Wageningen. 1936.
- (2). BERTHOIS (L.). — Contribution à l'étude des limons de Bretagne. (*Bull. Soc. scient. de Bretagne*, 1936.)
- (3). BERTHOIS (L.). — La séparation des minéraux lourds dans les sables et les arènes. (*Bull. Soc. scient. de Bretagne*, t. XII, fasc. 3-4, 1935.)
- (4). BERTHOIS (L.). — Recherches sur les minéraux lourds des granites de la partie occidentale du Massif armoricain. (*Thèse*, Rennes, 1935.)
- (5). BERTHOIS (L.). — Minéraux lourds des roches éruptives et cristallophylliennes de Bretagne. (*C. R. A. S.*, 1929, t. 188, p. 1506.)
- (6). BIGOT (A.). — Sur les dépôts pléistocènes et actuels du littoral de Basse-Normandie (*C. R. A. S.*, t. CXXV, p. 380-382 16 août 1897.)
- (7). DANGEARD (L.). — Observations de géologie sous-marine et d'océanographie relatives à la Manche. (*Ann. Inst. Océan.*, t. VI, fasc. I^{er}, 1928.)
- (8). DRYDEN (A. L.). — Accuracy in Percentage Representation of heavy mineral frequencies. (*Proc. Nat. Ac. Sc.*, 1931, vol. 17, p. 233.)
- (9). EDELMAN (C. H.). — Petrologische Provinces in het Nederlandsche Kwartair. (*Thèse*, 1933, Amsterdam.)
- (10). EDELMAN (C. H.). — Die Petrologie der Sande der Niederländischen Fluss. (*Ryn. Lek. Waal Merwede. Geldersche. Ijssel.*, Wageningen 1934.)
- (11). EDELMAN (C. H.) et VAN BARREN (F. A.). — La pétrographie des sables de la Meuse Néerlandaise. (*Sedimentpetrologische Guder oëkingen II* Wageningen 1935.)
- (12). HALLEZ (P.). — Sur les fonds du détroit du Pas-de-Calais. (*Ann. Soc. Géol. Nord*, 1899, t. XXI VIII.)
- (13). HUE (E.). — *Environs de Luc-sur-Mer (Calvados). Les blocs erratiques. Le Mans* (Ch. Monnoyer, 1926. Soc. préhist. française.)
- (14). LACROIX (A.). — *Minéralogie de la France et des Colonies*, (Paris 1913, t. I^{er} p. 157.)
- (15). PAVLOVITCH (S. T.). — Les roches éruptives basiques du Zlatibor (Yougoslavie). [*Thèse*, Paris, 1936.]
- (16). RENAUD (A. F.). — Notice sur les roches draguées au large d'Ostende. (*Bull. acad. royale de Belgique*, 1886, t. XI 3^e série.)
- (17). THOULET. — Étude bathylithologique des côtes du Golfe du Lion. (*Ann. Inst. Océan.*, t. IV, fasc. VI. Masson, Paris, 1912.)
- (18). VILAIN (Ch.). — Note sur l'existence d'une rangée de blocs erratiques sur la côte normande. (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e série, t. XIV, p. 569, 1886.)
- (19). WINCHEL (A.). — Elements of optical Mineralogy en introduction of microscopic petrography, New-York, 1933.

