

EXPLORATION DE LA MER

sur les côtes de la Belgique

EN 1899

PAR

Gustave GILSON

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN

ANNÉE 1900

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
INTRODUCTION	7
Caractère et objet précis de l'exploration	8
Limites du champ d'exploration	9
Plan général du travail	9

RECHERCHES EFFECTUÉES EN 1899

I. EXPLORATION DE LA BANDE LITTORALE

1° <i>Marche du travail</i> . Réseau littoral	12
Détermination de la position réelle des stations (<i>Planche I</i>)	12
Observations faites à chaque station normale	16
Consignation de ces observations	16
Modèle du livre de navigation	18
" " de mer des points normaux	19
" " " du plankton	20
" " " de l'eau	20
" " " des sédiments	21
" " " des dragages	21
Instruments et leur emploi	22
A. Dragues	22
Drague à anses	22
Drague à large cadre	23
Panier à drague	24
Sûretés	24
Câble	25
Tamis	26
B. Sondeurs	26
Sondeur à coupe fermée	26
Maniement et fonctionnement	28
C. Prises d'eau	29
D. Filets à plankton	29

	PAGES
2° <i>Dragages effectués</i>	29
Traitement des matériaux dragués	29
Classement de ces matériaux	30
Spécimen d'une feuille de dragage	31
Surface draguée en 1899	32
Objets recueillis	32
Listes des espèces.	33
3° <i>Plankton recueilli</i>	35
Remarque préliminaire.	35
Liste des espèces	36
4° <i>Étude du fond.</i>	36
Aspect général du fond dans l'aire explorée en 1899	36
Deux éléments : le sable, la vase.	
1° Coup d'œil sur le sable	37
2° Coup d'œil sur la vase	38
A. Deux vases : la noire, la grise.	
B. Remarques sur les rapports mutuels de ces deux vases	39
1° Elles ne sont pas deux éléments sédimentaires distincts :	
Transformation de la vase noire en vase grise	39
Transformation de la vase grise en vase noire	39
2° La vase noire se forme de la vase grise par sulfuration	40
3° La vase grise se forme de la vase noire par oxydation	40
4° La vase grise doit être considérée comme la matière première d'où	
dérive la vase noire	40
Origine de la vase	41
La mer est un appareil de lévigation	41
La question du calcaire de la vase	41
5° <i>Méthode suivie dans l'étude des sédiments</i>	42
Récolte des échantillons.	42
Etude des échantillons. — Technique	43
Triage mécanique	43
Appareil de lévigation	44
Terminologie	47
Remarques sur l'analyse des sédiments	48
Spécimens des tableaux d'analyse :	
Analyses de sable	49
Analyses de vase	51
Trois analyses chimiques de sédiments	52
Résumé de ces trois analyses et remarques	58

II. ÉTUDE DE LA DÉRIVE DES CORPS FLOTTANTS

	PAGES
Remarques préliminaires	59
Notre champ d'étude	60
Désignation de la portion de la mer que nous étudions	61
Conditions dynamiques de la Mer flamande	61
Méthode	64
Publicité	64
Consignation des expériences et de leurs résultats	66
Valeur des résultats	66

1^{re} expérience : West-Hinder, 2 mai 1899.

Table chronologique des résultats, des vents et des marées	68
Carte de la Mer du Nord indiquant les lieux où les flotteurs ont été recueillis (<i>Planche II</i>)	74
Remarques au sujet des résultats	74
Tracé graphique des vents au West-Hinder et au Helder (<i>Planche III</i>)	75
Remarques au sujet de l'action du vent sur l'eau de surface	77

INTRODUCTION

L'exploration détaillée d'une portion restreinte des mers, quelle que soit la région choisie, ne peut manquer de donner des résultats intéressants, pourvu qu'elle soit menée avec méthode et précision.

Des travaux de ce genre sont même impérieusement réclamés par diverses branches de la science.

L'*Océanographie*, avant toute autre, en ressent la nécessité. « Au point où la science en est arrivée, » dit Thoulet, « il y aurait avantage à étudier d'une manière complète un coin de mer, si petit qu'il soit, car, en agissant autrement, on risque d'éparpiller ses efforts ; les explorations futures ne devraient désormais s'attaquer qu'à des localités circonscrites⁽¹⁾. »

La *Biologie*, de son côté, n'attend pas moins de la recherche minutieuse et répétée dans une aire peu étendue que de l'exploration des vastes océans et de leurs abîmes. Sans doute, les grandes croisières, dont quelques-unes font époque dans la science, ont rendu des services immenses. Mais il n'en est pas moins vrai que c'est à l'exploration détaillée des côtes et des mers peu profondes qu'il faut demander la solution de bien des problèmes que les travaux en mer abyssale ne font qu'effleurer ou n'abordent même pas.

L'*étude de l'adaptation* des espèces à leur milieu, par exemple, branche qui réclame des observations multiples et des hécatombes d'individus, trouve aujourd'hui son principal champ de recherche dans des aires marines facilement accessibles.

Il en est de même pour plusieurs autres branches de science pure ou appliquée.

Parmi les dernières, il en est une qui présente un intérêt primordial au point de vue de la protection et du progrès de l'industrie si importante de la pêche maritime. C'est l'étude des conditions de la *nutrition* et de la *reproduction* des poissons.

Or les poissons trouvent des aliments et aussi des concurrents et des ennemis dans la

(1) *Thoulet. Océanographie*. Paris. Librairie militaire. S. Baudouin et C^{ie}, 30, rue du Passage Dauphine. 1890.

foule des animaux inférieurs qui rampent sur le fond ou flottent dans les eaux emportés par les courants. L'étude de tous ces êtres et de leurs conditions de vie est donc étroitement liée à celle de l'ichthyologie, dans son sens le plus large, et à la science des pêcheries en général; et elle réclame elle-même une exploration systématique, des recherches sur la nature du fond et certaines données sur les courants.

A ce point de vue partiellement utilitaire, l'investigation des faunes abyssales n'a que fort peu d'importance. Celle des régions plus accessibles doit être favorisée.

C'est ce qui a été compris par les naturalistes et par les gouvernements de toutes les nations maritimes d'Europe, d'Amérique et d'Australie.

Il est naturel que la Belgique, dont les pêcheries sont si importantes, contribue pour sa part au progrès de la science dans cette voie.

On comprend donc que le Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, envisageant uniquement le côté scientifique de ces études, ait pris l'initiative d'une exploration détaillée de la portion de la Mer du Nord qui baigne la côte belge.

A la demande du directeur du Musée royal, nous avons accepté d'exécuter ce travail. Ce n'a pas été sans de longues hésitations que nous avons pu nous résoudre à en assumer la responsabilité, car la difficulté et la grandeur de la tâche ne nous échappent nullement. Nous n'entreprenons ces travaux que préparé par une série déjà longue de recherches marines, faites en particulier sur nos côtes et ailleurs, et après avoir pratiqué la drague sur les fonds les plus variés, depuis les vases de notre littoral jusqu'aux récifs de corail, et sous les latitudes les plus diverses, depuis Vancouver jusqu'à la Nouvelle-Zélande et l'Australie.

Mais jamais nous n'eussions abordé cette tâche, si nous n'avions pu nous assurer l'assistance d'éminents zoologistes spécialistes et le concours de plusieurs techniciens d'une haute compétence. Grâce à leur bienveillante coopération, nous pouvons nourrir l'espoir de mener l'entreprise à bonne fin.

Il importe en effet que la Mer belge soit explorée en détail, comme l'a été et l'est encore en ce moment le territoire lui-même. Depuis plus d'un siècle, l'activité scientifique des Belges, en matière d'histoire naturelle, s'est essentiellement concentrée sur l'exploration de la Belgique elle-même. Nos recherches, provoquées par le Musée royal qui a la mission de conserver les résultats de cette exploration et de la stimuler dans toutes ses parties, ne seront qu'un chapitre du grand ensemble de travaux qui ont déjà porté à un haut degré la connaissance scientifique de notre patrie.

Caractère et objet précis de l'exploration.

Bien qu'étroitement liée à des questions d'application, cette exploration revêtira un caractère exclusivement scientifique. Elle sera avant tout biologique et embrassera l'étude des espèces vivantes qui habitent nos eaux et des conditions de vie qu'elles y rencontrent.

Elle comprendra forcément aussi des recherches sur les fonds marins et sur le régime des courants qui règnent dans la portion de la mer que nous désignons sous le nom de Mer flamande. (Voir plus loin.)

Notre tâche est donc double; elle consiste :

1° A recueillir les espèces qui habitent ou hantent nos parages, et à en dresser l'inventaire;

2° A noter minutieusement toutes les circonstances de leur capture, afin de reconstituer plus tard un tableau, aussi exact que possible, des conditions de leur existence.

On le voit, il ne s'agit pas simplement de faire en mer des excursions de pêche, puis d'identifier les spécimens recueillis pour les placer ensuite au Musée. Ce n'est là que la partie la plus facile du travail; l'étude des conditions biologiques en est la plus laborieuse et la plus délicate.

Limites du champ d'exploration.

Il semble naturel d'attribuer à la faune belge tout ce qui habite une zone s'étendant depuis la côte jusqu'à la ligne des plus grandes profondeurs du bras de mer qui nous sépare de l'Angleterre, et d'abandonner à la faune britannique tout ce qui vit au delà. Du moins, c'est là une manière de voir que l'on peut accepter provisoirement, en se plaçant à un point de vue plutôt national que scientifique.

Mais ce serait, nous semble-t-il, une utopie que de vouloir, dès le début, soumettre à une exploration détaillée, telle que celle dont nous allons exposer le plan, une surface de cette étendue.

A la suite d'une série d'investigations préliminaires, nous nous sommes décidé à restreindre notre champ d'exploration aux deux aires que voici :

1° Une bande parallèle à la côte et s'étendant jusqu'à 10 milles nautiques sur le méridien. Elle dépassera au Nord-Est la frontière hollando-belge et s'avancera jusqu'aux côtes de Walcheren afin d'embrasser l'estuaire de l'Escaut occidental (Pl. I).

2° La surface de divers bancs dont les plus importants sont les Hinders, longues croupes assez abruptes qui se dressent en barrière à une vingtaine de milles au large. La faune présente, en effet, sur ces bancs et dans les vallées qui les séparent, un intérêt particulier.

Ajoutons toutefois que nous n'entendons pas nous interdire de sortir de ces limites; nous le ferons, dès que des résultats obtenus en montreront l'opportunité.

Plan général des travaux.

Les surfaces choisies seront explorées en un grand nombre de points régulièrement espacés. En chacun de ces points, il sera fait une série d'observations qui seront soigneu-

sement annotées. Elles consisteront en dragages, pêches de plankton, pêches au filet, prises de fond, mesures de densité et de température, observations météorologiques, etc.

Les matériaux recueillis sont conservés dans leur intégrité pour être ensuite étudiés au laboratoire.

D'autre part, on tâchera de compléter les données que l'hydrographie marine nous fournit sur les courants, ou, plus exactement, on cherchera à déterminer expérimentalement les conditions de la dérive des corps flottants charriés par les eaux superficielles. Cette étude est nécessaire à celle de la faune flottante, plankton et nekton. Elle tendra à établir les rapports que présentent les eaux baignant nos côtes, d'une part avec les eaux méridionales ou de la Manche et de l'autre avec celles de l'Océan septentrional.

RECHERCHES EFFECTUÉES EN 1899

Le plan d'exploration que nous venons d'exposer, a été adopté, d'accord avec la direction du Musée, à la suite d'une série de reconnaissances préliminaires menées, depuis plusieurs années, avec divers bateaux loués à Ostende, et d'une croisière dans la partie méridionale de la Mer du Nord sur l'avis « Ville d'Anvers » de la marine de l'État.

Durant les mois d'été de 1899, M. J. Vandenpeereboom, ministre des chemins de fer et de la marine, ayant mis à notre disposition l'un des remorqueurs du service d'Ostende, nous avons pu entamer sérieusement le travail lui-même.

Les débuts d'une exploration comprennent toujours une longue période de tâtonnements. Nous sommes à peine sorti de cette période.

Néanmoins il nous paraît utile de livrer à la publicité le mémoire que nous adressons à la direction du Musée sur les efforts tentés cette année ; nous y exposons surtout notre méthode et notre organisation, ainsi qu'un certain nombre de faits obtenus, parfois commentés et consignés sur des cartes qui sont des ébauches de la carte du fond, que l'on pourra dresser plus tard.

Notre désir est de recueillir ainsi le plus tôt possible les effets utiles de la critique qui attend toute œuvre de science et dont celui qui désire bien faire, s'empresse de tirer profit pour ses travaux ultérieurs. La critique est un mode de coopération qui, en exploration, produit en général de meilleurs fruits que le système toujours boiteux de la collaboration directe.

Le travail de cette année a porté sur l'exploration de la bande côtière et sur la dérive des corps flottants.

Avant d'exposer la marche et les premiers résultats de ces recherches, nous avons un devoir à remplir ; c'est d'exprimer nos vifs remerciements à toutes les personnes, à la faveur ou à l'assistance desquelles nous devons d'avoir pu les entreprendre et les poursuivre.

Nous devons placer en première ligne MM. les ministres Schollaert, de Trooz et

Vandenpeereboom qui, dès le début, ont bien voulu s'intéresser à l'exploration de la côte et sous le haut patronage desquels elle s'est ouverte.

M. Allo, directeur général, MM. Verbrugghe et Roger, directeurs à l'administration de la marine, ont droit à notre gratitude pour l'intérêt qu'ils ont témoigné à nos travaux et la bienveillance avec laquelle ils ont pris les dispositions qui nous ont permis d'utiliser les navires de l'État.

Dans le service technique de la marine, nous avons à remercier cordialement M. l'ingénieur en chef Lecointe qui nous a puissamment secondé dans l'organisation de notre outillage et dont les avis nous ont été d'un grand secours.

Il en est de même de M. l'ingénieur hydrographe Rochet qui a mis à notre disposition sa profonde connaissance de la côte et qui, à plusieurs reprises, nous a permis de travailler à bord du navire hydrographe « La Belgique » pendant ses opérations de sondage.

Nous ne saurions exprimer toutes les obligations que nous avons contractées envers M. Mersch, inspecteur du pilotage, auquel fut dévolue la mission de concilier les nécessités du service avec les besoins de nos expéditions en mer.

Nous n'oublierons pas non plus le cordial accueil et l'assistance dévouée que nous avons reçus de M. le commandant Fourcault et de ses officiers à bord de la « Ville d'Anvers ».

M. le premier-lieutenant de marine Bultinck, professeur à l'École de navigation d'Ostende, et M. le lieutenant Cuvelier ont mis à notre service, avec une inaltérable complaisance, leurs connaissances nautiques.

M. Ch. Verstraete, patron du remorqueur n° 1, premier lieutenant au long cours, le compagnon constant de nos voyages en mer, nous a rendu d'incalculables services non seulement en dirigeant la navigation parfois bien difficile, mais encore en prenant une part active à nos travaux eux-mêmes.

Enfin notre excellent ami, M. l'abbé Pype, aumônier de la marine, nous a permis de profiter de son navire « École de pêche » et d'une des salles de son « École professionnelle de pêche » où nous avons installé un laboratoire. Il nous a rendu les services les plus signalés par sa grande connaissance des choses de la mer et de la pêche et par son étonnant ascendant sur le monde si spécial des pêcheurs.

On le voit, le personnel si éclairé de la marine de l'État a pris une large part à nos travaux et nous devons à l'esprit de progrès qui l'anime d'avoir pu leur donner, dès la première année, une organisation solide qui nous permet d'espérer le succès.

EXPLORATION DE LA BANDE CÔTIÈRE

1^o Marche du travail — Réseau côtier.

Nos études préliminaires nous ont conduit à donner à cette partie du travail la marche suivante :

La carte de la bande côtière a été divisée en un réseau formé par l'intersection des minutes géographiques (Pl. I). Les mailles de ce réseau sont par conséquent des trapèzes très voisins d'un rectangle, dont le grand côté a juste un mille nautique.

La différence de longueur de deux minutes de longitude, mesurées sur des minutes de latitude voisines, est trop faible pour qu'il soit nécessaire d'en tenir compte ; nous considérons les mailles du réseau comme des rectangles dont le grand côté a donc 1852 mètres, valeur constante de la minute en latitude, et le petit 1163 mètres, valeur de la minute de longitude sur le 51^e degré de parallèle, qui correspond à la latitude d'Ostende.

Les points d'intersection de ce réseau sont choisis comme points d'exploration normaux.

La longueur de la bande côtière, depuis la frontière franco-belge à La Panne jusqu'au phare de Breskens, est juste d'un degré de longitude : de 2^o33'E. à 3^o33'E. de Greenwich. Les points normaux sont donc au nombre de six cents.

La drague, ainsi que des filets à plankton, de surface et de fond, sont traînés d'un point normal à l'autre, suivant le méridien.

De plus, un échantillon du fond est pris régulièrement à mi-chemin entre deux points voisins.

Dans certains cas seulement, des dragages transverses sont pratiqués suivant le parallèle.

Les prises de fond, faites aux points normaux et entre eux, indiquent donc, à un demi-mille près, les limites des aires de fond différent. Ces limites seront recherchées avec plus de précision à l'aide de nombreux levers d'échantillons faits dans ce but spécial.

Les aires de fond semblable étant bien délimitées, il sera possible de pratiquer des dragages non empiétants, et l'on obtiendra ainsi des données certaines sur la faune spéciale des différents fonds.

Détermination de la position réelle des stations d'observation.

Nous venons de dire que nous choisissons, comme points normaux, les intersections des minutes de longitude et de latitude.

Mais quiconque est au fait des difficultés de la navigation dans la Mer du Nord, et surtout en connaît les courants de marée si intenses pendant les vives-eaux, ne manquera

pas de nous demander avec quel degré de précision nous entendons indiquer la position de nos points d'observation.

Il est facile de pointer une intersection sur une carte marine, de déterminer un alignement ou de mesurer des angles ayant leur sommet au point désiré.

Mais, en mer, on a bien vite reconnu combien il est malaisé de s'établir au point marqué, si l'on cherche l'exactitude et non l'approximation.

Aussi croyons-nous utile, dans un mémoire destiné à des naturalistes plutôt qu'à des navigateurs ou des hydrographes, d'exposer avec quelques détails les moyens simples qui nous servent en mer, et d'indiquer les difficultés pratiques que nous y rencontrons, ainsi que la méthode qui nous permet néanmoins de déterminer la position de nos stations avec une grande précision.

Recherche du point. — On gagne d'abord les environs du point où l'on désire jeter l'ancre et travailler. Là, on se met à viser au sextant les objets de la côte que l'on a choisis d'avance et à mesurer les angles que font entre elles les droites passant par ces points et par l'endroit où l'on se tient sur le navire. Si on a pu trouver deux repères fixes A et B, *fig. 1*, visibles en mer et dans l'alignement desquels se rencontre le point C que l'on veut atteindre, il suffit d'un seul angle pour déterminer sur cet alignement la position de ce point. On choisit donc un troisième repère D et on mesure sur la carte l'angle B C D.