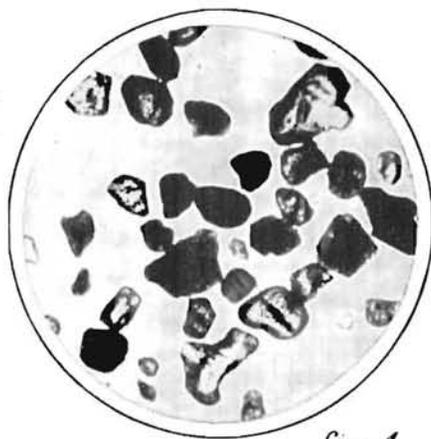


fig: 1

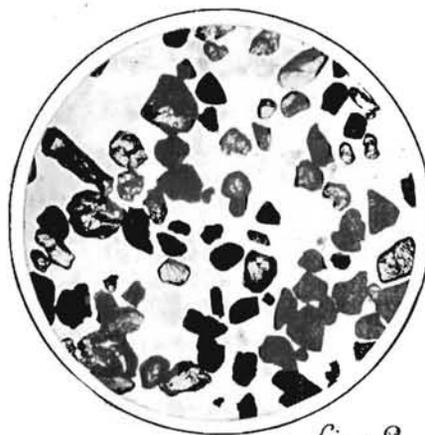


fig: 2

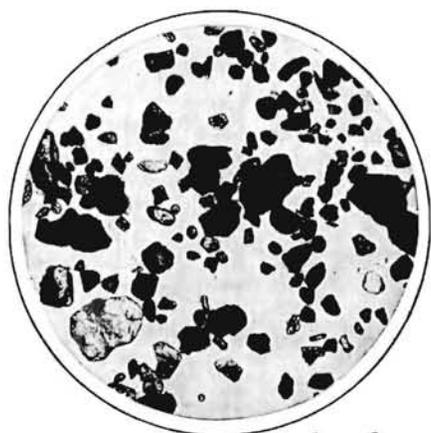


fig: 3

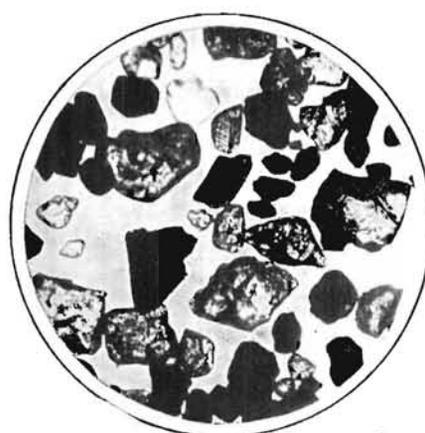


fig: 4

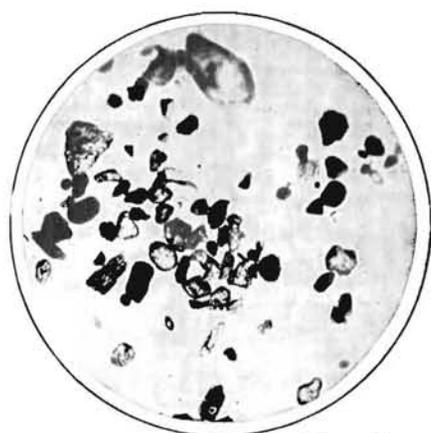


fig: 5

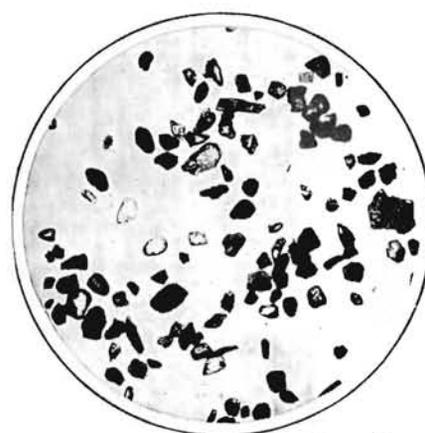


fig: 6

MINÉRAUX LOURDS. — GROSSISSEMENT 20.

FIG. 1. — Station 803. Le grenat est très anguleux, déchiqueté (300 μ à 400 μ). L'épidote est très roulée ainsi que le pyroxène. Tourmaline brune.

FIG. 2. — Station 869. Minéraux sensiblement calibrés. Le grenat est tantôt anguleux, tantôt roulé; il en est de même de la tourmaline et de l'épidote.

FIG. 3. — Station 806. Grain d'andalousite de 450 μ . Grenat et tourmaline (300 μ). Zircon, augite, amphibole de 30 μ à 70 μ .

FIG. 4. — Station 867. Presque tous les minéraux sont très anguleux. Grenat, épidote, staurotide, disthène (500 à 700 μ).

FIG. 5. — Station 854. Gros cristal d'épidote (560 μ). Grenat (100 μ à 300 μ), zircon (70 μ), augite (56 à 140 μ), etc.

FIG. 6. — Station 870. Grenat anguleux (150 à 280 μ), amphibole roulée (120 à 140 μ), zircon (70 à 120 μ), sillimanite.

Planche V



fig: 1



fig: 2



fig: 3

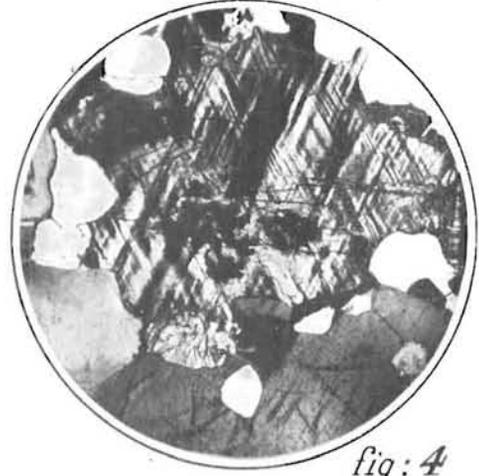


fig: 4



fig: 5



fig: 6

ROCHES. — GROSSISSEMENT 25 (nicols croisés).

- FIG. 1. — Station 863. *Andésite à olivine*. Labrador, andésine, olivine et pyroxène.
 FIG. 2. — Station 851. *Basalte à olivine*. Anorthite zonée de bytownite, andésine, augite et olivine.
 FIG. 3. — Station 809. *Kersantite*. Labrador et andésine moulés par de l'augite et de la biotite.
 FIG. 4. — Station 867. *Granite à microcline*. Microcline, orthose, oligoclase, siderophyllite, quartz.
 FIG. 5. — Station 863. *Syenite à pyroxène*. Orthose, microcline, quartz, amphibole, pyroxène. Minéraux accessoires : sphène, apatite, magnétite.
 FIG. 6. — Station 851. *Gneiss à grenat*. Plagioclase, biotite, quartz, grenat. Magnétite très rare.

V. — LISTE DES DRAGAGES.

STATION 803. — 21 juillet 1936. Latitude N. 48° 24' 5". Longitude 7° 23' 5" W. Gr.

Sonde : 155 mètres.

Drague Rallier du Baty.

Fond de sable graveleux avec coquilles.

Bios : Actinie, Polybius, Portunus tuberculatus, Ophiure, Caryophillie.

COQUILLES : Dentalium vulgare, Capulus, Siphon jeffreysi, Venus verrucosa, Astarte sulcata, Cardium norvegicum, Anomya epiphium, Chlamys varia, Chlamys opercularis, Pinna.

ROCHES : Sable fin avec quelques petits galets de quartz et de silice.

STATION 804. — 21 juillet 1936. Latitude N. 48° 59'. Longitude 8° 10' W. Gr.

Sonde : 140 mètres.

Drague Rallier du Baty.

Fond de sable roux avec coquilles.

Bios : Hyalinecia, Spatangus purpureus, Ophiure, Aphrodite aculeata, Astarte sulcata, Dosina linctia.

COQUILLES : Chlamys opercularis, Cardium edule, Pecten, Astarte sulcata, Dentale.

ROCHES : Sable fin, roux.

STATION 806. — 22 juillet 1936. Latitude N. 50° 01'. Longitude 8° 46' W. Gr.

Sonde : 110 mètres.

Drague Rallier du Baty.

Fond de vase sableuse à Turitella communis.

COQUILLES : Turitella communis, Corbula gibba.

ROCHES : Vase grise un peu sableuse.

STATION 807. — 22 juillet 1936. Latitude 50° 09' Nord. Longitude 7° 54' W. Gr.

Sonde : 102 mètres.

Fond dur?

La drague saute plusieurs fois et ne ramène qu'un peu de sable avec Pagure, Turitella communis, Étoile de mer.

STATION 809. — 22 juillet 1936. Latitude 50° 47' Nord. Longitude 7° 21' West Gr.

Sonde : 102 mètres.

Fond de coquilles et de galets recouverts par un sable vaseux à Spatangus purpureus.

Bios : Spatangus purpureus, Gonoplax rhomboïdes.

COQUILLES : Cardium norvegicum, Isocardia cor, Chlamys varia, Chlamys opercularis, Pecten maximus, Anomya, Capulus, Emarginula fissura, Apporahis pes pelecani, Natica, Turitella communis var. turbona, Astarte sulcata, Venus verrucosa, Nucula nucleus, Patella. Toutes ces coquilles très vieilles et patinées en noir ou en rouge.

ROCHES : Gros galets de roches diverses : Deux gros blocs de calcaire noir très dur. Ces blocs sont anguleux et perforés par des organismes.