Cela fait, on marche à petite vitesse suivant l'alignement des objets A B, en tenant l'œil au sextant, jusqu'à ce que l'angle, se fermant ou s'ouvrant, ait atteint l'amplitude mesurée d'avance, soit, par exemple, 45° . Il ne s'agit plus alors que de stopper aussi brusquement que possible.

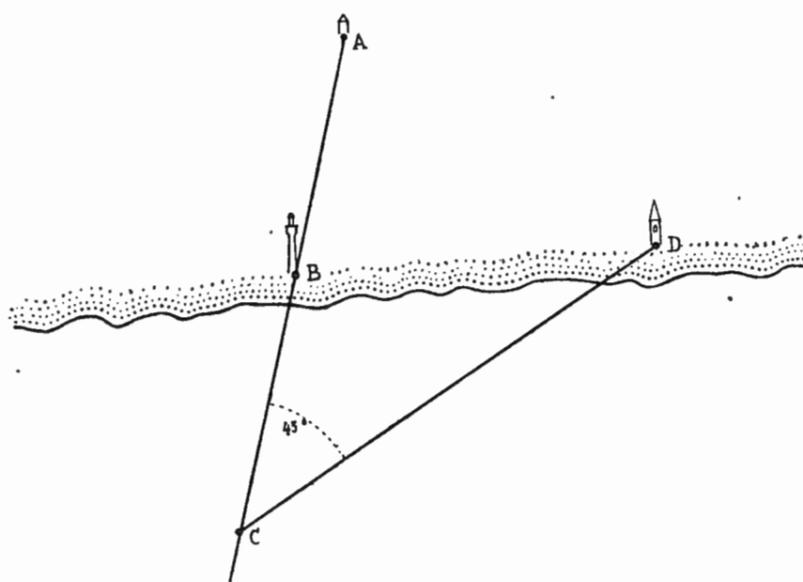


Fig. 1. — Détermination du point C à l'aide de l'alignement de deux objets A et B et d'un angle B C D.

Mais il est plutôt rare, surtout à quelque distance au large, de trouver des objets alignés sur une droite passant exactement par le point cherché.

Dans le cas d'absence d'un alignement convenable, un seul angle ne suffit plus, car tous les points d'un cercle, passant par les deux objets relevés, peuvent être au sommet d'un même angle formé par l'intersection de deux droites passant par ces objets, ainsi que le montre la fig. 2, $BCD = BC'D = BC''D = 45^\circ$.

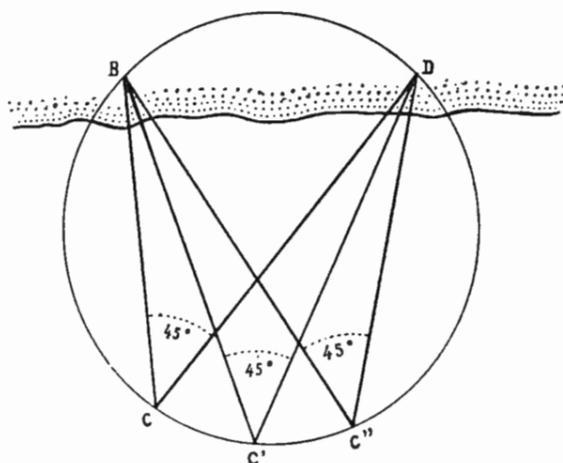


Fig. 2. — Impossibilité de déterminer un point à l'aide d'un seul angle sans alignement.

Il faut dans ces conditions deux angles et au moins trois objets relevés. Le point C se trouve alors à l'intersection des deux cercles inscripteurs (fig. 3).

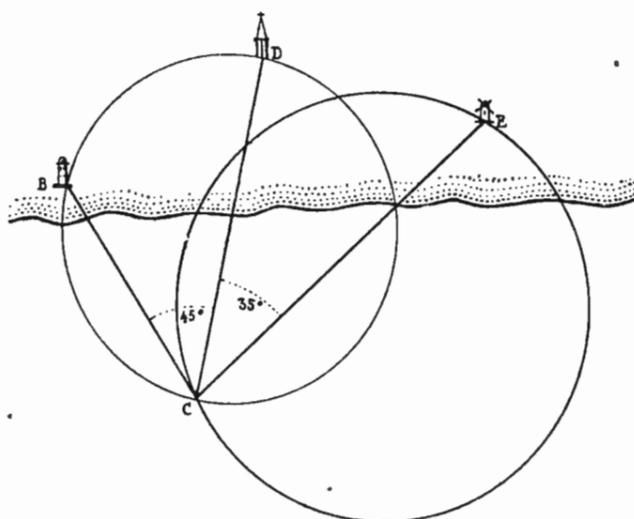


Fig. 3. — Détermination du point à l'aide de deux angles.

On est donc obligé de viser ces trois repères avec deux sextants et de marcher avant, arrière, bâbord ou tribord, suivant qu'on voit ces deux angles se fermer ou s'ouvrir, et seul un marin expérimenté est capable de commander la manœuvre.

Ce n'est pas tout. Lorsque le point est atteint, la difficulté est de s'y maintenir. Le navire ne s'arrête pas à l'instant même où le commandement de jeter l'ancre est donné,

quelques secondes s'écoulent avant qu'elle ait touché le fond ; entre temps, le navire marche en vertu de sa force acquise et aussi sous l'action du courant à moins que la mer ne soit étale.

En outre, l'ancre ne mord pas toujours instantanément et le navire peut la traîner sur une certaine distance, même si sa position permet d'employer immédiatement la machine pour combattre le courant.

On se trouve donc mouillé à une certaine distance du point cherché et il faut alors se résoudre à lever l'ancre et à faire une nouvelle tentative qui peut encore échouer. Ajoutons à cela que la moindre houle rend ce travail encore plus pénible.

Aussi avons-nous trouvé plus pratique de renoncer aux tâtonnements que demande souvent la réussite d'un mouillage juste au point d'intersection des minutes géographiques.

En fait, nous opérons régulièrement comme suit :

Un observateur vise avec deux sextants les objets choisis. Il se tient près du porte-voix qui commande la machine et la timonerie. Un homme est posté près du mouilleur de l'ancre, prêt à le déclancher au commandement. Lorsque les deux angles visés ont l'ouverture désirée, on ne stoppe point encore. On dépasse le point, ou bien au contraire on « cule » d'une certaine distance dans une direction opposée à celle du courant ou à celle du vent, si celui-ci est intense et si la mer est étale. Puis on mouille.

Le succès dépend alors de l'expérience et du coup d'œil de celui qui commande. Si la manœuvre a été bien conduite, les angles sont ce qu'ils doivent être et le mouillage est réussi. Mais, dans le cas contraire, à moins que l'erreur ne dépasse de beaucoup la longueur du navire, soit 40 mètres, nous ne recommençons pas les opérations, mais nous nous bornons à noter très exactement la position du mouillage, en mesurant deux ou même trois angles et en notant des objets alignés, s'il y a lieu. Puis nous faisons nos observations en ce point.

De cette façon, le réseau d'exploration n'aura pas des mailles parfaitement régulières ; les points d'observation normaux n'occuperont pas toujours exactement l'intersection des minutes de longitude et de latitude, mais, au moins, leur position réelle sera déterminée avec une grande précision.

En opérant ainsi, nous évitons encore l'erreur des cartes. Le point qui, d'après la carte, occupe l'intersection de trois ou de quatre droites formant des angles adjacents, empiétant ou séparés, d'une amplitude donnée, n'est peut-être pas le point réel d'intersection des droites passant par les objets eux-mêmes. Cela dépend de l'exactitude de la carte.

Au contraire, en donnant l'indication de la position du navire à l'ancre, d'après l'amplitude d'un angle et un alignement ou de deux angles mesurés au sextant, on fixe, avec une exactitude absolue, la position réelle du point de la surface du globe où l'observation se fait, et, plus tard, il sera toujours possible, à l'aide de ces données, de retrouver très exactement ce point.

En fait, l'écart de distance entre nos points normaux réels et l'intersection des minutes géographiques n'excède nulle part une encablure, soit 185 mètres.

Nous avons renoncé, pour l'exploration de la bande côtière, aux relèvements au compas, le sextant donnant des résultats beaucoup plus précis et plus sûrs.

Il va de soi que la détermination des positions est plus aisée près de la côte, où les objets saillants sont si nombreux qu'ils fournissent souvent des alignements fort utiles. Cependant, par un temps clair, on travaille encore très bien à dix milles de la côte. Plus loin, on éprouve souvent des difficultés, et si nous avons fixé à dix milles l'étendue de notre bande côtière, c'est non seulement parce que son exploration constitue une tâche suffisante, mais encore parce que c'est la limite qu'il convient d'assigner à des relèvements au sextant sur les côtes basses de notre pays. La brume constitue un grand obstacle à ce genre d'observations. On en souffre beaucoup sur nos côtes. Des semaines entières se passent sans qu'il soit possible de viser au sextant les points convenables à plus de trois milles. Nous avons parfois paré à cet obstacle, en balisant notre méridien à l'aide de bouées qu'on mouillait sur un poids suffisant avant de quitter les stations d'observations voisines de la côte. Nous obtenions ainsi un alignement très exact qui nous permettait de travailler sur un seul angle.

Observations faites à chaque station normale.

Il importe que les observations, faites aux points choisis, soient toutes comparables entre elles. C'est pourquoi nous avons adopté une série d'opérations qui sont toujours exécutées dans le même ordre et de la même manière à chacun des points normaux.

Ces opérations consistent en sondages, lever des filets à plankton et de la drague, triage, conservation et étiquetage de leur contenu, observations météorologiques, prises d'échantillons d'eau, prises d'échantillons du fond, puis jet des filets à plankton et de la drague, enfin parfois jet d'un chalut et visite des nasses.

Consignation des observations.

Des dispositions ont été prises en vue de rendre le travail aussi uniforme que possible et surtout d'éviter l'oubli des annotations requises. Il est plus difficile qu'on ne pourrait le croire de n'oublier aucune des multiples observations à faire et surtout des nombreuses annotations à prendre, au milieu du mouvement, du travail des engins et de la manœuvre du navire, surtout si la houle est forte.

Outre les observations dont nous venons d'indiquer la série, il faut prendre les notes nécessaires pour fixer la position du navire, noter l'heure exacte afin de pouvoir réduire les indications de profondeur au niveau moyen, étiqueter les matériaux, vérifier l'état des

instruments et enfin penser, examiner, réfléchir. Il suffit parfois d'une annotation oubliée pour compromettre le travail de toute une station.

Nous nous sommes bien trouvé de faire usage de formules imprimées dans lesquelles toutes les notes à prendre trouvent une place indiquée d'avance et dans l'ordre de l'exécution des diverses opérations.

Une série d'annotations est confiée au commandant du navire et est consignée par lui dans un registre à formules spéciales ou *livre de navigation*.

Les autres notes sont inscrites par nous-même dans un premier registre ou *livre de mer des points normaux*, dont une page entière est consacrée à chacune des stations du réseau.

En outre, toute observation est consignée dans un registre spécial réservé à chaque espèce d'opérations, le *livre de mer du plankton, de l'eau, des sédiments, des dragages, de la pêche*. On y inscrit toutes les annotations nécessaires pour fixer exactement les circonstances de l'observation.

Pour faciliter l'indication des localités, nous avons donné à chaque station normale une dénomination conventionnelle. Les 60 lignes méridiennes qui coupent, de minute en minute, la bande côtière, ont reçu un numéro d'ordre à partir de 2° 33' E. Les parallèles, au contraire, sont désignées par une lettre, en appelant A la première intersection tombant en mer ou sur l'estran et dénommant les autres dans l'ordre alphabétique jusqu'à J qui indique la 10^e intersection.

Toute station d'intersection ou normale est donc désignée par un chiffre indiquant sa longitude et une lettre correspondant à sa latitude. Exemples : 18A, 25H.

Quant aux opérations rentrant sous l'un des cinq titres indiqués, chacune d'elles porte un numéro d'ordre, appartenant à une seule série commencée au numéro 1 au début de l'exploration.

Les feuilles des différents livres de mer dont nous donnerons plus loin un spécimen, montrent que certaines annotations sont prises en double. Elles se répètent, avec d'autres, dans les divers cahiers de dragage, sédiments, plankton, etc. Cette répétition est fort utile ; en cas d'omission dans un des registres ou de doute, on peut retrouver les données manquantes dans les autres qui en sont ainsi le contrôle.

L'étiquetage des objets recueillis est une opération fort importante qui a reçu tous nos soins. Chaque flacon, boîte ou sac de matériaux reçoit un numéro intérieur imprimé sur papier-parchemin, — ou bien inscrit au crayon rouge, suivant le cas, — et un numéro extérieur peint à la laque au minium qui sèche rapidement.

Un répertoire des numéros d'ordre indique immédiatement la catégorie d'un échantillon ou d'une opération, ainsi que sa localité.

Il est tenu aussi un répertoire des espèces où une page est réservée à chaque espèce pour recevoir l'indication de toutes les localités où elle a été observée.

SPÉCIMEN DU LIVRE DE NAVIGATION
EXPLORATION ZOOLOGIQUE DE LA CÔTE
 Opérations et annotations confiées au commandant du navire

Nom du navire Date

LOCALITÉ (notation conventionnelle)

- 1° Jeter l'ancre.
- 2° Noter l'heure et la minute
- 3° Sonder. { Profondeur
- Nature du fond
- 4° Noter exactement la position du navire :

POINTS DE LA CÔTE }
 EN ALIGNEMENT }

ANGLES MESURÉS AU SEXTANT.

Objets relevés	Angle inscrit
.....
.....
.....
.....

LONGITUDE et LATITUDE

Carte employée

- 5° Faire et noter les observations ci-contre (Beaufort's scale) .
- 1. Flot ou jusant.
- 2. Direction du courant.
- 3. Direction du vent.
- 4. Intensité du vent.
- 5. État de la mer.
- 6. État du ciel.
- 7. Pression barométrique.
- 8. Température de l'air.
- 9. Température de l'eau de surface
- 10. Couleur de la mer

6° Lever l'ancre

7° Noter l'heure et la minute

8° Indiquer la course du navire } Direction.

Vitesse.

9° Indiquer les instruments mis en action pendant la marche

OBSERVATIONS :

.....

.....

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DES POINTS NORMAUX

OBSERVATIONS N° _____

Date _____

LOCALITÉ _____

OPÉRATIONS	Numéro des Observations	ANNOTATIONS
1. Vérifier les relèvements		
2. Jeter l'ancre		
3. Noter l'heure et la minute		
4. Sonder	Profondeur.	
5. Lever le filet de sur- face	Température de l'eau. Densité.	
6. Lever le filet de fond		
7. Lever la drague		
8. Faire et noter les ob- servations ci-contre.	1. Flot ou jusant. 2. Direction du courant. 3. Direction du vent. 4. Intensité du vent. 5. Etat de la mer. 6. Couleur de la mer. 7. Etat du ciel. 8. Pression barométrique. 9. Température de l'air. 10. Température de l'eau de surface.	
9. Prendre de l'eau de fond	Instrument employé. Température. Densité.	
10. Prendre un échantil- lon de fond	Sondeur n° Nature du fond. Température du sédiment.	
11. Trier et tamiser le contenu de la drague .		
12. Jeter la drague avec un filet de fond	Drague n°	
13. Jeter un filet de surface.		
14. Jeter une bouée		
15. Lever l'ancre		
16. Noter l'heure et la minute		
17. Marcher vers le point suivant	Direction du navire. Vitesse.	
18. Entre les deux points sonder et prendre du fond	Position. Profondeur. Temps exact. Nature du fond. Température du sédiment.	
19. A la fin de la journée, chaluter en revenant sur le méridien vers le point de départ		
20. Lever le chalut une ou plusieurs fois en notant la position du navire.		

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DU PLANKTON

PLANKTON

*Observation N°**Date*

<p>Localité initiale.</p> <p>Temps exact initial.</p> <p>Instrument.</p> <p>Niveau.</p> <p>Flot ou jusant.</p> <p>Direction du courant.</p> <p>Direction du navire.</p> <p>État et aspect de la mer.</p> <p>Couleur et transparence de l'eau.</p> <p>Température de l'eau de surface.</p> <p>Température de l'eau de fond.</p> <p>Température de l'air.</p> <p>Pression barométrique.</p> <p>Densité de l'eau.</p> <p>Localité finale.</p> <p>Temps exact final.</p>	
--	--

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DE L'EAU

EAU

*Observation N°**Date*

<p>Localité.</p> <p>Instrument.</p> <p>Niveau du prélèvement.</p> <p>Temps exact.</p> <p>Flot ou jusant.</p> <p>Direction du courant.</p> <p>État et aspect de la mer.</p> <p>Couleur et transparence de l'eau.</p> <p>Profondeur de la mer.</p> <p>Température de l'eau.</p> <p>Température de l'air.</p> <p>Densité de l'eau.</p>	
---	--

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DES SÉDIMENTS

SÉDIMENT

Observation N°

Date

Localité. Profondeur. Instrument. Temps exact. Flot ou jusant. Direction du courant. État et aspect de la mer. Couleur et transparence de l'eau. Température du sédiment. Caractères de l'échantillon.	
---	--

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DES DRAGAGES

DRAGAGE

Observation N°

Date

Localité initiale. Temps exact initial. Instrument. Flot ou jusant. Direction du courant. Direction du navire. État et aspect de la mer. Profondeurs traversées. Nature du fond rapporté. Localité finale. Temps exact final.	
---	--

Instrument et leur emploi.

A. — LES DRAGUES

Après une série d'essais avec des dragues triangulaires et quadrangulaires fort diverses de forme et de grandeur, nous nous sommes arrêté à deux instruments qui nous ont paru les mieux adaptés aux fonds que l'on rencontre dans notre bande côtière.

1° *Drague à anses.*

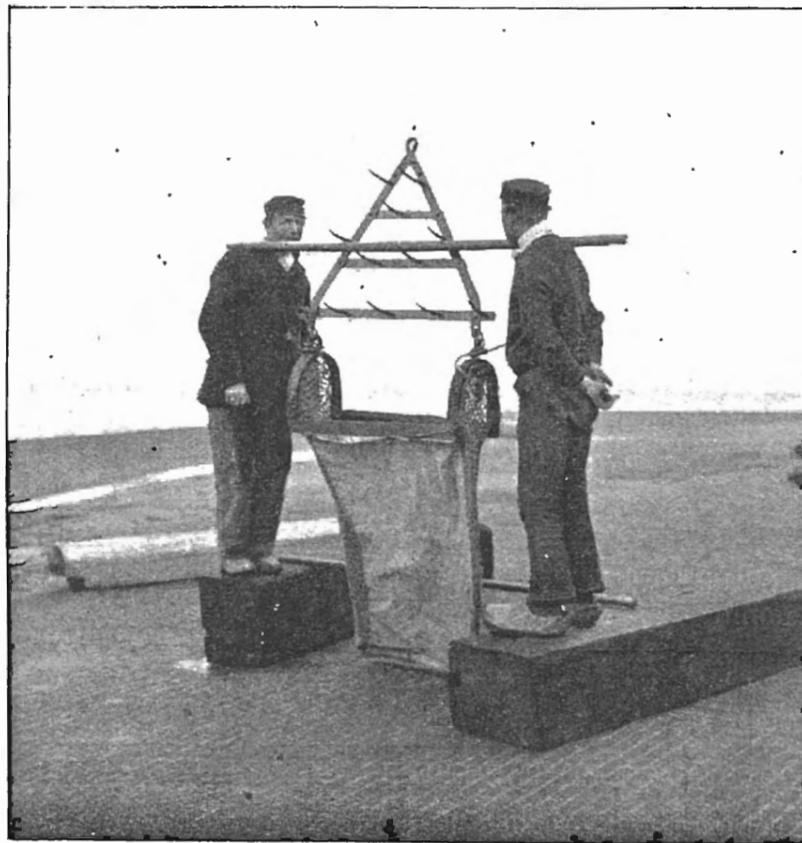


Fig. 4. — Drague à anses.