Un bloc de roche rouge très dure à structure compacte sans éléments macroscopiques (fait effervescence avec H Cl.).

Trois galets de roche granitoïde plus ou moins recouverts d'organismes encroûtants.

Nombreux autres galets un peu plus petits de roches granitoïdes.

STATION 810. — 22 juillet 1936. Latitude 51° 09'. Longitude 7° 51' W. Gr.

Sonde : 100 mètres.

Fond de galets (Silice) avec un peu de sable coquiller.

Bios : Astarte sulcata, Stelleride, Munida.

COQUILLES : Dentale, Capulus, Pecten, Chlamys, Venus casina, Venus verrucosa, Turitella communis et de nombreux débris indéterminables. Toutes ces coquilles sont vieilles et abimées.

ROCHES : Nombreux silice de grosse taille, allongés, auréolés, à noyau noir très dur. Un galet de grès rougeâtre dur un petit galet de calcaire blanc friable.

Quelques petits galets de roche grenue.

Un peu de sable graveleux, à éléments de roches ci-dessus plus ou moins roulés et débris de coquilles.

STATION 813. — 23 juillet 1936. Latitude N. 51° 20'. Longitude 6° 33' W. Gr.

Sonde : 87 mètres.

Fond dur.

La drague Rallier du Baty revient démolie.

Une scorie, un oursin, *Lutraria*, *Pecten*, *Natica catena*.

STATION 817. — 24 juillet 1936. Latitude N. 53° 10' 5". Longitude 5° 38' W. Gr.

Sonde : 100 mètres.

Fond de sable coquiller et de galets.

Bios : *Hydralmania sulcata*, *Flustra*, *Stenorhynchus*, *Mactra*, *Amodytes*.

COQUILLES : *Neptunea antiqua*, *Natica*, *Mactra solida*, *Chlamys*.

ROCHES : Galets moyens et petits de grès, quartz et micaschiste.

Un galet de roche décalcifiée, grise, caverneuse, fossilifère (anneaux d'encrines et fragments de mollusques bivalves).

Un galet de grès blanc très fin.

STATION 827. — 19 août 1936. Latitude N. 55° 45'. Longitude 8° 05' W. Gr.

Sonde : 140 mètres.

Fond de gravier et coquilles brisées.

Bios : *Sipho jeyffreysi*.

COQUILLES : Dentale, *Apporahis pes pelecani*, *Sipho jeyffreysi*, *Tellina crassa*, *Mactra solida*, *Dosina lupinus*.

ROCHES : Petits cailloux anguleux de roches diverses (peu nombreux).

STATION 828. — 19 août 1936. Latitude N. 55° 55'. Longitude 8° 33' W. Gr.

Sonde : 137 mètres.

Fond de galets gros et moyens avec quelques coquilles.

Bios : Pagure.

COQUILLES : *Apporahis pes pelecani*, *Sipho jeyffreysi*, *Astarte*, *Pecten*.

ROCHES : Quelques galets de petite taille de quartz et de grès.

Galets gros et moyens de grès blanc quartzeux. Certains sont à peine roulés.

STATION 829. — 20 août 1936. Latitude N. 55° 06' 5". Longitude 9° 10' W. Gr.

Sonde : 200 mètres.

Fond de très gros blocs de roches diverses.

Bios : Cidaridé, *Stelleride*, Ophiure, Éponge.

ROCHES : Très gros blocs anguleux de calcaire noir perforé, et de roches granitoïdes, quelques galets de quartz.

Tous sont enrobés d'organismes calcaires encroûtants.

STATION 831. — 20 août 1936. Latitude N. 55° 43'. Longitude 9° 15' W. Gr.

Fond de très gros blocs de roches primaires.

ROCHES : Gros galets et blocs anguleux de micashiste, grès blanc quartzeux, granite et roche éruptive.

STATION 832. — 20 août 1936. Latitude N. 55° 21'. Longitude 9° 22' W. Gr.

Sonde : 170 mètres.

Fond de gros blocs et de galets plus petits bien roulés.

COQUILLES : Fragments indéterminables.

ROCHES : Shiste greseux, grès bleu noir, grès gris clair, très durs; Granulite, quartz, roche éruptive noire.

STATION 833. — 20 août 1936. Latitude N. 55° 25'. Longitude 8° 49' W. Gr.

Sonde : 100 mètres.

Fond dur. Sans doute rocheux, la drague revient usée et tordue.

Bios : Quelques lamellibranches, dentale, *dorocidaris* et *stelleride*.

STATION 834. — 20 août 1936. Latitude N. 55° 20'. Longitude 8° 14' W. Gr.

Sonde : 70 mètres.

Fond de très gros blocs de roches.

Bios : *Stichostrella rosea*.

ROCHES : Grès quartziteux noir très dur, grès blanc dur, Roche granitoïde et shiste métamorphique. Une roche éruptive à pâte noire très fine.

STATION 836. — 21 août 1936. Latitude N. 56° 14' 5". Longitude 7° 52' 5" W. Gr.

Sonde : 80 mètres.

Fond de très gros blocs de roches diverses.

Bios :

COQUILLES : *Apporahis pes pelecani*, *Cardium echinatum*, *Cyprina islandica*, *Tapes aureus*, *Dosina lupinus*, *Pecten septemradiatus*, *Chlamys varia*, *Chlamys opercularis* et, en outre, quelques squelettes de *Caryophyllies*.

ROCHES : Granite, Grès, Diorite, en gros galets recouverts d'organismes encroûtants.

STATION 839. — 22 août 1936. Latitude N. 59° 15'. Longitude 4° 15' W. Gr.

Sonde : 120 mètres.

Fond de coquilles plus ou moins brisées.

Bios : *Hyalinicia tubicola*, *Ophiura lacertosa*, *Asteria*, *Eupagurus*, Oursin; Dentale, *Sipho jeffreysi*.

COQUILLES : *Dentalium*, *Sipho jeffreysi*, *Cardium echinatum*, *Natica*, *Turritella turbona*, *Psamobia feroensis*, *Dosina lupinus*, *Chlamys opercularis*, *Cyprina islandica*, *Chlamys varia*.

Plus quelques *caryophyllies*.

STATION 840. — 22 août 1936. Latitude N. 59° 37'. Longitude 3° 20' W. Gr.

Sonde : 80 mètres.

Drague Rondeleux.

Fond de sable gris, graveleux et de coquilles.

COQUILLES : *Trochus turbinatus*, *Cardium* sp.

STATION 851. — 2 septembre 1936. Latitude N. 58° 57'. Longitude 2° 44' E. Gr.

Sonde : 117 mètres.

Vase grise avec gravier et galets de grosse taille.

Bios : *Astarte sulcata*, *Astropecten irregularis*, *Hyalinicia*.

COQUILLES : *Buccinum undatum*, *Cyprina islandica*, *Astarte sulcata*.

ROCHES : Vase grise.

Gros galets de quartz, granite, calcaire noire très dur et roche éruptive noire. Gravier constitué par des éléments roulés de ces mêmes roches.

STATION 852. — 2 septembre 1936. Latitude N. 58° 49'. Longitude 2° 09' E. G.

Sonde : 105 mètres.

La drague ne ramène que quelques coquilles de *Cyprina islandica*, et de *Dentalium*, et trois individus vivants d'*Astropecten irregularis*.

STATION 853. — 2 septembre 1936. Latitude N. 58° 37'. Longitude E. Gr. 1° 18'.

Sondes : 110 mètres.

Fond de vase sableuse à coquilles de *Cyprina islandica*, *Apporahis pes pelecani*, et *Dentalium*.

STATION 854. — 2 septembre 1936. Latitude N. 58° 25'. Longitude E. Gr. 0° 27'.

Sonde : 145 mètres.

Fond de vase grise à *Astarte sulcata*, *Echinocardium flavescens*, et *Hyalinicia*.

STATION 855. — 3 septembre 1936. Latitude N. 58° 14'. Longitude W. Gr. 0° 32'.

Sonde : 112 mètres.

Fond de vase grise avec coquilles brisées de *Pecten* et de *Cyprina islandica*.

STATION 856. — 3 août 1936. Latitude N. 58° 11'. Longitude E. Gr. 0° 09'.

Sonde : 145 mètres.

Fond de vase sableuse grise, à coquilles d'*Astarte sulcata*, *Cyprina islandica*, *Isocardia cor.* et *Pecten septemradiatus* (ces coquilles très vieilles sont toutes abimées).