Ainsi que l'indique la fig. 4, le cadre de cette drague est en fer plat large de six centimètres. Il est muni à chaque extrémité d'une anse du même fer, dont le sommet convexe porte un anneau qui donne attache soit directement au câble, soit à une herse dont nous parlerons plus loin.

Le sac de la drague est formé, sur ses deux faces larges, d'une bande de toile-à-voile très solide. Les faces latérales étroites sont en filet à mailles assez larges. Ce sac présente ceci de particulier qu'il s'ouvre par le fond, disposition très avantageuse qui permet de vider

la drague directement dans un bac en bois qu'on place sous elle, tandis qu'elle est suspendue au davier.

Sa fermeture est assurée par l'une des bandes de toile qui est plus longue que l'autre et qui se rabat, de manière à constituer le fond du sac, sur la bande courte de l'autre face. Elle est fixée par un bout de grelin qu'on passe dans un système d'œillets et d'agrafes en cuivre.

En vidant ainsi le sac directement et tout d'une fois, on évite à son contenu les secousses et les pressions qu'il subit toujours dans les dragues ordinaires pendant l'opération malaisée du vidage par renversement.

Cette drague doit constamment tomber sur le fond par la même face, celle qui est formée par le long pan de toile. Ce résultat est assuré par une disposition que nous indiquerons plus loin et qui a, du reste, une autre raison d'être.

2° *Drague à large cadre.*

L'armature de cette drague comprend un cadre en tôle large de 20 centimètres et soutenu par une bande en fer plat. M. Holt de Plymouth nous dit qu'un cadre analogue a été employé par M. Marion de Marseille pour les dragages sur fond vaseux.

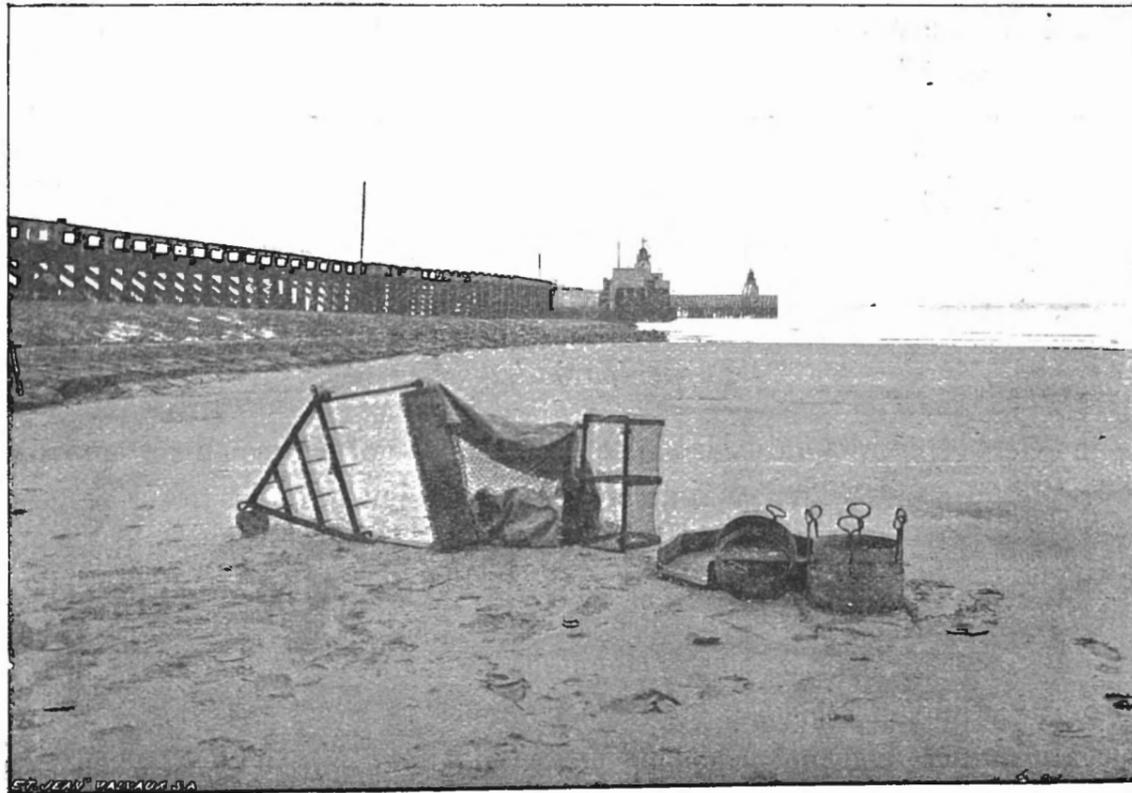


Fig. 5. — Drague à large cadre, herse, panier de drague et tamis.

Nous y avons adapté deux tringles mobiles sur deux axes boulonnés dans les faces latérales, et reliées, à l'autre bout, par une traverse; cette disposition a pour but de laisser toujours le cadre couché à plat sur le fond, et d'éviter de le faire mordre inégalement suivant le plus ou moins de touée qu'on lui donne.

Le sac est semblable à celui de la drague à anses.

La première de ces deux dragues est employée surtout sur les fonds durs; la seconde sur les fonds vaseux. On remarquera que l'une et l'autre sont destinées à raser simplement la surface du fond, sans y mordre trop fort. La première pose sur ses anses comme la perche d'un chalut sur ses patins, et la seconde sur son large cadre. Nous pensons, en effet, que c'est là la seule manière de draguer méthodiquement sur fond plat. Une drague qui mord trop fort, se remplit dès son premier contact — à moins que le fond ne soit pierreux —; et, une fois pleine, elle ne recueille plus rien, la traînat-on sur plusieurs milles. Il faut qu'elle rase et n'emporte guère que ce qui est superficiel et saillant. Mais alors, si l'on veut recueillir des animaux vivants dans le sol lui-même, il faut user d'un artifice pour les en extraire. Tel est le but d'un appareil que nous attachons devant la drague et qui sert en même temps à en assurer le traînage rasant ou horizontal. Notons d'ailleurs qu'une drague est toujours plutôt trop mordante que trop rasante, à moins qu'elle ne soit très légère.

La herse.

La fig. 4 montre cet instrument attaché devant la drague à anses et la fig. 5 le fait voir fixé à la drague à large cadre.

C'est un triangle en fer plat portant quatre rangées de crochets et analogue à la herse agricole. On attache la drague soit directement aux anneaux de ses angles postérieurs (fig. 4), soit en intercalant entre les deux une tige de fer, comme le montre la fig. 5.

Nous nous trouvons fort bien de l'usage de cet instrument sur les fonds unis de notre bande côtière.

Le panier à drague.

C'est une cage en treillis galvanisé supportée par une armature en fer que l'on place dans le cadre des dragues (fig. 5). Il arrête les gros animaux et les pierres. Ses parois rigides empêchent les premiers d'être écrasés ou heurtés pendant la remonte des engins et le vidage. Il s'enlève par le dessus du cadre, dans lequel il est simplement posé.

Les sûretés.

On prend diverses dispositions pour éviter la perte des instruments en cas d'accrochage à une saillie du fond ou à une épave. La drague n'est attachée à la herse par un anneau de fer que d'un seul côté; de l'autre, on la fixe par un bout de corde modérément solide. En cas d'accroc, cette corde se brise et la drague dérape en glissant sur le côté. De même,

pendant la marche du navire, la traction ne s'exerce pas par le câble d'acier directement sur le treuil, mais bien sur un point fixe quelconque, tel que le bas d'un davier, par l'intermédiaire d'une corde plus faible brassée sur le câble.

Lors d'un accroc, c'est celle-ci qui reçoit le premier choc et, si elle saute, il y a une chance pour que la drague se décroche.

Sur un fond très accrochant, nous prenons une disposition que nous avons vue appliquée par des pêcheurs de requins sur les côtes d'Australie. Le bout du câble, dégagé du treuil pendant la traîne, est fixé à une bouée. En cas d'accroc et de rupture de la sûreté, cette bouée est entraînée par-dessus bord et flotte avec le câble. On évite ainsi une violente secousse et peut-être la perte des instruments.

Nous nous passons souvent de cette dernière disposition, mais nous employons constamment la suivante qui a un double but :

Une corde *AB* (fig. 6) est fixée, d'une part, au bord supérieur du cadre de la drague et,

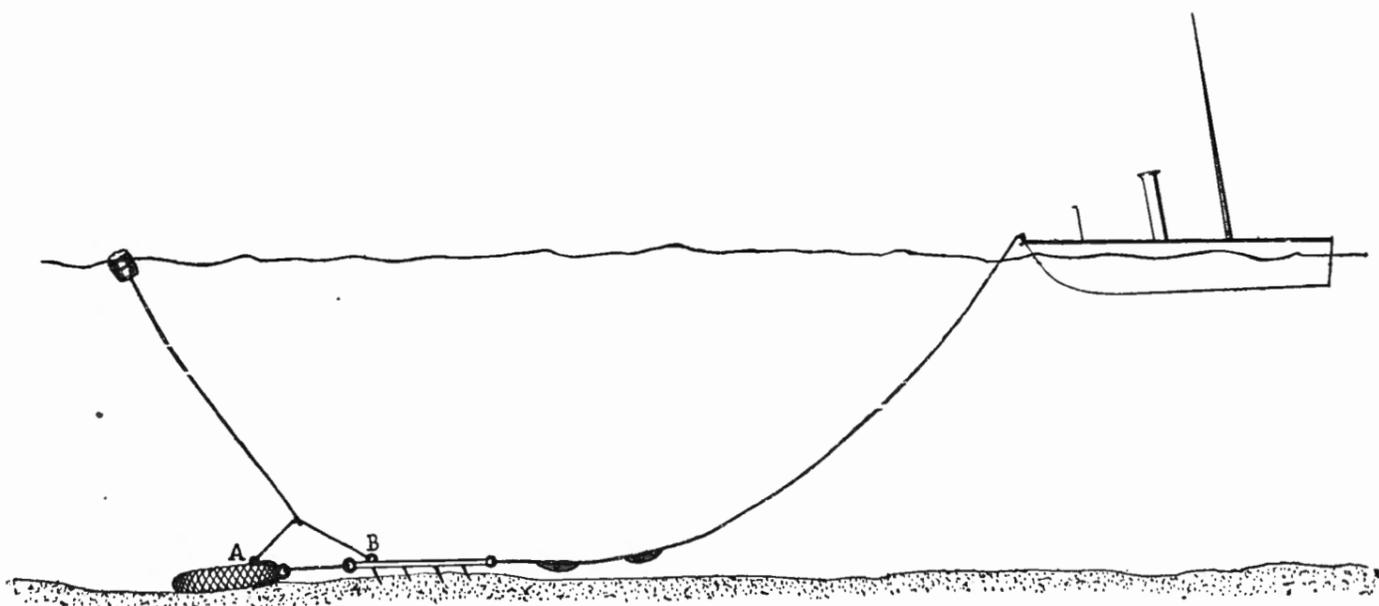


Fig. 6. — Disposition des appareils de dragage.

de l'autre, à la herse ; elle est assez longue pour décrire une anse. Au milieu de cette anse, on attache une longue ligne dont l'autre bout se fixe à une bouée en bois. Celle-ci est toujours jetée à la mer avant la drague. Entraînée en sens contraire de la marche du navire, elle tire sur l'anse, tandis que la drague et la herse s'enfoncent, et elle maintient celles-ci dans la position voulue. Cette bouée a donc pour effet de diriger la descente de la drague ; mais, en même temps, elle permet de repêcher celle-ci en cas de rupture du câble.

Le câble.

Nous employons toujours un câble d'acier de 0,02 de diamètre. Outre sa grande solidité, il présente l'avantage d'être fort lourd, et d'avoir par suite peu de tendance à relever

le bec de la herse. N'étant jamais raidi à cause de son poids, il tend plutôt à appuyer l'outil contre le fond qu'il doit fouiller. On obtient cet effet en lui donnant une longue touée, environ trois fois la profondeur. Il nous arrive cependant d'attacher encore un poids à quelques mètres de la herse, lorsque le dragage se fait contre un courant violent.

Les tamis.

Il est impossible de recueillir complètement et méthodiquement le contenu d'une drague sans le tamiser. Nous avons donné à nos tamis la forme de ceux du *Challenger*. La dimension des mailles est respectivement de 12, 10, 3 et $1\frac{1}{2}$ millimètres.

On les manie dans des cuves en bois.

B. — LES SONDEURS

La simple détermination de la profondeur est une opération fort élémentaire; la ligne et le plomb ordinaire y suffisent. On a soin de confier l'opération à un matelot expérimenté que l'on surveille de près. On se garde de négliger de noter l'heure exacte, afin de pouvoir réduire la profondeur, donnée par la ligne, au niveau de la mer basse moyenne.

Sondeurs rapporteurs.

Mais le nom de sondeurs est encore appliqué, faute d'un meilleur terme, à des instruments qui, tout en fonctionnant comme poids de sonde, ont pour objet de rapporter un échantillon du fond.

Il était important pour nous de disposer d'un engin de ce genre qui fût bien adapté à nos conditions de travail. Il nous fallait un instrument simple, d'un maniement facile et rapportant un échantillon volumineux et inaltéré.

L'appareil de Brooke rapporte une trop faible quantité de sédiment. Ceux du *Blake* et du *Travailleur* ont un inconvénient qui nous les a fait abandonner : les sédiments introduits y sont complètement mélangés par leur passage au travers des soupapes dont est garni le tube de ces instruments. Au contraire, dans les sondeurs à coupe, le mélange est très faible; la substance des différentes couches superficielles, bien que dérangée, n'est pas mêlée et nous avons pu y reconnaître jusqu'à quatre couches encore distinctes. Or la connaissance de la stratification des éléments du fond est une donnée importante pour nos recherches.

C'est pourquoi nous nous sommes attaché tout d'abord à perfectionner les sondeurs à coupe. Cependant nous avons construit aussi un sondeur à tube qui déjà donne de bons résultats, mais qui doit encore être amélioré; nous le décrirons dans un mémoire ultérieur.

Sondeur à coupe fermée.

Le sondeur à coupe que nous employons, a été construit sur nos dessins par M. Fournier, mécanicien-constructeur à Louvain. Il comprend les parties suivantes (fig. 7, 8, 9) :

1° Une tige en fer forgé terminée par une coupe en acier. Cette tige porte vers son tiers inférieur un entablement fixe *E*.

2° Un poids percuteur *P*, cylindre en plomb muni d'un soubassement en fer et traversé par un tube également en fer. Il est pourvu d'une anse s'articulant avec deux œillets coulés dans la masse de plomb.

Cette anse porte un anneau qui donne attache à une ligne de 2 cent. de diamètre. C'est donc par le cylindre percuteur que l'appareil est suspendu.

3° Un poids obturateur *O*, cylindre en plomb muni également d'une âme en fer dans laquelle glisse la tige de la coupe.

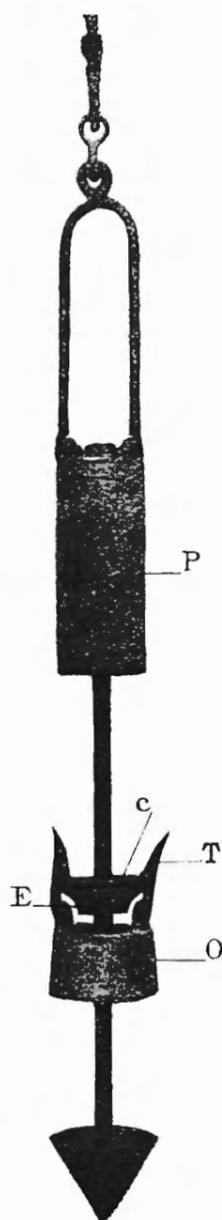


Fig. 7.
L'instrument armé, à la descente.

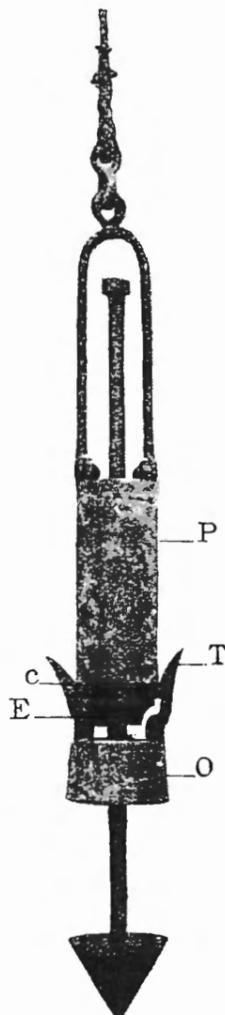


Fig. 8.
La coupe a touché le fond; le poids percuteur est descendu, mais retient le poids obturateur.

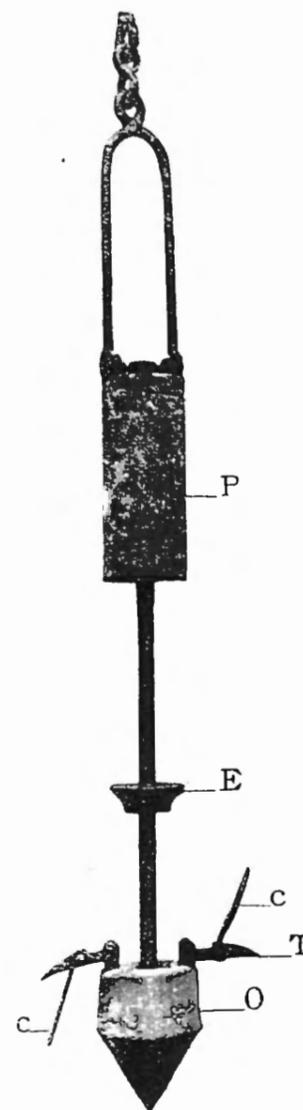


Fig. 9.
On hale sur la corde; le poids percuteur est remonté, lâchant les clapets et le poids obturateur est tombé sur la coupe.

Sa face inférieure est un peu évidée.

Sa face supérieure porte deux appareils d'accrochage composés chacun d'un tenon *T* s'articulant avec un œillet enchâssé dans le plomb. En outre, chaque tenon porte un clapet *C* mobile sur un axe transverse, fixé lui-même à la base du tenon et dont nous allons indiquer l'usage.

Maniement de l'instrument.

L'appareil étant suspendu à un davier, on commence par l'armer. Ceci consiste à relever le poids obturateur *O* jusqu'à l'entablement *E*, et à l'y accrocher par les tenons *T*. On a soin, en outre, de rabattre sur l'entablement les deux clapets *C*. L'ensemble présente alors la disposition de la fig. 7.

On laisse descendre le tout assez rapidement jusqu'à ce qu'on s'aperçoive que le fond est touché. Alors on tire deux ou trois fois sur la corde, de façon à soulever l'appareil de 25 à 30 centimètres, en le laissant retomber chaque fois; puis on le hale à bord. On relève le poids obturateur *O* et on trouve la coupe pleine de sédiment.

Fonctionnement.

Il est expliqué par les fig. 7, 8 et 9 qui représentent l'appareil à trois temps successifs. Au moment de la descente, il est armé comme l'indique la fig. 7.

Lorsque la coupe touche le fond, elle s'y enfonce plus ou moins suivant la consistance du sol, sous l'action de la pesanteur agissant sur la tige et sur le poids obturateur *O*.

Pendant ce temps, le poids percuteur *P* continue son chemin vers le bas, et, à un moment donné, il vient buter sur l'entablement *E* et fait pénétrer la coupe plus profondément. En même temps, il rejette en dehors les deux tenons *T* qui, dès lors, ne mordent plus sur cet entablement. Cependant le poids obturateur *O* ne tombe pas encore; il est retenu par les clapets *C* pincés entre le percuteur *P* et l'entablement *E* (fig. 8).

Lorsque le fond est dur, l'instrument se couche alors dans le sens du courant, si celui-ci est assez intense.

Les tractions légères que nous faisons exercer sur la ligne, quand le fond est dur, ont pour but de soulever un peu la tige couchée, sans faire tomber l'obturateur *O*, pour forcer la coupe à mordre le sol par son bord et à se remplir; par un fond mou, cette précaution est inutile. Lorsqu'on fait haler sur la ligne pour rentrer l'instrument, il commence par se redresser; puis le percuteur *P* est soulevé et lâche les clapets *C*.

Aussitôt l'obturateur *O* tombe et emprisonne dans la coupe une masse de sédiment qui se trouve ainsi protégée contre le lavage pendant la remonte (fig. 9).

Ce sondeur pèse 41 kil. On voit qu'il évite toute altération du sédiment recueilli, tandis que le sondeur à coupe ouverte et surtout la drague fournissent des échantillons inutilisables pour des recherches précises, parce qu'ils ont subi une lévigation plus ou moins forte pendant la remonte.

Mainte fois, cet appareil nous a rapporté des animaux vivants, — fait qui a toujours été soigneusement noté, car il fournit des données absolument certaines sur la nature du fond habité par les espèces ainsi capturées.

La drague peut laisser des doutes sur ce point, puisqu'elle traîne toujours sur une étendue considérable.

Prises d'eau.

Nous avons employé la bouteille de Mill, construite par Fraser à Édimbourg. Outre son prix élevé — 200 fr., — elle a l'inconvénient de rapporter du sable ou de la vase, lorsqu'on lui laisse toucher un fond mou. L'ayant perdue récemment, nous cherchons à combiner un engin plus simple et suffisant pour nos travaux.

Filets à plankton.

Nous employons des sacs en calicot et toile-à-voile de 0,50 cent. de diamètre, munis d'un récipient en zinc facile à détacher. Parfois nous avons placé à l'intérieur un cône de soie. Nous comptons même appliquer constamment à l'avenir cette utile disposition.

2° Dragages effectués.

Nous avons dit que la délimitation des aires de même fond devrait précéder l'étude de la répartition des espèces constituant le *benthos* ou faune du fond.

Il s'ensuit que nous ne pouvons songer à dresser, en ce moment, même un simple fragment de la carte zoologique du fond de notre zone littorale.

Cependant les dragages réguliers, exécutés, pendant la saison passée, entre les points normaux de notre réseau, fournissent déjà d'utiles indications sur la composition de la faune dans cette zone et la répartition des espèces qui y vivent ou de leurs restes qui jonchent le fond ou s'y trouvent ensevelis.

Nous avons recueilli soigneusement tous les objets rapportés par la drague. Ils se répartissent en trois catégories :

- les organismes vivants,
- les organismes morts,
- les minéraux et débris divers.

Traitement des matériaux dragués.

Le contenu de la drague, nous l'avons dit plus haut, est vidé par le fond du sac dans un bac en bois. On en retire d'abord tous les objets volumineux ; puis on le passe successivement par les quatre tamis, que l'on agite verticalement dans une cuve. Ce qui reste sur chaque tamis est versé dans de grands plats émaillés et trié.

On y cherche d'abord tous les objets vivants, pour les examiner dans des cristallisoirs, remplis d'eau de mer s'il y a lieu, ou bien pour les fixer immédiatement au formol ou par d'autres agents.

Les objets morts, coquilles, débris, pierres, sont mis en sacs ou en boîtes et expédiés au laboratoire, dûment étiquetés. Là ils sont soumis à un travail de triage et de numération, opérations souvent longues et laborieuses, qui ont pour but de déterminer les espèces dont les débris gisent sur le fond ou dans le sédiment sur l'espace dragué, et de fixer la proportion relative de chacune d'entre elles.

Toute la masse est d'abord pesée et passée par une série de six tamis en zinc perforé dont les trous ont respectivement :

I — 20 millimètres.	II — 13 millimètres.	III — 10 millimètres.
IV — 8 millimètres.	V — 5 millimètres.	VI — 3 millimètres.

Cette manipulation facilite beaucoup le triage des espèces. Le contenu de chaque tamis est trié à la main.

Si la masse est peu importante, on se borne à compter les pièces de chaque espèce. Mais, si elle est volumineuse, on sépare simplement chaque espèce sans en compter les individus; puis on en pèse la masse et on évalue très approximativement le nombre de pièces en prenant comme base le chiffre moyen de dix numérations faites chacune sur un poids donné, 100 grammes ordinairement.

Toutefois les trois derniers numéros de tamisage IV, V et VI sont souvent trop volumineux et formés d'objets très petits et trop nombreux pour être triés. Ils comprennent surtout des débris, de jeunes individus et quelques petites espèces (*Montacuta*, *Adeorbis*, etc). On pèse alors 100 grammes de ces numéros de tamisage non triés et l'on y compte les individus de chaque espèce. Cette opération est renouvelée un certain nombre de fois et fournit un chiffre moyen, d'après lequel on évalue le nombre total de pièces.

Quant à la substance qui passe au travers du tamis n° VI et qui porte le n° VII, elle ne comprend que des débris et de jeunes individus dont il n'est d'ordinaire pas tenu note. Les Foraminifères pourraient y être recherchés, ainsi que dans la masse qui traverse le tamis de mer n° IV. Mais nous préférons les recueillir dans les échantillons du fond, recueillis sans traînage et non altérés, que nous apportent les sondeurs.

Classement de ces matériaux.

Il a été dressé, pour chaque dragage, un tableau d'analyse sur une feuille imprimée spéciale où l'on répète, d'après le livre de mer, toutes les conditions du travail. La liste des objets vivants y est inscrite. On y ajoute toutes les remarques auxquelles l'étude de ces objets a donné lieu à bord, et, plus tard, au laboratoire.

Nous donnons plus bas un exemple de ces feuilles de dragage qui constituent nos archives et que nous présentons simplement en guise de spécimen.

Tous ces matériaux, triés, inventoriés et accompagnés d'annotations nombreuses et détaillées, constituent un fond précieux pour des études qui pourront se faire, quand viendra le moment du travail de synthèse, c'est-à-dire lorsqu'une bonne partie de l'exploration côtière sera terminée.

Spécimen d'une feuille de dragage.

OBSERVATION N° 399

Dragage

Date : 21 août 1899. Heure : de 12 h. à 12,35 h.

LOCALITÉ			MODE de RECHERCHE	COURSE DU NAVIRE		COURANTS Flot ou jusant Direction	PROFONDEURS traversées	NATURE du FOND	État et aspect de la mer				
Latitude	Longi-tude	Relève-ments		Direction	Vitesse								
Du point initial 17 H. au point final 17 I.			Drague n° 4 Herse	Du Sud au Nord	1 mille à l'heure	Flot	17 H. 15 m. à 11,5 h.	395 sable pur (¹) coquilles	Calme (S, échelle de Beaufort).				
							Entre 17 H et 17 I. 21 m. à 12,15 h.	396 Sable vaseux					
							17 I. 22,50 m. à 12,35 h.	400 Sable vaseux					

Objets recueillis et Remarques

OBJETS VIVANTS

OBJETS NON VIVANTS

OBJETS VIVANTS		OBJETS NON VIVANTS						
		POIDS DE LA MASSE NON TRIÉE : 18940 GRAMMES.						
		POIDS DE CHAQUE NUMÉRO DE TAMISAGE						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
		285 gr.	7402 gr.	2195 gr.	1785 gr.	1905 gr.	4170 gr.	1198 gr.
		NOMBRE DES OBJETS TRIÉS						
		Désignation des objets		Nombre de pièces		PIÈCES ATTAQUÉES		
						Agent		Nombre
<i>Hydractinia echinata</i>	1 colonie							
<i>Cereus pedunculatus</i>	8 individus							
<i>Asteracanthion rubens</i>	1 —							
<i>Ophioglypha lacertosa</i>	2 —							
<i>Aphrodita aculeata</i>	1 —							
<i>Nereis longispina</i>	1 —							
<i>Nephtys Hombergii</i>	2 —							
<i>Natica Alderi</i>	2 —							
<i>Gobius minutus</i>	1 —							
<i>Callionymus lyra</i>	1 —							
Pas de pierres.								
Pas de Nummulites.								
		<i>Antennularia sp.</i>		. . . . . 1				
		<i>Echinocyamus.</i>		. . . . . 3				
		<i>Echinocardium</i>		. . . . . 7 fragm.				
		<i>Arca lactea.</i>		. . . . . 9				
		<i>Montacuta bidentata</i>		. . . . . 2.095		<i>Natica Alderi</i> . . . 285		
		<i>Tellina solidula</i>		. . . . . 395		" " 31		
		— <i>tenuis</i>		. . . . . 25		" " 1		
		— <i>fabula</i>		. . . . . 184		" " 7		
		<i>Syndosmia alba</i>		. . . . . 10.742		" " 623		
		<i>Scrobicularia sp.</i>		. . . . . 2				
		<i>Donax venustus</i>		. . . . . 44		" " 1		
		<i>Mactra stultorum</i>		. . . . . 10				
		— <i>subtruncata</i>		. . . . . 63.448		<i>Cliona celata</i> 1		
						<i>Natica Alderi</i> . . . 1 316		
		<i>Cardium edule</i>		. . . . . 738				
		— <i>echinatum</i>		. . . . . 1				
		<i>Panopaea plicata</i>		. . . . . 134		<i>Natica Alderi</i> 2		
		<i>Natica Alderi</i>		. . . . . 235				
		<i>Scalaria communis</i>		. . . . . 5				
		<i>Purpura lapillus</i>		. . . . . 2				
		<i>Helcyon pellucidum</i>		. . . . . 1				
		<i>Bela turricula</i>		. . . . . 1				
		<i>Trochus cinerarius</i>		. . . . . 3				
		<i>Adeorbis subcarinatus</i>		. . . . . 333				
		<i>Paludestrina ulvae</i>		. . . . . 1 793				
		1 vertèbre de téléostéen.						
		Fragments du squelette d'ophiurides		4.420 (en poids = 0,17 % dans le n° VII)				

(¹) Les chiffres 395, 396 et 400 sont les numéros des échantillons prélevés respectivement au point initial, près du point médian et au point final.

Surface draguée.

Les travaux de cette année se sont étendus sur neuf lignes méridiennes, dont cinq sont entièrement explorées suivant le plan indiqué plus haut, et dont les quatre restantes sont déjà fort avancées.

Les dragages effectués sont au nombre de 67, dont 64 ont été faits suivant le méridien et 3 seulement suivant le parallèle.

La drague a donc été traînée au fond de la mer sur une longueur de 122 kilomètres. Les points étudiés ont été portés pendant les travaux sur une carte à grande échelle dont la planche I est une réduction (Pl. I).

Objets recueillis.

Le résultat de ces dragages montre que le *benthos* ou faune du fond n'est ni très riche, ni très varié dans la partie explorée de cette zone de dix milles. Cette faune y est non seulement plus pauvre que celle des côtes rocheuses, — on devait s'y attendre, — mais même que celles de certains bancs sableux et pierreux, situés plus au large, et où les dragages, effectués par E. Van Beneden en 1883 ⁽¹⁾ et ceux que nous y avons faits depuis, révèlent un *benthos* plus abondant.

Mais cela n'empêche pas cette partie de notre exploration de soulever d'intéressantes questions. Les faunes riches sont celles qui ont été le plus fouillées. L'étude des faunes pauvres laisse probablement beaucoup à faire.

Il existe dans la zone littorale des stations très importantes pour différentes espèces. Ces points sont comme des centres actifs de production. Autour d'eux, on voit l'espèce s'irradier sur une aire plus ou moins étendue où on la trouve, en s'éloignant, de moins en moins abondante. Les restes morts de ces espèces jonchent le fond sur de vastes espaces et se montrent de plus en plus altérés, à mesure qu'ils s'éloignent de leur centre de production sous l'action de la mer. Cette remarque est de nature à faire comprendre l'intérêt qui s'attache à la détermination des stations ou centres de production des espèces dont les restes solides se retrouvent aisément, tels que les bivalves, non seulement au point de vue de la connaissance faunistique de notre côte, mais encore à celui de l'étude des courants et de leur action sur le fond.

Mais cette délimitation des stations, plus encore que celle des aires de même fond, est un travail long et difficile. C'est le désir d'introduire l'ordre et la méthode dans les tâtonnements, qui nous a fait concevoir le plan d'une exploration réticulaire du fond pour servir de base à une étude des conditions zoologiques de notre mer.

Cette marche toute empirique du travail a peut-être le défaut de faire attendre

⁽¹⁾ E. Van Beneden, Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1883, 3^e sér., t. 6, p. 458.

longtemps les conclusions et les vues d'ensemble. Mais, d'autre part, elle a l'immense avantage d'écarter l'écueil de l'idée préconçue et de restreindre l'influence égarante de l'imagination toujours prompte à découvrir des rapports entre les faits et à diriger ensuite l'observation dans un sens ou dans un autre, en vue de confirmer des conceptions *a priori*.

En ce moment, nous devons nous borner à dresser la liste des espèces recueillies pendant la campagne de 1899.

Les endroits où des individus vivants, ou bien des restes ou des traces quelconques ont été rencontrés, sont indiqués sur des cartes spéciales, pour chaque espèce séparément. Ces cartes seront publiées plus tard.

Liste des espèces.

Nous n'énumérerons ici que les espèces *draguées* dans l'aire d'exploration de 1899 indiquée sur la carte Pl. I et qui ont pu être identifiées jusqu'à présent. Nous y ajoutons quelques espèces recueillies à la côte. Les animaux, trouvés dans les instruments à sonder, ainsi qu'une partie de ceux qui ont été rapportés par les filets à plankton, seront énumérés plus loin.

Les déterminations ont été faites par

MM. A. WALKER, Crustacés.

HORST, Annélides.

SYKES, Mollusques.

SMITH, "

HORNELL, Coelentérés.

MM. HOWES, Coelentérés.

HERDMAN, "

CHAPMAN, Foraminifères.

RUTOT, Nummulites, Mollusques fossiles.

NORDGAARD, Bryozoaires.

Nous présentons à ces savants nos remerciements pour la précieuse collaboration qu'ils ont bien voulu nous accorder.

Un certain nombre d'espèces ont été déterminées par nous-même, et nous tenons à déclarer que, dans cette partie de nos recherches, la *Faune de Belgique* de M. A. Lameere⁽¹⁾ nous a été d'un grand secours.

PROTOZOAIRES

Tentaculates.

1. *Ephelota*.

FORAMINIFÈRES

1. *Rotalia Beccarii* L.

2. *Rotalia calcar* d'Orb.

3. *Polystomella crispa* L.

4. *Miliolina seminulum* L.

5. *Orbulina universa*.

6. *Nummulites planulata* ⁽²⁾.

PORIFÈRES

1. *Cliona celata* Grant.

2. *Siphochalina oculata* L.

⁽¹⁾ *Manuel de la Faune de Belgique*. Bruxelles, Lamertin, t. I, 1895.

⁽²⁾ Les caractères d'un des individus portent M. Chapman à le considérer comme un *N. variolaria* ?

COELENTERÉS

Hydrozoaires.

a) Gymnoblastiques.

1. *Clava multicornis* Forsk.
2. *Hydractinia echinata* Flem.
3. *Bougainvillia muscus* Allman.
4. *Bougainvillia ramosa* P. J. v. Ben.
5. *Ectopleura Dumortieri* P. J. v. Ben.
6. *Tubularia coronata* Abildgaard.

b) Calyptoblastiques.

1. *Clytia Johnstonii* Ald.
2. *Obelia geniculata* L.
3. *Gonothyrea Loveni* Allman.
4. *Sertularia cupressina* L.
5. *Hydrallmania falcata* L.
6. *Antennularia antennina* L.

SCYPHOZOAIRES

Anthozoaires.

1. *Alcyonium digitatum* L.
2. *Actinia equina* L.
3. *Cereus pedunculatus* Pennant.

Cténophores.

1. *Pleurobrachia pileus* Flem.

ECHINODERMES

1. *Ophioglypha lacertosa* Sinck.
2. *Asteracanthion rubens*.
3. *Echinus miliaris* O. F. Mull.
4. *Echinocyamus pusillus* O. F. Mull.
5. *Echinocardium cordatum* Pennant.

BRYOZOAIRES.

1. *Alcyonidium gelatinosum* L.
2. *Alcyonidium hirsutum* Flem.
3. *Bowerbankia imbricata* Adams.
4. *Farrella repens* Farre.
5. *Membranipora membranacea* L.
6. *Flustra foliacea* L.
7. *Triticella pedicellata*.

ENDOPROCTES

1. *Pedicellina belgica* P. J. v. Ben.

ANNÉLIDES

1. *Aphrodita aculeata* L.
2. *Lepidonotus squamatus* L.
3. *Nereis longispina*.
4. *Nereis fucata* Sav.
5. *Nephtys Hombergii* Aud. et M. Edw.
6. *Ophelia limacina* Rathke.
7. *Arenicola marina* L.
8. *Terebella conchilega* Pall.
9. *Pectinaria belgica* Pall.
10. *Sabellaria alveolata* Sav.
11. *Lanice conchilega* Pall.
12. *Serpula contortuplicata* L.
13. *Serpula triquetra* L.
14. *Spirorbis borealis* Daud.