STATION 857. — 3 septembre 1936. Latitude N. 58° 10'. Longitude 1° 04' E. Gr.

Sonde : 145 mètres.

Fond de Vase grise. Quelques débris de coquilles : *Pecten*, et *Cyprina islandica*.

STATION 858. — 3 septembre 1936. Latitude N. 57° 37' 2". Longitude E. Gr. 0° 41' 5".

Sonde : 125 mètres.

Fond de vase molle à *Sipho jeffreysi*.

- STATION 859. — 4 septembre 1936. Latitude N. 57°08'. Longitude E. Gr. 1° 06'.
 Sonde : 90 mètres.
 La drague ne ramène aucun sédiment. *Fond dur.*
 Bios : *Brisopsis lyrifera*, *Astropecten irregularis*, *Cardium echinatum*.
- STATION 860. — 4 septembre 1936. Latitude N. 56° 44' 5". Longitude E. Gr. 0° 55'.
 Sonde : 95 mètres.
Fond de vase sableuse grise.
 Bios : *Brisopsis lyrifera*, *Hyalinecia*, *Cardium echinatum*, Annelide.
 Coquilles : *Dentalium*, *Cardium echinatum*.
- STATION 661. — 4 septembre 1936. Latitude N. 56° 38'. Longitude E. Gr. 0° 45' 5".
 Sonde : 166 mètres.
Fond de vase molle.
- STATION 862. — 4 septembre 1936. Latitude N. 56° 35' 5". Longitude E. Gr. 0° 41' 5".
 Sonde : 66 mètres.
Fond de sable fin.
 Bios : *Echinocardium flavescens*, *Spatangus purpureus*.
 Coquilles : *Dentalium*, Apporhais.
- STATION 863. — 4 septembre 1936. Latitude N. 56° 26'. Longitude E. Gr. 0° 43' 5".
 Sonde : 95 mètres.
Fond de sable vasard et de pierres anguleuses.
 Bios : Vers tubicole, *Hyalinecia*, *Brisopsis lyrifera*, *Echinocardium flavescens*, *Carcinus*, Siphon.
 Coquilles : *Buccinum undatum*, *Cyprina islandica*, *Astarte sulcata*, *Cardium echinatum*, *Mya* (?). *Sipho jeffreysi*,
Thracia, Dentale.
 Roches : Un gros bloc anguleux de granite recouvert, sur une moitié, d'organismes encroûtants.
 Grès roux et quelques petits galets bien roulés de quartz et de granite.
- STATION 864. — 4 septembre 1936. Latitude N. 56°. Longitude E. Gr. 1° 26'.
 Sonde : 84 mètres.
Fond de sable vasard à Moules et à Oursins.
 Bios : *Mytilus*, *Spatangus purpureus*, *Brisopsis lyrifera*, *Echinocardium flavescens*, *Astropecten irregularis*, *Sipho jeffreysi*.
 Coquilles : *Dentalium*, *Cyprina islandica*, *Pecten*, *Cardium echinatum*, *Mytilus*, Siphon.
- STATION 865. — 4 septembre 1936. Latitude N. 55° 29'. Longitude 1° 30' E. Gr.
 Sonde : 75 mètres.
Fond de vase grise à oursins.
 Bios : *Astropecten irregularis*, *Brisopsis lyrifera*, Vers.
 Coquilles : *Cardium echinatum*, Siphon, *Cyprina islandica*.
- STATION 866. — 5 septembre 1936. Latitude N. 54° 57'. Longitude 1° 35' E. Gr.
 Sonde : 39 mètres.
Fond de sable avec coquilles et petits galets.
 Coquilles : *Solen*, *Venus gallina*.
 Roches : Petits galets de silex, quartz et roche granitoïde.
- STATION 867. — 5 septembre 1936. Latitude 54° 26'. Longitude 1° 14' E. Gr.
 Sonde : 53 mètres.
Fond de sable coquiller avec quelques galets.
 Bios : *Ophiura ciliaris*, *Ophiopholis aculeata*, *Ophiotrix fragilis*, *Brisopsis lyrifera*, *Echinocardium flavescens*, *Echinus melo*, *Buccinum undatum*, *Cyprina islandica*, *Pagurus bernardus*.
 Coquilles : *Cyprina islandica*, *Cardium echinatum*, *Venus gallina*, *Dosina lineta*, *Mactra solida*, *Donax vitatus*, *solen*,
Psammobia, *Pecten*, *Chlamys*, *Natica*.
 Roches : Sable avec galets moyens et petits.
 Nombreux silex à cassure noire.
 Grès zonés, certaines zones à éléments fins, d'autres à éléments plus grossiers.

Galets de grès roux, friable.
 Galets de grès blanc très fin.
 Une roche noire très dure à structure porphyrique.
 Grains de quartz.
 Galets de calcaire.
 Une *terebratule fossile*, un peu usée, roulée, mais assez nette.

STATION 868. — 5 septembre 1936. Latitude N. 53° 46'. Longitude E. Gr. 1° 47'.

Sonde : 42 mètres.

Fond de sable coquiller.

Bios : Ophiotrix fragilis, Asteria rubens, Pagurus, Echinocardium cordatum, Annelida Polybius, Solen ensis, Venus gallina.

COQUILLES : Solen ensis, Solen siliqua, Donax vittatus, Venus gallina, Ostrea, Cyprina islandica, Dosina lincta, Mactra solida, Psammobia feroensis, Buccinum undatum.

ROCHE : Sable coquiller.

STATION 869. — 5 septembre 1936. Latitude N. 53° 46' 5". Longitude E. Gr. 2° 07'.

Sonde : 32 mètres.

Fond de sable fin gris.

Bios : Ammodytes tobianus, Annelide, Polybius, Echinocardium cordatum, Mactra solida, Venus gallina.

COQUILLES : Solen ensis, Dosina lupinus, Venus gallina, Mactra subtruncata, Donax vittatus, Psammobia tellinella.

ROCHES : Sable fin et petits galets de silex et de quartz.

STATION 870. — 5 septembre 1936. Latitude N. 54° 08'. Longitude 2° 20' E. Gr.

Fond de vase grise très fine.

Bios : Echinocardium cordatum.

COQUILLES : Cyprina islandica, Cardium echinatum.

ROCHES : Vase. Une racine de Phanérogame terrestre avec radicelles, semi-fossilisée, charbonneuse.

STATION 871. — 6 septembre 1936. Latitude N. 53° 40'. Longitude E. Gr. 3° 18' 5".

Sonde : 42 mètres.

Fond de vase grise à Echinocardium cordatum.

Bios : Corystes, Echinocardium cordatum.

STATION 872. — 6 septembre 1936. Latitude N. 53° 11'. Longitude W. Gr. 4° 02'.

Sonde : 36 mètres.

Fond de sable coquiller.

Bios : Solea, Solen ensis, Corystes.

COQUILLES : Donax vittatus, Venus gallina, Mactra atlantica, Mactra solida, Solen.

STATION 873. — 6 septembre 1936. Latitude N. 52° 50' 5". Longitude W. Gr. 3° 48'.

Sonde : 35 mètres.

Fond de sable coquiller.

Bios : Astropecten irregularis, Corystes, Solen ensis, Donax vittatus.

COQUILLES : Venus gallina, Mactra solida, Donax vittatus.

STATION 874. — 6 septembre 1936. Latitude N. 52° 45'. Longitude W. Gr. 3° 10'.

Sonde : 31 mètres.

Fond de sable coquiller.

Bios : Astropecten irregularis, Echinocardium flavescens, Corystes, Donax vittatus, Solen ensis.

COQUILLES : Nombreux Donax vittatus, Cardium, Solen ensis, Mactra solida, Apporahis pes pelacani, Natica.

STATION 882. — 9 septembre 1936. Latitude N. 51°. Longitude E. Gr. 1° 29' 5".

Sonde : 60 mètres.

Fonds de blocs de roches diverses.

Bios : Chalina oculata, Alcyonium digitatum, Bryozoaires, Flustra foliacea, Epiodes crassicornis, Nudibranche, Chiton, Ophiotrix, Callyanassa, Pecten opercularis, Hydraires, Eponges, Acidiola scabra, Solaster papposus, Halychondria, Alcyonium gelatinosum.

ROCHES : Galets et blocs plus ou moins roulés de Silex, Calcaire gréseux, Granite, Micashistes.

STATION 884. — 11 septembre 1936. Latitude N. 50° 50'. Longitude E. Gr. 1° 25'.