CRUSTACÉS

1. *Lerneae branchialis* L.
2. *Balanus balanoides* L.
3. *Balanus crenatus* Brug.
4. *Peltogaster paguri* Rathke.
5. *Sacculina carcini* Rathke.
6. *Gastrosaccus spinifer* Goes.
7. *Diastylis Rathkei* Kroyer.
8. *Pandalus annulicornis* Leach.
9. *Crangon vulgaris* L.
10. *Eupagurus Bernhardus* L.
11. *Portunus holsatus* Fab.
12. *Portunus latipes* Penn.
13. *Carcinus maenas* L.
14. *Pinnotheres pisum* L.
15. *Hyas coarctata* Leach.
16. *Thia polita* Leach.
17. *Corophium grossipes* L.
18. *Gammarus locusta* L.
19. *Bathysporeia Norvegica* S. O. Sars.
20. *Atylus Swammerdami* M. Edw.
21. *Talitrus locusta* Pall.
22. *Caprella linearis* L.
23. *Sphæroma serratum* Fab.
24. *Idotea linearis* L.
25. *Ligia oceanica* L.

MOLLUSQUES

Acéphales.

1. *Nucula nucleus*.
2. *Anomia* sp.
3. *Barbatia lactea* L. (Arca).

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 4. <i>Pectunculus glycymeris</i> L. 5. <i>Pecten varius</i> L. 6. <i>Modiola barbata</i> L. 7. <i>Mytilus edulis</i> L. 8. <i>Ostrea edulis</i> L. 9. <i>Montacuta bidentata</i> Mont. 10. <i>Sphærium corneum</i> L. ⁽¹⁾. 11. <i>Tellina solidula</i> Pultn. 12. <i>Tellina tenuis</i> Da Costa. 13. <i>Tellina fabula</i> Gruel. 14. <i>Syndosmia alba</i> S. Wood. 15. <i>Scrobicularia piperata</i> Gruel. 16. <i>Donax venustus</i> Poli. 17. <i>Macra stultorum</i> L. 18. <i>Macra solida</i> L. 19. <i>Macra subtruncata</i> Da Costa. 20. <i>Tapes pullaster</i> Mont. 21. <i>Cardium edule</i> L. 22. <i>Cardium echinatum</i> L. 23. <i>Cardita planicosta</i>. 24. <i>Solen vagina</i> Penn. 25. <i>Pholas dactylus</i> L. 26. <i>Pholas crispata</i> L. 27. <i>Pholas candida</i> L. 28. <i>Mya truncata</i> L. 29. <i>Mya arenaria</i> L. 30. <i>Abra prismatica</i>. 31. <i>Diplodonta rotundata</i> Mont. 32. <i>Panopæa plicata</i> Mont. 33. <i>Divaricella divaricata</i> L. | <ol style="list-style-type: none"> 3. <i>Trochus cinerarius</i> L. 4. <i>Littorina rudis</i> Maton. 5. <i>Littorina littorea</i> L. 6. <i>Paludestrina ulvae</i>. 7. <i>Natica Alderi</i> Forbes. 8. <i>Natica monilifera</i> Lamarck. 9. <i>Scalaria communis</i> Lamarch. 10. <i>Turritella communis</i> Risso. 11. <i>Bela turricula</i>. 12. <i>Nassa reticulata</i> L. 13. <i>Buccinum undatum</i> L. 14. <i>Purpura lapillus</i> L. 15. <i>Adeorbis subcarinatus</i> Mont. 16. <i>Alvania lactea</i> Mich. 17. <i>Doris bilamellata</i> L. |
|---|---|
-
- | | |
|--|--|
| Gastéropodes. | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Fissurella græca</i> L. 2. <i>Helcyon pellucidum</i>. | |
-
- | | |
|--|---|
| | Scaphopodes. |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Dentalium entale</i> L. |
-
- | | |
|--|--|
| | Céphalopodes. |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Sepiolo atlantica</i> d'Orb. |
-
- | | |
|--|--|
| | POISSONS |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Raja batis</i> L. jeune. 2. <i>Gobius minutus</i> L. 3. <i>Callionymus lyra</i> L. 4. <i>Trachinus vipera</i> Cuv. 5. <i>Motella mustela</i> L. 6. <i>Liparis vulgaris</i> Flem. 7. <i>Solea vulgaris</i> Cuv. |

3° Plankton.

L'étude du plankton, recueilli l'an dernier, n'est pas encore assez avancée pour que nous puissions avec fruit en consigner les résultats dans ce premier mémoire.

D'autre part, il est désirable que les recherches sur le plankton, faites dans toutes les mers, soient comparables entre elles. Or ceci ne sera possible que lorsqu'une méthode uniforme de pêche et d'étude aura été définitivement adoptée par le Bureau central dont la Conférence internationale pour l'Étude de la Mer, réunie à Stockholm en 1899, a proposé la création.

⁽¹⁾ Espèce d'eau douce — une valve isolée.

Nous remettons donc à plus tard l'exposé des résultats de cette partie de nos travaux.

Le matériel, actuellement à l'étude, comprend le produit de 131 coups de filet, dont 66 superficiels et 65 profonds. Dans ces derniers, l'appareil était attaché au câble de la drague, à environ trois mètres au-dessus de cette dernière. Les filets ont toujours été lancés au moment du départ d'une station (voir le modèle du Livre de mer des points normaux, p. 19).

Le filet de surface était levé une minute avant l'arrivée à la station suivante, tandis que le filet de fond n'était remonté qu'avec la drague.

Le modèle du Livre de mer du plankton, p. 20, montre qu'il a toujours été tenu bonne note de toutes les conditions de la pêche. La localité initiale et finale, le temps initial et final, l'instrument, le niveau, le temps de la marée, la direction du courant et celle du navire, l'état et l'aspect de la mer, les observations météorologiques, la densité de l'eau ont toujours été soigneusement consignés au registre.

La durée des diverses pêches a varié notablement, parce que des causes multiples font varier, dans de larges limites, le temps nécessaire pour parcourir un mille. Mais la distance, parcourue par chaque filet à plankton, a toujours été d'un mille nautique, sauf dans les quelques trajets transverses où drague et filets ont été traînés sur l'espace d'une minute de longitude, soit 1163 mètres.

ESPÈCES DU PLANKTON DÉTERMINÉES JUSQU'ICI.

Noctiluca miliaris.

Aurelia aurita Linn.

Rhizostoma octopus Gruel.

Cyanea capillata Esch.

Chrysaora hyoscella Esch.

Pleurobrachia pileus Flem.

Sagitta bipunctata Quoy et Gaimard.

Hyperia medusarum O. F. Müll.

Portunus holsatus Fab. 2 jeunes ind. dans un *Rhizostome*.

Gastrosaccus spinifer Goes.

Sepiola atlantica d'Orb.

Caranus trachurus (plusieurs dans les cavités sous-génitales du *Rhizostoma octopus*).

4° Étude du fond.

Le fond de la mer, dans la partie explorée de notre zone littorale, est formé de sable ;

Ce sable, en certains endroits, se montre à nu ;

En d'autres endroits, il est recouvert par une couche de vase d'épaisseur variable.

Tel est, en résumé et abstraction faite de certaines particularités locales, l'aspect sous lequel ce fond nous apparaîtrait, si les eaux de la Mer flamande venaient à se retirer.

Deux sédiments principaux sont donc accessibles à nos sondes : le sable et la vase.

Une foule de questions intéressantes se posent au sujet de la composition et de l'origine de ces deux éléments, ainsi qu'au sujet des phénomènes physiques et chimiques dont ils sont le siège et qui peuvent influencer le développement de la vie.

Sable.

La composition du sable est complexe et l'origine de ses éléments est si multiple qu'on pourrait à peine espérer d'en faire l'histoire complète. Les couches tertiaires de la côte lui ont fourni, par simple désagrégation, beaucoup d'éléments déjà fort variés. Mais, en outre, la mer peut lui avoir apporté du sud, de l'ouest et du nord des particules arrachées aux couches mésozoïques et même directement aux roches paléozoïques de Bretagne, d'Écosse et de Norvège.

Les fleuves aussi viennent y mélanger des échantillons de la plupart des couches qu'ils traversent dans l'intérieur du pays.

En certains points, la surface du sable est jonchée de pierres. Il est intéressant pour le géologue d'en connaître la nature, car leur accumulation sur une aire limitée peut indiquer l'existence d'un affleurement, ou du moins le voisinage de certaines couches sous la surface.

En d'autres endroits, la drague ramène constamment des blocs de tourbe, parfois roulés, d'autres fois anguleux. Leur présence aussi est liée à l'étude de questions pleines d'intérêt.

Enfin, des restes d'êtres vivants, actuels ou fossiles, s'y trouvent inclus.

L'analyse complète et l'étude approfondie de cet élément serait une œuvre de longue haleine, et quiconque a eu sous les yeux les travaux de Sorby ⁽¹⁾, de Dick ⁽²⁾ et d'autres auteurs, comprend qu'il y a, dans l'étude du sable, une matière suffisante pour occuper à elle seule toute l'activité d'un chercheur.

Aussi devons-nous, dans une exploration du genre de la nôtre, nous borner à en faire une étude partielle, en nous plaçant à certains points de vue bien définis.

Nous estimons que nous pourrions, en étudiant un sable, nous contenter de porter notre attention sur les points suivants :

- 1° La nature des corps volumineux qui y sont inclus ou en jonchent la surface ;
- 2° La grosseur moyenne de ses grains ; leur aspect ;
- 3° La proportion de certains corps, faciles à extraire, qu'il contient. Nous nous arrêtons surtout :
 - a) A l'évaluation de la masse des corps solubles dans l'acide chlorhydrique à 2 % ;
 - b) A celle des traces de magnétite, qui s'extraient à l'aide d'un aimant ;
 - c) A celle de la quantité de vase fine qui y est mêlée ;

⁽¹⁾ Sorby., *Address, Q. J. Geol. Soc.* XXXVI, 1880, et autres travaux.

⁽²⁾ Dick, *Nature.* XXXVI, 1887.

4° La nature et la quantité approximative des restes d'êtres vivants qu'on en peut extraire, soit à l'œil nu, soit avec l'aide d'une loupe. Ces restes sont surtout :

Des coques de Foraminifères ;
 Des piquants ou des fragments de la coque d'Echinoïdes et de Spatangoïdes ;
 Des pièces du squelette d'Ophiuroïdes et d'Astéroïdes ;
 Des fragments de Bryozoaires ;
 Des coquilles de Mollusques acéphales et gastéropodes ;
 Des tubes d'Annélides ou leurs débris ;
 Enfin des spicules d'Éponges et des Diatomées.

On voit que la presque totalité de ces restes est calcaire. D'autre part, les grains calcaires de nature minérale sont très rares dans les sables de la région explorée en 1899.

Aussi la proportion de substances solubles dans l'acide chlorhydrique donne-t-elle approximativement la proportion de restes organisés que ces sables contiennent, car les parties solubles non calcaires y représentent un poids minime.

Vase.

Nous attribuons à ce terme, assez vague par lui-même, une signification précise. Il signifiera toujours dans ces pages : *portion d'un sédiment dont les particules sont si ténues qu'elles traversent le siphon de l'appareil à lévigation* qui nous sert dans nos analyses.

Une description de cet appareil et de son emploi sera donnée plus loin.

Notre *vase* correspond à peu près aux « fine washings » de MM. Murray et Renard⁽¹⁾.

Les sédiments vaseux que les sondeurs rapportent dans tout notre champ d'exploration, rentrent dans la catégorie des *vases littorales*.

Ils se présentent sous deux aspects : la vase noire et la vase grise.

a) La *vase noire*, examinée au moment où le sondeur est ouvert, est une pâte d'un noir plus ou moins grisâtre, avec un reflet violacé souvent très marqué. Elle est assez consistante et onctueuse au toucher. Cependant on y sent presque toujours quelques grains de sable et, lorsque ceux-ci sont très nombreux, l'échantillon reçoit le nom de *vase noire sableuse*.

Elle répand le plus souvent une odeur sulfhydrique bien nette et parfois assez forte.

b) La *vase grise* présente les mêmes caractères extérieurs que la vase noire, à part sa couleur qui est d'un gris plus ou moins clair et l'absence ordinaire de l'odeur sulfhydrique.

⁽¹⁾ Voyage of *H. M. S. Challenger*, John Murray and A. F. Renard. *Report on Deep Sea Deposits*. 1891, p. 24.

Remarques découlant de nos recherches sur la vase dans leur état actuel.

La vase noire ne s'observe jamais seule dans la coupe du sondeur. Elle y est *toujours* accompagnée d'une couche de vase grise. Celle-ci git, au fond de la mer, au-dessus de la vase noire.

La vase grise, au contraire, peut exister sans vase noire, mais c'est seulement dans les cas où le sable sous-jacent n'est recouvert que d'une mince couche de sédiment vaseux.

Ces remarques, faites en mer, et certaines recherches, effectuées plus tard au laboratoire, nous font entrevoir la nature des relations mutuelles de ces deux couches. Nous allons exposer brièvement, sous la forme de propositions distinctes, quelques conclusions qui nous paraissent découler naturellement des faits recueillis.

1° *La vase noire et la vase grise, rapportées par le sondeur, ne sont pas deux éléments sédimentaires distincts*, deux couches géologiques d'origine différente. Ce sont deux manières d'être d'un même sédiment.

La démonstration expérimentale de cette manière de voir se fait avec la plus grande facilité.

En effet, ces deux vases se transforment aisément l'une dans l'autre.

a) Transformation de la vase noire en vase grise.

Elle se fait spontanément au contact de l'air ou de l'eau chargée d'oxygène.

Si l'on examine un bocal de vase noire quelques heures après son remplissage, on constate que la couche superficielle est devenue grise et tout à fait semblable à la vase grise naturelle. Cette couche grise se forme partout où il y a contact entre la vase noire et l'air. Les bulles qui se trouvent enfermées entre le verre et la masse pâteuse, sont bientôt entourées d'une couche grise semblable à celle de la surface.

Si on étale sur un plat une couche mince de vase noire et si on l'abandonne à l'air, on trouve, cinq ou six heures après, toute la masse transformée en vase grise.

b) Transformation de la vase grise en vase noire.

Tout d'abord, il suffit d'ajouter à une masse de vase grise un peu de sulfure d'ammonium pour la faire passer immédiatement à l'état de vase noire.

Mais on peut obtenir la même transformation dans des conditions non artificielles, réalisables et réalisées au fond de la mer. Il suffit d'en charger les bactéries que renferme la vase noire elle-même.

On introduit, dans un tube à réaction, de la vase grise, naturelle ou obtenue par l'action de l'air sur la vase noire. On y mélange un peu de vase noire fraîche afin d'inoculer à la masse les bactéries de celle-ci. Puis on ferme hermétiquement le tube pour y créer des conditions favorables au développement des anaérobies, et on l'abandonne à la température ordinaire.

Après quelques jours, on remarque dans la masse grise, vers le fond du tube, des taches noires de forme souvent dendritiques. Ces taches grandissent, se fusionnent, et la coloration noire finit par envahir toute la substance, à part une couche mince, voisine de la surface qui demeure grise.

La réaction est plus rapide et marche mieux, si on prend soin de mélanger à la vase noire des substances nutritives, telles que de l'albumine, et si on place le tube à l'étuve à 38°.

2° *La vase noire se forme de la vase grise par sulfuration.*

L'odeur sulfhydrique de la vase noire l'indique déjà. La réaction du sulfure d'ammonium et le noircissement qui accompagne le développement des anaérobies, le confirment.

3° *La vase grise se forme de la vase noire par oxydation.*

Le fait que les parties de la vase noire qui sont au contact de l'air, passent rapidement à l'état de vase grise, le prouve suffisamment.

L'action des autres agents oxydants conduit à la même conclusion. L'eau oxygénée, par exemple, fait passer instantanément la vase noire à l'état de vase grise, et même elle donne un produit très clair, parce que toute trace de sulfure est oxydée. Ces sulfures passent à l'état de sulfates. Il est à peine nécessaire de dire que c'est au sulfure de fer principalement, sinon exclusivement, que la vase doit sa coloration noire.

4° *La vase grise doit être considérée comme la matière première* d'où dérive la vase noire qui gît sur le sable au fond de la mer en certains endroits.

En effet, l'eau de la mer contient de l'oxygène.

Si on y jette de la vase noire sulfurée, celle-ci s'oxyde rapidement et passe au gris. Ses particules, étant très ténues, n'arrivent, du reste, au fond qu'après avoir été ballottées par les vagues pendant un temps plus ou moins long et entraînées au loin par les courants de marée. Le sulfure ferreux ne résiste pas à pareil traitement; il ne peut exister longtemps dans l'eau de la mer. Une vase, même noire et sulfurée d'avance, n'arrivera au fond qu'à l'état de vase oxydée grise. C'est assez dire que la vase noire ne se dépose nulle part comme telle dans les eaux oxygénées de la Mer du Nord; ce qui tombe au fond, en fait de sédiment fin, c'est de la vase grise.

C'est du reste la couleur de la vase grise que prend la mer, lorsque ses flots agités ont remué les fonds vaseux ⁽¹⁾.

Mais, lorsque ce sédiment gris atteint une certaine épaisseur, ses parties inférieures se trouvent bientôt suffisamment à l'abri de l'oxygène pour que les anaérobies puissent s'y développer et dégager du sulfhydrate ammoniac. Celui-ci agit sur les composés de fer que contient la vase grise, et la vase noire apparaît.

(1) Ce phénomène des *eaux limoneuses* et de leur clarification ultérieure au voisinage de nos côtes est de ceux qui devraient y faire l'objet d'observations suivies.

Le fait de la présence constante d'une couche de vase grise à la surface de la vase noire est en concordance parfaite avec notre interprétation de la genèse de cette dernière.

Nous avons dit que la vase grise existe parfois sans vase noire, et que, dans ce cas, elle forme toujours une couche mince reposant sur le sable.

Elle reste grise, parce qu'elle est mince et entièrement perméable à l'oxygène. Si elle se montrait assez épaisse, il faudrait en conclure que les bactéries n'ont pas pu s'y développer et que très probablement son dépôt dans cet endroit est de date récente.

Origine de la vase.

Ses éléments qui sont les plus ténus de tous les produits sédimentaires, ont, comme ceux du sable, une origine multiple.

La simple désagrégation des couches argileuses qui affleurent sous les eaux, lui fournit peut-être une certaine partie de sa substance.

Les fleuves en apportent de grandes quantités.

Enfin les courants de marées peuvent charrier de loin les produits les plus fins de la trituration qui s'opère incessamment au fond d'une mer peu profonde et surtout sur ses côtes.

La mer est un appareil de lévigation.

Dans les parties peu profondes où règnent des courants, les eaux agissent sur le fond, d'autant plus énergiquement qu'elles sont plus rapides. Elles y peuvent charrier le sable, le gravier et même les pierres, mais c'est pour les laisser en repos, dès que le moindre obstacle vient ralentir leur course. Ainsi se forment les bancs de sable, les barres littorales surtout.

Quant à la substance à particules excessivement ténues que nous appelons la vase, les eaux la conservent en suspension bien plus longtemps. La chute de ses particules est lente, même dans une eau en repos. Dans un liquide agité, elles demeurent indéfiniment en suspension. Aussi tout le monde admet que là où de la vase se dépose en mer, il doit régner, au moins périodiquement, un calme relatif.

Soulevée en certains endroits et mise en suspension, la vase se dépose en d'autres. C'est ce qui se produit dans tout appareil de lévigation.

Il est important de tenir compte de ces données dans une étude du fond et des conditions que les animaux peuvent y rencontrer.

La question du calcaire de la vase.

Nous verrons plus loin que la vase est riche en calcaire : la proportion de carbonate calcique peut s'y élever jusqu'à 28 % dans les analyses que nous avons faites jusqu'ici.

De Lapparent signale des vases littorales riches en calcaire dans la baie du Mont-Saint-Michel. L'une d'elles, appelée *tangue*, contient parfois jusqu'à 50 % de carbonates.

Cependant le savant géologue, se basant sur un travail de Besnou, ne se refuse pas, malgré cette énorme proportion, à rapporter l'origine de cette substance à la trituration des coquilles apportées par le flot ⁽¹⁾. Nous pourrions donc accepter la même théorie au sujet de la vase de notre côte dont certains endroits sont très riches en coquilles.

Mais, en présence des conditions particulières de l'appareil lévigateur de la Mer du Nord, on ne peut s'empêcher de se demander s'il ne faut accorder aucune influence, sur la composition de nos vases, aux côtes crayeuses des deux rives du détroit. Ces masses friables doivent donner à la mer beaucoup d'éléments très fins et par conséquent très transportables par les eaux, et celles-ci nous arrivent de cette direction deux fois par jour sous la forme d'un puissant courant de flot.

Nous ne pouvons en ce moment que poser cette intéressante et difficile question dont l'étude est du reste subordonnée à celle des courants.

5° Méthode suivie dans l'étude des sédiments.

Nous avons dit plus haut qu'un échantillon du fond est prélevé à chacune des stations nodales du réseau. Un autre a toujours été pris en un point très voisin du milieu de la distance séparant deux stations normales voisines, soit à un demi-mille de chacune.

Les sédiments ainsi recueillis fournissent déjà d'utiles indications sur l'étendue des aires de nature diverse qui constituent le fond de la bande côtière. Toutefois la délimitation exacte de ces aires exige des sondages supplémentaires plus rapprochés et très nombreux sur les zones limites.

Nous en avons déjà pratiqué un certain nombre ; mais cette recherche qui demande des arrêts multipliés, est incompatible avec le bon fonctionnement d'une drague. Elle devra faire l'objet d'expéditions spéciales affectées exclusivement aux opérations de sondage.

Récolte des échantillons.

Nous avons décrit plus haut le sondeur-collecteur qui nous a généralement servi pendant la saison passée (fig. 7, 8 et 9, p. 27), et nous avons dit qu'un engin d'un autre type, un sondeur à tube, est à l'étude.

Mais, dans l'exploration complète d'un fond, il importe de ne pas négliger les données fournies par la drague. Si, à elle seule, la drague ne fournit que des indications peu précises et incomplètes, d'autre part, il est des matériaux que les sondeurs ne rapportent pas : ce sont les pierres isolées, les blocs de tourbe ou d'autres objets d'un volume dépassant ce que nous avons appelé *gravier grossier* et qui jonchent le fond en certains endroits. Aussi avons-nous toujours examiné le contenu de la drague à ce point de vue et la nature des sédiments dragués a été notée à chaque station nodale.

⁽¹⁾ de Lapparent, *Traité de Géologie*, Paris, Masson, 1893. Troisième édition, p. 246.

Les échantillons des sédiments ont été conservés dans des flacons en verre et additionnés d'une petite quantité de formol pur. Parfois cependant le formol a été remplacé par l'alcool. Dans les cas où l'on se propose d'en faire une étude bactériologique, on se garde d'y ajouter quoi que ce soit.

Étude des échantillons.

Il a été dit plus haut que le fond de la mer, dans la partie explorée de la zone côtière, est recouvert d'un dépôt dont la constitution varie, mais qui demeure toujours une roche fragmentaire meuble.

Les éléments constituant de ce dépôt présentent de grandes variations de volume et de composition. Les fragments isolés y peuvent avoir toutes les dimensions possibles, depuis le bloc de pierre jusqu'au granule excessivement ténu de la vase onctueuse. Les uns sont organiques, les autres minéraux.

Tout échantillon de sédiment est donc un mélange. Il est nécessaire, en abordant l'étude, de procéder à un certain triage de ses éléments et il est rationnel, même indispensable de commencer par un triage mécanique permettant de les classer par ordre de grandeur.

Triage mécanique.

Nous avons trouvé commode la méthode de triage mécanique adoptée par Thoulet ⁽¹⁾ et par Allen ⁽²⁾. Toutefois nous l'avons modifiée notablement pour l'adapter à nos objets et à notre but.

Elle consiste dans un simple tamisage ayant pour résultat la séparation de sept numéros de grandeur ; elle se complète par une opération de lévigation qui a pour but d'en séparer un huitième d'avec le septième, et par une manipulation qui permet de recueillir des Diatomées, des Foraminifères et d'autres objets plus légers que le sable, mais plus lourds ou plus volumineux que les particules de la vase.

Nos tamis sont exactement ceux d'Allen. Ils sont en zinc perforé provenant de chez les mêmes fournisseurs, MM. Staniar et C^o, à Manchester ⁽³⁾. Les trous ont les dimensions suivantes dans chacun des six appareils :

I.	—	15	millimètres.	IV.	—	1,5	millimètre.
II.	—	5	"	V.	—	1	"
III.	—	2,5	"	VI.	—	0,5	"

⁽¹⁾ *Thoulet, op. cit.*

⁽²⁾ *Allen, On the Fauna and Bottom-Deposits near the Thirty Fathom line from the Eddystone Grounds to Start Point. Journal of the Marine Biological Association. Plymouth, vol. V, n^o 4, juin 1899.*

⁽³⁾ Nous nous sommes procuré depuis lors des zincs perforés absolument identiques chez MM. Delrée et Ophoven, fabricants de métaux perforés, à Liège.

La séparation du sable fin n° VII, qui passe à travers le tamis n° VI, d'avec les particules ténues constituant la vase onctueuse, est la partie la plus longue et la plus difficile de tout ce travail.

Appareil de lévigation.

La nature de nos sédiments vaseux nous a conduit à modifier cette dernière partie du procédé ordinaire de Thoulet et Allen.

En effet, la séparation de la vase d'avec le sable fin s'obtient dans ce procédé par la décantation, après une minute de repos, de l'eau chaude dans laquelle on a agité la substance. Or, nos échantillons étant souvent formés d'une vase extrêmement fine et collante, il n'est pas possible d'éliminer complètement ce qui correspond à la grosseur de grains n° VIII, sans recommencer un grand nombre de fois l'opération de la décantation. Outre sa lenteur, le procédé présente alors l'inconvénient de donner, à la fin de l'opération, un volume d'eau énorme dont il faut extraire la vase par de nouvelles décantations séparées par de longs repos.

Après avoir essayé le dispositif de Nobel, usité surtout dans l'analyse agricole des terres, et fait d'autres tentatives, nous nous sommes arrêté à l'emploi de l'appareil représenté fig. 10.

On voit que c'est un simple siphon dont la courte branche est formée d'un gros tube large de 4 centimètres et long d'un mètre. Il est fermé en haut par un bouchon en caoutchouc percé d'un trou qui livre passage à un tube de 1 centimètre de diamètre; celui-ci constitue la longue branche du siphon.

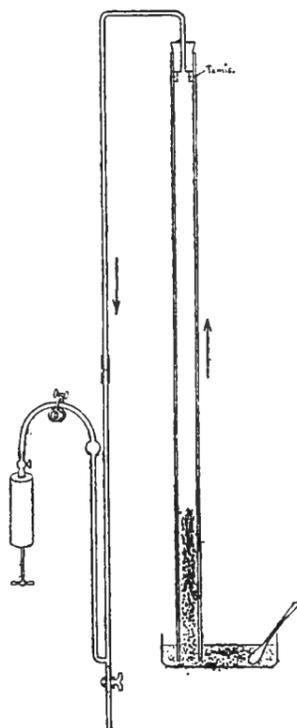


Fig. 10. — Schéma du lévigateur à siphon.

Cette branche porte en bas un tube amorceur et un robinet. On amorce à l'aide d'une seringue en métal qu'on adapte au tube par un caoutchouc muni d'une pince.

L'extrémité inférieure du gros tube plonge dans un cristalliseur assez large dans lequel on place la substance. Le siphon étant amorcé avec de l'eau pure, on verse dans le cristalliseur un litre d'eau bouillante et on y délaye le sédiment avec une spatule. Puis on ouvre le robinet de la longue branche. Un courant s'établit, entraînant dans le gros tube le liquide limoneux du cristalliseur qu'on a soin d'agiter souvent. Toutefois, grâce à la lenteur de ce courant provenant de la différence de calibre des deux branches du siphon, les particules de sable ne s'élèvent guère dans le gros tube; elles y montent d'autant moins qu'elles sont plus grosses ou que leur poids spécifique est plus élevé. Seuls les fins granules de vase arrivent jusqu'en haut et sont emportés par le courant plus rapide de la longue branche mince.

Le liquide, chargé de vase ténue, est reçu dans des éprouvettes allongées où un premier dépôt s'opère rapidement. Dans le cas d'un échantillon très vaseux, l'eau opalescente qui surnage dans ces éprouvettes après un repos d'un quart d'heure environ, est reversée dans le cristalliseur sur le sédiment, pour s'y recharger de particules fines. Le dépôt, au contraire, est rassemblé dans une même éprouvette.

Après avoir fait repasser la même eau décantée à travers le siphon un nombre de fois qui varie suivant la nature de l'échantillon, on constate à un moment donné que la colonne liquide du gros tube a cessé d'être plus chargée que l'eau fournie par les éprouvettes après un quart d'heure de repos. Alors on cesse d'utiliser cette eau et on verse de l'eau bouillante pure dans le cristalliseur, en agitant toujours, jusqu'à ce que le liquide passe clair dans tout le système.

On obtient ainsi, beaucoup plus rapidement que par les autres méthodes, toute la vase d'un sédiment répartie dans un volume d'eau de lévigation qui est réduit à son minimum. Ce résultat est dû à la régularité du procédé et à ce fait que les premières eaux servent plusieurs fois, du moins dans le cas d'un échantillon très vaseux.

Il est important de conserver au courant qui parcourt le siphon, une vitesse constante. Cela s'obtient en maintenant l'extrémité inférieure de la longue branche mince au même niveau pour conserver à la colonne motrice toujours la même longueur, soit 12 centimètres, avec un siphon dont le robinet présente un pertuis de 3 millimètres de diamètre. On a donc soin de verser continuellement de l'eau chaude dans le cristalliseur, tandis que le siphon est en marche pour que le niveau y baisse le moins possible.

On pourrait même faire usage à cet effet d'un appareil à débit constant, réglé comme le siphon. Mais, dans la pratique, on peut s'abstenir de cette précaution, car nous avons constaté qu'une différence de niveau de 3 centimètres ne change pas la nature du produit qui passe. Cet accident ne serait à craindre que si le gros tube était trop court.

A l'appareil ainsi construit, nous avons ajouté récemment une disposition qui a pour but spécial la récolte de certains corps microscopiques que l'on peut rechercher dans la vase,

mais qu'il y a tout avantage à réunir et à obtenir aussi peu mélangés que possible aux particules de la vase ou du sable. C'est un simple tamis extrêmement fin, que nous interposons sur le trajet du courant siphonné tout au bout du gros tube. Nous avons choisi le numéro 210 des tamis en fil de bronze phosphoreux fabriqués pour la meunerie par la maison Franck et C^{ie} de Schlestadt (Alsace). Ses mailles ont 1/8 de millimètre.

Un disque de cette toile est emprisonné entre deux anneaux de caoutchouc serrant à l'intérieur du gros tube.

Ce tamis a pour effet d'arrêter certains objets volumineux mais aussi entraînales que la vase, tels que des fibres végétales, des soies d'Annélides, des Diatomées, des Foraminifères et de petits Nématodes que l'on peut ainsi recueillir en masse, tandis que le hasard seul ferait mettre la main dessus, si on les cherchait dans le sédiment naturel ou dans la vase pure n° VIII.

Voici comment ces objets se recueillent.

On s'occupe d'abord de la vase qui s'élimine ainsi que nous l'avons indiqué. Vers la fin de l'opération, le liquide, contenu dans le gros tube vertical, n'est plus opaque; il n'est qu'opalescent. Puis il cesse de l'être, mais on y voit encore flotter une infinité de corpuscules. A ce moment, on ferme le robinet du siphon et on ajoute sous lui, à l'aide d'un bout de caoutchouc, un tube de verre dont l'extrémité se trouvera à 15 centimètres plus bas que le bout du siphon, c'est-à-dire qu'on ajoute au siphon 15 centimètres de colonne motrice et qu'ainsi on double à peu près son débit. Ce qui reste dans le cristalliseur, c'est-à-dire le sable, est donc soumis à l'action d'un courant, beaucoup plus rapide que précédemment. Certains corps, entre autres des Diatomées et des Foraminifères, s'en trouvent alors séparés et entraînés dans le tube, mais ils sont en grande partie arrêtés par le tamis. Nous faisons passer ainsi un litre d'eau, puis nous arrêtons. Le contenu du gros tube est amené dans un récipient cylindrique de 15 centimètres de diamètre. Il y est laissé en repos pendant 1 minute, puis décanté à l'aide d'un siphon. On en sépare ainsi le peu de sable qui s'était engagé dans le gros tube. Puis il est additionné du dernier litre siphonné qu'on avait tenu à part et tout ce liquide est laissé en repos jusqu'au lendemain. Le dépôt que l'on trouve alors au fond, contient beaucoup de corps du genre de ceux que nous avons indiqués. Il est conservé à l'alcool.

Il est évident que l'on ne rassemble pas ainsi tous les Foraminifères jusqu'au dernier, ni toutes les Diatomées, etc. Les individus de très petite taille passent à travers le tamis et vont dans la vase. Les formes très grosses restent au contraire dans le sable; on en trouve dans le dépôt qui se fait pendant la minute d'attente et qu'on a soin de conserver. Mais on obtient cependant un bon nombre de ces objets plus rassemblés que par les autres méthodes connues de nous.

Disons toutefois que les sédiments très vaseux bouchent rapidement les mailles de la toile métallique. On ne peut faire usage de celle-ci que vers la fin de l'opération, lorsque le gros de la vase est passé. Néanmoins on recueille alors encore un bon nombre de corps légers.

La vase, obtenue par ce procédé de lévigation, est très analogue à celle que fournit la décantation après une minute de repos ; peut-être est-elle un peu plus fine. Elle a l'avantage d'être toujours identique à elle-même. Au toucher, elle est onctueuse et dépourvue de grains affectant individuellement la sensibilité tactile de la pulpe du doigt.

De son côté, le sable fin qui reste dans le cristalliseur, contient des particules un peu plus fines que celui qui se dépose d'une eau chaude agitée après une minute de calme, mais la différence est légère.

Terminologie.

Nous adoptons, pour désigner les différents numéros de la série du triage mécanique, des termes correspondant, à peu de chose près, à ceux d'Allen.

- Pierres* indiquera donc tous les corps restant dans le tamis de 15 millimètres, à moins qu'ils ne soient de nature organique.
- Gravier* s'appliquera dans les limites de 15 millimètres à un peu plus de 1,5 mm.
- Sable* signifiera sédiment, meuble dont les particules varient depuis 1,5 mm. jusqu'au volume minimum de celles qui ne sont pas entraînées par le siphon, lorsqu'il fonctionne dans les conditions que nous venons d'indiquer.
- Vase* comprendra la substance entraînée par le courant d'eau chaude qui traverse ce siphon.

Si ce dernier produit contenait des grains d'un volume approchant de 0,5 mm., ceux-ci ne pourraient être que des particules organiques entraînées grâce à leur légèreté.

En fait, ces corps sont arrêtés par le tamis en bronze phosphoreux, quand on peut l'appliquer.

Ces quatre termes sont insuffisants, car les graviers et les sables comprennent divers numéros de grosseur dont la séparation par le tamis est fort utile.

Voici donc, en un tableau, la série complète des termes dont nous ferons usage, avec la signification précise que nous leur donnons :

<i>Pierres</i>	= n°	I	restant dans le tamis n° 1 à trous de 15 mm.
<i>Gravier grossier</i>	= n°	II	— — n° 2 — 5 mm.
<i>Gravier moyen</i>	= n°	III	— — n° 3 — 2,5 mm.
<i>Gravier fin</i>	= n°	IV	— — n° 4 — 1,5 mm.
<i>Sable grossier</i>	= n°	V	— — n° 5 — 1 mm.
<i>Sable moyen</i>	= n°	VI	— — n° 6 — 0,5 mm.
<i>Sable fin</i>	= n°	VII	passant à travers le tamis n° 6, mais restant dans le récipient sous la courte branche du siphon.
<i>Vase</i>	= n°	VIII	passé à travers le siphon et se recueille par décantation dans des éprouvettes.
<i>Corps légers</i>	= n°	IX	restant en suspension dans l'eau du siphon après accélération du courant et repos de 1 minute.

Les mélanges sédimentaires que l'on recueille en mer, sont appelés *gravier*, *sable* ou *vase*, suivant l'élément qui y prédomine.

Les termes *gravier sableux*, *sable vaseux*, *vase sableuse* et d'autres servent à dénommer provisoirement des échantillons à caractères intermédiaires.

Tout échantillon de fond peut être soumis au travail de triage que nous venons de décrire, et ses éléments constitutifs se rangeront toujours dans l'une des catégories indiquées. Remarquons toutefois que les dénominations employées ne s'appliquent pas bien aux corps organiques, tels que les coquilles, les tubes d'Annélides et d'autres.

Il arrive que certains numéros de triage sont formés exclusivement de ces productions. Ainsi, dans certains sables et dans certaines vases, les seuls objets qui restent dans les premiers tamis, sont des coquilles d'Acéphales. Dans ces cas, il nous a paru commode de faire usage du terme « néritique », créé par Haeckel et proposé par Herdman ⁽¹⁾ pour désigner un sédiment de nature organique, par opposition au terme « terrigène » qui désigne les dépôts minéraux. Le n° 1 sera néritique ou minéral, *coquilles ou pierres*. Les n°s 2, 3 et 4 sont des *graviers* sans qualificatif ou des *graviers néritiques*. Les n°s 5, 6 et 7 sont des sables, tout court, ou des *sables néritiques*.

Remarque sur l'analyse des sédiments.

Le triage mécanique n'est que la première phase de l'étude d'un sédiment. Chaque numéro peut être soumis à des recherches ayant pour but de fixer la nature lithologique ou organique de ses éléments, ou bien l'ensemble pourra même être soumis à l'analyse chimique.

On ne peut indiquer un procédé unique auquel on s'astreindrait rigoureusement pour l'étude de tous les fonds. « L'analyse complète d'un sédiment, dit Thoulet, est longue et » délicate; les procédés différeront suivant la nature de l'échantillon. » Ces procédés varieront encore suivant les circonstances du prélèvement et de la conservation et surtout suivant le but que l'on se propose. Ainsi, si l'on veut rechercher l'acide sulfhydrique ou les sulfures dans un échantillon, on ne l'additionnera d'aucun antiseptique; on fera la recherche sans retard et on se gardera de procéder à la lévigation au contact de l'air.