Sonde : 22 mètres.

Fond de sable gris fin, et de coquilles (surtout solen).

Bios : *Cardium norvegicum*, Aphrodite, Flustra, Eponge, Ophiotrix fragilis, Cynthia, Ascidiella, Sertularia abietina, Antennularia, Chiton, Porcellana longicornis, Terebella, Sabelles, Josephella, Cucumaria, Pagurus.

COQUILLES : *Solen ensis*, *Cardium norvegicum*. Emarginula.

STATION 889. — 13 septembre 1936. Latitude N. 49° 59'. Longitude W. Gr. 2° 02'.

Sonde : 67 mètres.

Bios : Ophiures.

Fond de gros galets de roches primaires et de silex.

COQUILLES : *Tapes aureus*, *Buccinum undatum*, *Modiola*.

ROCHES : Silex, en galets arrondis, Grès, Schistes, Poudingue, Gneiss, Roche verte granitoïde, en blocs énormes, très anguleux et recouverts en partie d'organismes encroûtants.

STATION 892. — 14 septembre 1936. Latitude N. 49° 14' 5". Longitude W. Gr. 3° 23'.

Sonde : 45 mètres.

Fond de graviers à Bryozoaires.

Bios : *Antennaria antennula*, *Flustra foliacea*, *Cellaria*, *Sertularia*, Eponge, Néréidien, *Alcyonum digitatum*, *Ophiotrix fragilis*, *Ebalia*, *Stenorhynchus*, *Porcellana platycheles*, Oursins.

COQUILLES : *Pecten opercularis*, *Pectunculus glycymeris*, *Venus fasciata*, *Venus ovata*, *Tellina crassa*, *Tellina tenuis*, *Corbula gibba*, *Dentalium*, *Emarginula*.

ROCHES : Gravier constitué par de petits galets bien roulés et patinés de Quartz, Grès blanc, Granite et Silex.

STATION 894. — 15 septembre 1936. Latitude N. 48° 53'. Longitude W. Gr. 4° 00'.

Sonde : 80 mètres.

Fond de gros blocs de roches primaires et de silex.

Bios : Bryozoaires et Hydriaires.

COQUILLES : Néant.

ROCHES : Enormes rognons de silex recouverts en partie de Bryozoaires et d'Hydriaires et montrant nettement la partie de leur masse, enfouie dans le substratum, vierge de bios.

Très gros galets de Granite, de Diorite bien roulés.

STATION 895. — 15 septembre 1936. Latitude N. 49° 26'. Longitude W. Gr. 4° 02'.

Sonde : 85 mètres.

Même *Fond de gros rognons de silex et de galets de roches primaires* qu'à la station précédente.

Bios : Bryozoaires et Hydriaires.

COQUILLES : *Pectunculus glycymeris*, *Pecten opercularis*, *Nassa*, *Venus casina*, *Venus ovata*, *Capulus*, *Ostrea*.

ROCHES : Un peu de sable coquiller, et de très gros galets plus ou moins recouverts de bios; Rognons de silex, Quartzite noire à grain fin, Grès rose assez grossier, Granite.

STATION 897. — 16 septembre 1936. Latitude N. 49° 45'. Longitude W. Gr. 3° 46'.

Sonde : 78 mètres.

Fond de gros blocs de quartzite et de gros rognons de silex avec un peu de sable coquiller, comme à la Station précédente.

STATION 900. — 17 septembre 1936. Latitude N. 48° 50'. Longitude W. Gr. 3° 55'.

Sonde : 80 mètres.

Fond de gros blocs primaires.

Bios : Hydriaires et Bryozoaires.

COQUILLES : *Cardium norvegicum*.

ROCHES : Un peu de sable grossier constitué par des débris de coquille. Gros galets de roches diverses : Quartz, Grès noir quartziteux, Granulite, Granite, Roche verte, et un gros galet de Calcaire noir (carbonifère?) Quelques silex.

STATION 901. — 17 septembre 1936. Latitude N. 48° 54'. Longitude W. Gr. 4° 12' 5".

Sonde : 90 mètres.

Fond de gros blocs de roches primaires.

STATION 902. — 17 septembre 1936. Latitude N. 48° 50'. Longitude W. Gr. 4° 18'.

Sonde : 95 mètres.

Fond de gros blocs de roches primaires et de silex.