Dans tel cas, on ne recherchera que les restes organiques; dans d'autres, on n'aura en vue que telle ou telle substance en particulier, ou bien les conditions bactériologiques seules seront étudiées, et, dans toutes ces éventualités, on se laissera guider par le but spécial de la recherche.

Nos analyses, pour la partie explorée en 1899, ne sont pas terminées; mais, si elles l'étaient, nous ne pensons pas que nous pourrions déjà tirer des conclusions autres que les propositions très générales que nous avons énoncées en commençant.

C'est pourquoi nous nous bornerons à donner ici, à titre de spécimens, les tableaux

⁽¹⁾ *Herdman. Report on Marine Zoology of the Irish Sea British Ass. Reports. 1895. Ipswich.*

d'analyse de quelques échantillons de fonds sableux et de fonds vaseux, laissant pour des mémoires ultérieurs l'étude de certaines questions qu'à la rigueur, nous pourrions déjà ébaucher d'après l'ensemble des faits recueillis.

SPÉCIMENS DES TABLEAUX D'ANALYSE.

Sable.

I

Numéro de l'échantillon : 236 (1).

Date de la prise : 4 août 1899.

Localité : mi-chemin entre 24 D et 24 E (2).

Instrument : Sondeur n° 1.

Caractères de l'échantillon au moment de la prise : sable fin ; quelques débris de coquilles ; pas de vase visible.

Objets volumineux recueillis dans le voisinage : le dragage n° 239 qui a passé par le point 236 en cheminant du Sud au Nord, a fourni des fragments plats de tourbe roulée et quelques cailloux de silex de la grosseur d'un œuf, roulés également. Peu de coquilles dans la drague, mais assez bien d'animaux vivants.

TRIAGE MÉCANIQUE

Poids total de la masse triée : 418,3 gr.

POIDS DE CHAQUE NUMÉRO :

Tamisage						Lévigation				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Pierres ou coquilles	Gravier grossier	Gravier moyen	Gravier fin	Sable grossier	Sable moyen	Sable fin	Vase	Corps légers	Proportion de magnétite	Proportion de substances solubles dans HCL
GLOBAL 0	GLOBAL 1 gr.	GLOBAL 1,6 gr.	GLOBAL 1,4 gr.	GLOBAL 0,7 gr.	GLOBAL 3,2 gr.	GLOBAL 409,5 gr.	GLOBAL 0,9 gr.	Fibres. Diatomées. Foramini- fères.	0,015 gr. ds 100 gr. de VII	1,4 gr. dans 20 gr. de VII pour 100 7
pour 100 0	pour 100 0,23	pour 100 0,38	pour 100 0,33	pour 100 0,016	pour 100 0,76	pour 100 97,8	pour 100 0,021			

REMARQUES

Néritique.	Néritique.	Néritique.	Néritique.	Néritique.				Coscino- discus.		
Donax.					8 Forami- nifères dans 1 gr.			Rotalia.		
Mactra.					Rotalia.			Miliolina.		
Syndosmia.										

Ce tableau montre que ce sédiment est un type de sable fin contenant très peu de sables et de graviers néritiques (II, III, IV, V, VI) et seulement des traces de vase.

(1) Le Livre de mer des stations normales indique toutes les circonstances de la prise de l'échantillon.

(2) Le Livre de navigation renseigne la localité avec précision, à l'aide de mesures d'angles et de relèvements.

II

Numéro de l'échantillon : 182.

Date : 1^{er} août 1899.

Localité : 24 J.

Instrument : Sondeur n° 1.

Caractère de l'échantillon au moment de la prise : Sable plutôt grossier, coquillier.

Objets volumineux recueillis dans le voisinage : le dragage n° 181, ayant pour point final 24 J et mené du Sud au Nord, a fourni deux grosses pierres plates et 345 grammes de pierrailles. Parmi celles-ci, nous trouvons quelques fragments de silex roulés couverts d'une patine blanche, même sur leurs faces de brisure. Le reste est formé de fragments d'un grès identique aux deux grandes pierres plates. M. Rutot, conservateur au Musée de Bruxelles, a bien voulu examiner ces pierres et y a reconnu le grès panisélien à grains très fins. Un fait qui confirme cette détermination, est la présence, dans le même coup de drague, de 23 valves de *Cardita planicosta*, les unes intactes, les autres brisées ou perforées par la *Cliona celata*; or ce bivalve est très caractéristique du Panisélien (Éocène).

Des *Nummulites planulata* ont été recueillies dans les stations voisines.

La rencontre constante du grès panisélien et de la *Cardita planicosta* avec des *Nummulites*, au point 24J et en plusieurs points voisins où il est impossible de donner un coup de drague sans rapporter de ces pierres, conduit à la conclusion qu'il y a dans cette région, située à environ 15 kilomètres de la côte — 18 kilomètres au nord d'Ostende, — un ou plusieurs affleurements de cette couche éocène.

Nous continuerons à porter notre attention sur ces faits.

Plusieurs de ces pierres étaient perforées par les Pholades.

Presque toutes, y compris les grosses, sont recouvertes d'une croûte blanche réticulée dans laquelle on reconnaît aisément des *Membranipora*.

Outre ces fragments paniséliens et ces quelques silex, nous avons recueilli dans la drague une dizaine de morceaux d'une pierre blanche tendre et poreuse dont l'aspect nous intrigua d'abord. Ayant examiné ces morceaux à la loupe, nous en déterminâmes sans peine la nature : c'étaient des incrustations de *Membranipores*, formées par la superposition d'un grand nombre de générations de ce Bryozoaire dans lequel M. le D^r Pergens reconnaît le *Membranipora reticulum* L. — forme *typica* et forme *Savartii* Aud. Elles atteignaient jusqu'à 3 centimètres d'épaisseur. Leur légèreté, après dessiccation, est si grande que leurs fragments flottent sur l'eau, comme le font certains coraux ⁽¹⁾. Ces fragments semblaient récemment brisés. Sans doute les dents de la herse les avaient arrachés à quelque saillie pierreuse du fond où ils formaient une sorte de récif bryozoïque en miniature.

(1) Voir Saville Kent. *The great barrier of Australia...* London. W. H. Allen & Co, 1893.

Outre ces diverses productions, la drague contenait encore au delà de 4 1/2 kilos de coquilles mortes dont le plus grand nombre étaient colorées en roux par l'oxyde de fer. Beaucoup, — entre autres des *Ostrea* — étaient perforées par la *Cliona celata*.

Enfin notons que la drague contenait également beaucoup d'animaux vivants.

TRIAGE MÉCANIQUE

Poids total de la masse triée : 407,35 gr.

POIDS DE CHAQUE NUMÉRO :

Tamisage						Lévigation				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<i>Pierres</i> <i>ou coquilles</i>	<i>Gravier</i> <i>grossier</i>	<i>Gravier</i> <i>moyen</i>	<i>Gravier</i> <i>fin</i>	<i>Sable</i> <i>grossier</i>	<i>Sable</i> <i>moyen</i>	<i>Sable</i> <i>fin</i>	<i>Vase</i>	<i>Corps</i> <i>légers</i>	<i>Proportion</i> <i>de</i> <i>magnétite</i>	<i>Proportion</i> <i>de</i> <i>substances</i> <i>solubles</i> <i>dans HCL.</i>
GLOBAL 3 gr.	GLOBAL 6,25 gr.	GLOBAL 5,90 gr.	GLOBAL 2,4 gr.	GLOBAL 4,6 gr.	GLOBAL 53,5 gr.	GLOBAL 331 gr.	GLOBAL 0,7 gr.	Fibres. Diatomées. Foramini- fères.	0,002 gr. ds 100 gr. de VII	1,35 gr. dans 20 gr. de VII pour 100 26,75
pour 100 0,73	pour 100 1,53	pour 100 1,45	pour 100 0,59	pour 100 1,13	pour 100 13,13	p. 100 81,26	p. 100 0,02			

REMARQUES

Néritique.	Néritique.									
<i>Pholas dact.</i>	<i>Pholas dact.</i>									
<i>Mastra subtr.</i>	<i>Syndosmia.</i>									
	<i>Tellina sol.</i>									
	<i>Natica Alderi.</i>									
	<i>Echinocardium.</i>									
	<i>Cardita planicosta.</i>									
	<i>Arca lactaea.</i>									
		<i>Adeorbis subcarinatus.</i>								
						13 Foramini- fères dans 1 gr.				
						<i>Rotalia.</i>				
						Piquants de Spatangoides et d'Échinoïdes				

Vase.

III

Numéro de l'échantillon : 389.

Date : 16 août 1899.

Localité : 17 C.

Instrument employé : Sondeur n° 1.

Caractères de l'échantillon au moment de la prise : Vase noire-bleuâtre avec une couche de vase grise ; un peu de grains de sable.

Remarque. Une prise, faite au même endroit le 11 août, avait donné exactement le même fond.

Les deux dragages 346 et 388, voisins de cet endroit, n'ont rapporté que fort peu de pierres très petites, des scories, un fragment de poterie ancienne et des tubes de *Pectinaria*.

TRIAGE MÉCANIQUE

Poids total de la masse triée : 226,3 gr.

POIDS DE CHAQUE NUMÉRO :

Tamisage						Lévigation				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<i>Pierres ou Coquilles</i>	<i>Gravier grossier</i>	<i>Gravier moyen</i>	<i>Gravier fin</i>	<i>Sable Grossier</i>	<i>Sable moyen</i>	<i>Sable fin</i>	<i>Vase</i>	<i>Corps légers</i>	<i>Proportion de magnétite</i>	<i>Proportion de substances solubles dans HCL</i>
GLOBAL 0	GLOBAL 0,4 gr.	GLOBAL 0,4 gr.	GLOBAL 0,5 gr.	GLOBAL 0,5 gr.	GLOBAL 1,2 gr.	GLOBAL 39,2 gr.	GLOBAL 184,1gr.	Fibres. Diatomées. Foramini- fères.	0,002 gr. dans 20 gr. de VII.	17,7 gr. dans 20 gr. de VII. pour 100 11,5
pour 100 0	pour 100 0,17	pour 100 0,17	pour 100 0,22	pour 100 0,22	pour 100 0,53	p. 100 17,32	p. 100 81,35			

REMARQUES

Néritique. <i>Donax.</i> <i>Syndosmia.</i>	Néritique. Jeunes <i>Donax.</i> <i>Syndosmia.</i>	Néritique.	Néritique.	4 Forami- nifères dans 1 gr. <i>Rotalia.</i> <i>Orbulina.</i>						
--	---	------------	------------	---	--	--	--	--	--	--

Exemples d'analyse chimique des sédiments.

Les échantillons ont été confiés à M. Eugène Gilson, professeur à l'Université de Gand, qui en a fait l'analyse dans le but de fixer la proportion

- 1° de substance soluble dans l'acide chlorhydrique.
- 2° de carbonate calcaïque,
- 3° de matières organiques,
- 4° et d'acide sulfhydrique.

Pour la recherche des deux premières substances, les échantillons ont été traités par la méthode de Thoulet. Un tamisage préalable en avait séparé quelques débris de coquilles.

On a obtenu ainsi un produit très ténu, semblable à la vase VIII que nous dégageons aujourd'hui à l'aide de notre lévigateur à siphon, ainsi qu'un sable correspondant au sable fin n° VII, mélangé de très faibles quantités des numéros VI, sable moyen et V, sable grossier.

Voici, exposés par leur auteur, les résultats de l'analyse de ces deux éléments.

IV

Numéro de l'échantillon : 431.

Date : 11 octobre 1899.

Localité : échantillon prélevé en dehors des stations normales.

Relèvements : Eglise de Mariakerke } angle de 36° 30'
 Eglise de Middelkerke }
 Eglise de Mariakerke } angle de 94° 30'
 Phare d'Ostende }

Ce point se trouve dans la petite rade d'Ostende, en dedans du Stroombank, à environ 1 kilomètre de la côte.

Triage par décantation. Sable : 21,217 gr.
 Vase : 78,783 gr.
 100,000

A. — Analyse de la vase.

1° Détermination de la proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 %.

Un poids déterminé de vase, séchée à 110°, est chauffé légèrement dans de l'acide chlorhydrique à 20 %. Le résidu insoluble est amené sur un filtre, complètement lavé à l'eau distillée, séché à 110° et pesé. La différence entre la première pesée et la seconde donne le poids de la substance soluble dans l'acide chlorhydrique

	<i>Résultats.</i>		
	1 ^{er} Essai.	2 ^e Essai.	Moyenne.
Substance soluble	38,019	37,797	37,908
» insoluble	<u>61,981</u>	<u>62,203</u>	<u>62,092</u>
	100,000	100,000	100,000

2° Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.

Nous avons employé l'appareil de Classen qui permet la pesée directe de l'anhydride carbonique et donne des résultats plus exacts que ceux que l'on a préconisés pour le dosage par différence.

La quantité de carbonate calcique a été calculée comme si l'anhydride carbonique était exclusivement combiné au calcium ⁽¹⁾.

<i>Résultats.</i>			Carbonate calcique correspondant.
Anhydride carbonique.			
1 ^{er} Essai.	2 ^e Essai.	Moyenne.	
12,392 %	12,341 %	12,366 %	28,104 %

On voit que cette vase est riche en calcaire.

⁽¹⁾ Voir à ce sujet *Thoulet. Océanographie*, p. 140.

3° *Dosage des matières organiques.*

Ce dosage présente des difficultés assez sérieuses, notamment à cause de la présence des carbonates et des sulfures. Nous avons employé la méthode la plus rigoureuse, celle dont on se sert pour le dosage du carbone dans les matières organiques, la combustion.

Mais, avant de brûler la substance, il est indispensable d'éliminer l'hydrogène sulfuré et l'anhydride carbonique. Dans cette opération, il faut éviter l'emploi d'un excès d'acide.

Voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêté.

Nous déterminons d'abord, par un essai alcalimétrique, la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire pour neutraliser les carbonates contenus dans l'échantillon à analyser. Ensuite nous prenons de celui-ci un certain poids, — environ 6 grammes, — nous l'introduisons dans une capsule et nous ajoutons la quantité requise d'acide chlorhydrique. Puis nous chauffons au bain-marie jusqu'à ce que la substance soit sèche.

Le résidu est alors mélangé avec de l'oxyde de cuivre en poudre. Le mélange est introduit dans le tube à combustion et brûlé dans un courant d'oxygène. On termine la combustion comme à l'ordinaire, en évitant toutefois de chauffer trop fort.

Après avoir pesé l'appareil à potasse, nous nous assurons qu'il ne contient pas d'acide chlorhydrique — celui-ci ayant pu se produire par l'action de la chaleur sur les chlorures, en présence de la vapeur d'eau.

Résultats.

Les quantités obtenues sont renseignées comme *carbone organique*. Cette donnée suffit en effet pour les besoins de cette étude, puisque les résultats, exprimés en carbone, sont rigoureusement comparables.

	Carbone organique.		
	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
	2,674 %	2,608 %	2,641 %

B. — Analyse du sable.1° *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique.*

	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
Substance soluble	25,864	25,900	25,882
" insoluble	74,136	74,100	74,118
	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

	Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.	
	9,889 %	9,624 %	9,757 %	22,175 %

C. — Dosage de l'acide sulfhydrique dans le sédiment non trié.

Cet acide, dans les sédiments analysés, se trouve presque complètement à l'état de sulfure ferreux. Celui-ci s'oxydant rapidement à l'air, il ne fallait pas songer à effectuer le dosage dans la substance séchée ni même dans la vase fine séparée du sable par lévigation, car l'oxydation se produit énergiquement au cours de cette opération. C'est pourquoi nous avons opéré sur le sédiment naturel.

Voici la méthode qui a été suivie : on a pris, au même moment et exactement de la même façon, quatre échantillons différents dans le même bocal. Les deux premiers sont utilisés pour le dosage de l'humidité, et les deux autres pour le dosage de l'acide sulfhydrique. La quantité de ce corps trouvée est rapportée à la substance sèche.

Résultats.

1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
0,1635 %	0,1561 %	0,1598 %

V

Numéro de l'échantillon : 428.

Date : 11 octobre 1899.

Localité : en dehors des stations normales, vers le centre du rectangle compris entre les latitudes 51°20'N et 51°21'N et les longitudes 2°55'E et 2°56'E,

à 5 milles nautiques (9 kil. 260 m.) de la côte. Ce point est situé au nord d'Ostende, de l'autre côté du grand banc de Wenduïne.

Caractères au moment de la prise : Sable vaseux, noirâtre.

<i>Triage par décantation : Sable . . .</i>	85,466
<i>Vase . . .</i>	14,534
	100,000

A. — Analyse de la vase.

1^o *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 %.*

Résultats.

	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
Substance soluble	37,865	37,093	37,229
„ insoluble	62,135	62,907	62,771
	100,000	100,000	100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.**Résultats.*

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.	
11,445 %	11,514 %	11,479 %	26,088 %

3° *Dosage des matières organiques.*

Carbone organique.		
1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
2,526 %	2,634 %	2,580 %

B. — Analyse du sable.1° *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 %.*

	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
Substance soluble	8,986	8,889	8,937
» insoluble	91,014	91,111	91,063
	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.	
3,707 %	3,509 %	3,608 %	8,200 %

C. — Dosage de l'acide sulfhydrique.*Résultats.*

1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
0,2876 %	0,2566 %	0,2721 %

VI

Numéro de l'échantillon : 426.

Date : 11 octobre 1899.

Localité : en dehors des stations normales.

Alignement : Église d'Ostende par le feu rouge de l'estacade Est.

Angles : Phare d'Ostende	} 11°
Église d'Ostende	
Phare d'Ostende	} 31°
Église de Bredene	

Ce point est situé entre le Stroombank et le banc de Wenduyne, au Nord d'Ostende, à 2 milles (3 kilom. 704 mètres) de la côte.

Caractères au moment de la prise : vase noire violacée, très collante, avec une faible couche de vase grise.

Triage par décantation :

Sable . . .	11,663
Vase. . . .	88,337
	<hr/>
	100,000

A. — Analyse de la vase.

1° Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 %.

	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
Substance soluble . . .	35,193	35,477	35,335
„ insoluble . . .	64,807	64,523	64,665
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,000	100,000	100,000

2° Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.

	Anhydride carbonique.		Moyenne.	Carbonate calcique correspondant.
1 ^{er} essai.	2 ^e essai.			
11,060 %	11,216 %		11,138 %	25,313 %

3° Dosage des matières organiques.

	Carbone organique.		Moyenne.
1 ^{er} essai.	2 ^e essai.		
2,573 %	2,707 %		2,640 %

B. — Analyse du sable.

1° Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 %.

	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
Substance soluble . . .	27,669	27,895	27,782
„ insoluble . . .	72,331	72,105	72,218
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,000	100,000	100,000

2° Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.

	Anhydride carbonique.		Moyenne.	Carbonate calcique correspondant.
1 ^{er} essai.	2 ^e essai.			
9,991 %	10,181 %		10,086 %	22,900 %

C. Dosage de l'acide sulfhydrique.

1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	Moyenne.
0,2347	0,2749	0,2548

Tableau-résumé de ces trois analyses.

Les trois sédiments, après l'extraction des fragments de coquilles, contenaient les proportions suivantes de sable et de vase :

	N° 431	N° 428	N° 426
Sable	21,217	85,466	11,663
Vase	78,783	14,534	88,337
	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000

Analyse des vases.

	N° 431	N° 428	N° 426
Substance soluble dans HCl	37,908 %	37,229 %	35,335 %
» insoluble dans H Cl.	62,092 %	62,771 %	64,665 %
Carbonate calcique	28,104 %	26,088 %	25,313 %
Carbone organique	2,642 %	2,580 %	2,640 %

Analyse des sables.

	N° 431	N° 428	N° 426
Substance soluble dans HCl	25,882 %	8,937 %	27,782 %
» insoluble dans H Cl.	74,118 %	91,063 %	72,218 %
Carbonate calcique	22,175 %	8,200 %	22,900 %

Recherche de l'acide sulfhydrique dans le sédiment complet.

N° 431	N° 428	N° 426
0,1598 %	0,2721 %	0,2548 %

Résultats rapportés aux sédiments complets.

	N° 431	N. 428	N° 426
Substance soluble dans HCl	35,356 %	13,050 %	34,454 %
» insoluble dans H Cl	64,644 %	86,950 %	65,546 %
Carbonate calcique	26,757 %	10,808 %	25,032 %
Carbone organique	2,082 %	0,374 %	2,332 %
Acide sulfhydrique	0,1598 %	0,2721 %	0,2548 %

Remarques au sujet des résultats de ces analyses.

1° Le numéro 426 est très riche en vase, — 88,337 % — et très pauvre en sable, — 11,663 %.

Son sable est très riche en calcaire — 22,9 %. — En effet, c'est un sable très néritique.

Même remarque pour le n° 431 qui est un peu plus riche en sable.

Au contraire, le sable du n° 428, qui est pauvre en vase, est aussi très pauvre en calcaire — 8,20 %. — C'est qu'ici c'est du sable peu néritique.

Aux endroits de la mer où la vase tenue peut se déposer, les eaux amènent peu de sable, peu de particules lourdes. Cependant il peut y en arriver de faibles quantités à certains moments où les eaux superficielles sont agitées. Ce sont surtout des particules d'un poids spécifique peu élevé, tels que des fragments de coquilles. Voilà pourquoi ce sable trié se révèle très néritique, très calcaire; c'est ce sable précipité sur la vase que contiennent les numéros 426 et 431, lesquels sont des échantillons provenant d'une couche de vase épaisse que le sondeur n'a pas traversée entièrement; il n'a pas touché le substratum sableux.

Au contraire, le fond du n° 428 était un sable recouvert d'une couche de vase peu épaisse qui a été traversée par le sondeur. Celui-ci contenait donc de la vase et un sable qui s'était déposé à une époque antérieure à la formation de cette vase, alors qu'il régnait à cet endroit des courants assez intenses. C'est du sable de fond, riche en quartz et pauvre en calcaire, minéral et peu néritique.

2° La proportion de carbone organique est remarquablement égale dans les vases de ces trois sédiments dont l'un est un sable vaseux recueilli à plus de 9 kilomètres au large et dont les deux autres sont des vases très peu sableuses provenant respectivement de 1 et de 3 kilomètres de la côte. Le sédiment n° 428, complet, contient une proportion de carbone organique très faible, parce que sa vase est peu abondante; mais la composition de celle-ci est très semblable à celle des deux autres.

Ces faits sont intéressants, mais nos analyses sont encore trop peu nombreuses pour que nous nous permettions d'en conclure quoi que ce soit.

2° Étude de la dérive des corps flottants.

L'importance de la connaissance des courants est évidente pour quiconque s'occupe de zoologie marine. Ce sont les courants qui disséminent la matière vivante produite par la mer. Ils amènent, dans un endroit donné, des êtres nés à de grandes distances et qui peuvent s'y fixer ou servir d'aliment à d'autres espèces. Leur influence sur les conditions physiques de la mer, — température, salinité, — en un endroit donné, est très marquée. Aussi leur étude a-t-elle beaucoup attiré l'attention des naturalistes, surtout dans ces dernières années. Une branche d'application, la science des pêcheries, lui a fait faire de sérieux progrès. Non contents de profiter des beaux travaux publiés par les services hydrographiques des nations maritimes, les zoologistes, occupés des multiples questions qui se rattachent à l'étude de la reproduction et de la capture des poissons de marché, ont entrepris eux-mêmes des investigations sur les courants. Leurs recherches tendent surtout à déter-

miner la route que suit le plankton dans une aire et à une époque données, ainsi que le cheminement des couches d'eau de température et de salinité diverses.

Les moyens de recherche ont été variés, suivant le but et le point de vue spécial de chacun. La méthode des flotteurs se recommande surtout au zoologiste. Elle a déjà rendu beaucoup de services, malgré les défauts qu'on lui reproche et dont il faut savoir tenir compte. Citons simplement, parmi les travaux les plus remarquables auxquels elle a servi en Europe, les expériences de Herdman et du Liverpool Marine Biology Committee, dans la Mer d'Irlande, celles du laboratoire de Plymouth (Allen), les importantes recherches du Fishery Board for Scotland (Mac Intosh Fulton) dans la Mer du Nord, celles du Prince de Monaco dans l'Atlantique, de Cronander dans la Baltique, de l'Ingolf-Expédition (Wandel) dans l'Océan du Nord et enfin celles de la Deutsche Seewarte de Hambourg. Le service hydrographique des États-Unis met également cette méthode en œuvre d'une façon régulière sur les côtes américaines.

Notre champ d'étude.

Rien n'a été tenté en ce sens dans la partie méridionale de la Mer du Nord, c'est-à-dire dans cette aire étroite qui est comprise entre les côtes de Norfolk, de Suffolk, d'Essex et de Kent d'une part, et celles de Hollande, de Belgique et de France de l'autre.

Nous possédons sur ses courants des notions fort complexes résultant des patientes et minutieuses investigations des services hydrographiques et météorologiques anglais, hollandais, français et belge et surtout des remarquables travaux du commandant Petit ⁽¹⁾. Résumées dans les 24 cartes horaires publiées par l'Amirauté anglaise sous la direction de l'amiral Wharton, toutes ces données fournissent à la navigation des indications très utiles.

Néanmoins tout n'est point connu dans la dynamique de ces eaux, et les hommes de mer sont unanimes à déclarer que celui qui naviguerait en se fiant à ces données et en rectifiant sa route exclusivement d'après elles, ferait preuve de témérité. Cela tient non pas à l'inexactitude de ces recherches auxquelles on ne trouve rien à reprocher, mais à la complexité du problème et à la grande variabilité qui caractérise les courants dans cette partie de la mer. L'action des vents y est, en effet, très marquée, très variable, et il est fort difficile d'en calculer l'effet.

Le zoologiste ne pourra donc pas se borner à tenir compte des données que lui fournissent les beaux travaux des hydrographes sur le système des courants et sur les lois qui les régissent. Ce qui lui manque le plus, en définitive, ce sont des données de fait, établissant expérimentalement les rapports qui *peuvent exister* entre un endroit et un autre au triple point de vue de la température, de la salinité et du plankton.

Ces considérations nous ont déterminé à entreprendre nous-même quelques recherches

(1) M. Petit. *Étude sur les courants de la Mer du Nord*. Bruxelles. Monnom, 1892.

dans la partie de la Mer du Nord qui avoisine nos côtes, afin de contribuer à l'acquisition des notions que réclame notre plan d'exploration zoologique.

Désignation de la portion de la mer que nous étudions.

On s'étonne de constater que cette partie de mer dont nous venons d'indiquer les limites si nettes, ne porte aucun nom. Il faut, pour la désigner avec précision, recourir à d'incommodes périphrases. Obligé d'en parler souvent, nous l'appellerons simplement « Mer flamande », les pays de cette langue, Hollande et Flandres belge et française, en formant toute la côte orientale. Ce nom, qui fait pendant à celui de « Mer allemande » appliqué souvent à la partie enclavée entre le Schleswig-Holstein et la Frise, semble d'autant mieux approprié que les navigateurs, surtout les Anglais, désignent déjà sous le nom de *Bancs de Flandre*, *Flemish Banks*, *Vlaamsche banken*, une bonne partie de ce bras de mer. D'autre part, les pêcheurs de notre littoral n'appellent jamais « Noordzee » que la vaste expansion qui commence au Nord de la Hollande et qui comprend les grands bancs de pêche, le Dogger Bank et le Great Fisher Bank, à l'exclusion de la partie sud rétrécie (voir la carte Pl. II).

« Mer flamande, Vlaamsche Zee, Flemish Sea » désigneront donc pour nous la partie du détroit qui s'étend depuis le 51° jusqu'au 53° degré de latitude Nord ou un peu au delà de ce dernier du côté du continent.

Conditions dynamiques de la Mer flamande.

Nous nous garderons bien d'entamer ici la discussion de ce difficile problème qui n'est pas de notre compétence. Toutefois, il nous paraît nécessaire de faire connaître ou du moins de remémorer au lecteur certaines données dont une recherche, même faite au seul point de vue zoologique, ne saurait se désintéresser.

Chacun sait que la surface de la mer subit deux fois par jour une élévation suivie d'un abaissement. Ce double mouvement occupe en réalité un peu plus de 24 heures, puisque la marée retarde, comme la lune, d'environ 50 minutes par jour. Il est dû à l'action combinée du soleil et de la lune, avec prédominance de cette dernière. D'après la théorie, l'amplitude de ce mouvement en pleine mer ne doit pas atteindre un mètre (76 centimètres). Il n'est pas nécessairement accompagné d'un mouvement de translation horizontale. Mais sur les côtes il se produit, contre l'obstacle du rivage, une accumulation de l'eau dont l'équilibre a été rompu; l'amplitude du dénivellement s'accroît alors énormément et des courants peuvent se former. Ce sont les courants de marée, dont l'un, accompagnant la marée montante, s'appelle courant de *flot* et l'autre, consécutif au premier, courant de *jusant*.

Le terme *vague-marée* désigne le premier choc du courant de flot ou de jusant, lorsqu'il vient rompre l'immobilité relative qui règne en un endroit donné pendant la

période plus ou moins longue qu'on appelle *mer étale*. Celle-ci s'étend depuis la cessation d'un courant et la reprise de l'autre : *étale de flot, étale de jusant*.

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

Si la rencontre de ces deux vagues-marée était directe, il se produirait peut-être un phénomène de neutralisation semblable à celui qu'on observe entre l'île de Man et l'Irlande, où, sur une surface elliptique d'environ 20 milles de diamètre, il n'y a aucun courant, mais seulement un mouvement d'élévation et d'abaissement ⁽¹⁾.

Mais cette rencontre dans la Mer flamande, au lieu d'être directe, est oblique et croisée. Les deux vagues-marée, au lieu de buter l'une contre l'autre, se croisent de telle manière que, pendant le flot, celle du Nord domine le long de la côte anglaise et celle du Sud le long de la côte continentale. Pendant un certain temps, les courants marchent donc dans une direction opposée le long des deux côtes, orientale et occidentale, ainsi que le fait remarquer Whewell ⁽²⁾.

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

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

⁽¹⁾ *Herdman. Report on the Investigations carried on in 1898 in connection with the Lancashire Sea Fisheries Laboratory.* Dans les Reports on the Lancashire Sea-Fisheries Laboratory, Liverpool, 1896. D'après les observations de l'amiral Beechey

⁽²⁾ *Whewell. Essay towards a first approximation to a map of cotidal tides.* Cité par le commandant Petit.

des courants de la période giratoire doit être extrêmement variée, et il n'est guère possible d'en calculer l'effet.

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

D'autre part, l'hydrographe demandera peut-être au zoologiste si le plankton, recueilli en un point donné et à un instant donné de la marée, a le caractère du plankton de la Manche ou de celui de la région du Nord.

Ces remarques étaient nécessaires pour exposer la complexité des questions que soulève l'étude du plankton, l'insuffisance des données acquises jusqu'ici sur le cheminement des eaux, la nécessité qu'il y a de recueillir de nouveaux faits et d'étudier *la dérive* elle-même. Ce terme, pris dans un sens un peu plus large que celui que lui attribue le langage technique de la navigation, signifiera dans ce mémoire : la *résultante de toutes les actions qui peuvent influencer le mouvement des eaux de surface* : les marées, les vents et même la pression atmosphérique, bien qu'au sujet de cette dernière les données de la théorie n'aient pu jusqu'ici être vérifiées par l'observation, tant son effet est minime.

Sans doute, il est à désirer que l'œuvre du commandant Petit soit continuée et que les recherches si exactes, si consciencieuses, dont il a été le promoteur et l'ouvrier infatigable soient reprises simultanément sur différents bateaux-feu bien choisis parmi ceux qu'entretiennent les diverses nations riveraines. L'amirauté anglaise poursuit des travaux analogues et l'Institut météorologique royal néerlandais vient d'apporter une sérieuse contribution à cette étude par la publication du remarquable mémoire de M. le lieutenant J. M. Phaff ⁽¹⁾ sur les courants au Nord-Hinder.

Mais l'entrée en scène de la Biologie dans l'étude des courants introduit dans le problème général des points de vue nouveaux et des questions nouvelles dont la solution pourra être utile à ceux qui envisagent les phénomènes sous un autre aspect et en abordent l'étude avec d'autres moyens. La Biologie demande surtout l'étude de la *dérive*, c'est-à-dire celle des résultantes. L'étude des composantes est plutôt l'affaire des services hydrographiques et météorologiques ; mais il est indéniable que l'acquisition de données positives sur la dérive résultante est de nature à devenir pour ceux-ci utile et suggestive.

(1) J.-M. Phaff. Institut météorologique royal néerlandais, 1899. Imprimerie Mouton et C^{ie}, La Haye.

Méthode.

A l'exemple de nos prédécesseurs, nous avons adopté la méthode des flotteurs jetés en un point et recueillis en un autre.

Nous employons la bouteille à soda en forme d'œuf, modèle très solide, qui a servi aussi aux recherches de Plymouth.

Chaque bouteille reçoit une carte numérotée portant une notice imprimée en cinq langues — Français, Néerlandais, Anglais, Allemand et Norvégien — dont ci-contre le texte et le modèle.

Ces bouteilles sont lestées avec du sable, de telle façon que le goulot seul émerge d'environ 3 centimètres. Le bouchon est protégé contre l'action de l'eau de mer par une couche de paraffine. Dans nos premiers essais, la partie qui émerge, lorsque la bouteille nage dans une eau calme, était seule peinte en rouge avec du minium à l'huile de lin. Mais, plus tard, nous avons peint la bouteille toute entière, à l'exception d'une fenêtre permettant de lire le numéro de la carte incluse. C'est sur l'avis des marins que nous avons donné à nos flotteurs cette toilette voyante qui a pour but d'attirer l'attention des navigateurs et des habitants des côtes.

On voit que le succès de ces expériences dépend entièrement de la complaisance des gens de mer. Nous aimons à reconnaître qu'ils ont fait preuve jusqu'ici des meilleures dispositions à l'égard de notre entreprise. Les indications demandées ont toujours été données avec un soin remarquable et les cartes ont été expédiées sans retard. Désireux de récompenser dans une certaine mesure nos nombreux collaborateurs inconnus et de soutenir leur zèle dans l'avenir, nous avons institué une prime annuelle de 50 francs. Elle sera décernée chaque année, au commencement de Mai, par un tirage au sort effectué devant témoins entre les numéros des cartes retournées pendant les 12 mois écoulés.

Publicité.

Ces investigations ont été annoncées et leur mécanisme expliqué dans une série de journaux maritimes anglais, français, hollandais et belges. Elles le seront sous peu dans des feuilles allemandes et norvégiennes.

En outre, une notice, également en cinq langues, a été affichée dans différents ports de France, de Belgique, d'Angleterre, de Hollande, d'Allemagne, de Danemark et de Norvège.

Enfin la Société des Naturalistes de Grimsby a bien voulu s'y intéresser, et M. A. Smith, son secrétaire, les a fait connaître dans les grands ports de pêche de Grimsby et de Yarmouth qui lancent dans la Mer du Nord d'immenses flottes de chalutiers à vapeur et à voile.

(EXTÉRIEUR)

Numéro

Prof. G. Gibson

INSTITUT ZOOLOGIQUE

LOUVAIN

Belgique

On ne demande pas d'affranchir.
Postage not requested to be prepaid.
Het is niet vereischt te frankeeren.
Frankirung nicht erforderlich.
Frankering unödvendig.

Recherches sur la dérive des corps flottants
dans la Mer du Nord.
Researches on the drift in the North Sea.
Opzoekingen over de richting der drijvende voorwerpen
in de Noordzee.
Untersuchungen über die Treibrichtung schwimmender Körper
in der Nordsee.
Efterforskning hefter hvilken retning de flydende gjenstande
tager i Nordsøen.

Numéro

Une prime de 50 fr. sera décernée
chaque année par voie de tirage au
sort entre les numéros des cartes
renvoyées.

Le résultat de ce tirage sera an-
noncé dans les journaux maritimes.

Eene premie van 50 fr. zal jaar-
lijks uitgeloot worden tusschen de
nummers der ingezonden kaarten.

De uitslag dier loting zal in de zee-
vaartdagbladen worden bekend ge-
maakt.

A reward of £ 2 will be drawn
for by lot every year from among
the numbers of the cards returned.

The result will be published in the
shipping newspapers.

Een belønning af 36 kr. (50 francs)
vil hvert aar blive udloddet mellem
de tilbagesendte kort og det vindende
nummer, bliver bekendtgjortd gjen-
nen Søfarts-Aviserne.

Eine praemie von 50 fr. wird
jedes jahr durch Ziehung des Loses
zwischen den Numeros der einge-
sandten karten zur verteilung kom-
men.

Das Resultat der Ziehung wird in
den Seezeitungen bekannt gemacht
werden.

(INTÉRIEUR)

Lieu de la trouvaille
Place where found
Plaats der vinding
Ort des Fundes
Sted hvor det blev fundet

Date de la trouvaille
Date when found
Datum der vinding
Datum des Fundes
Naar det blev fundet.

Nom et adresse de l'expéditeur
Name and address of sender
Naam en adres van den verzender
Name und Adresse des Absenders
Afsenderens navn og adresse

Veillez avoir l'obligeance d'inscrire dans les espaces réservés le lieu
et la date de la trouvaille de cette feuille, puis de la mettre à la poste.
Inutile d'expédier la bouteille.

Please write, in the space reserved for the purpose, the place where and
the date when this card was found and put it in the nearest Post Office. Bottle
not wanted.

Gelief in de daartoe bestemde openingen, de plaats en de datum in te
vullen, waarop dit blad gevonden is, vervolgens het ten postbureau te
bestemmen. Onnoodig de flesch te verzenden.

Sie sind höflichst gebeten die vorbehaltenen Räume dieses Blattes, Ort
und Datum ausfüllen zu wollen und selbiges alsdann der Post über zu geben.
Betreffende Flasche braucht nicht zurückgeschickt zu werden.

De bedes höfligst at utfylde paa den aabne plads i dette blad: sted og
datum det blev fundet og sende samme pr post. Flasken behøves ikke at sendes.

SUR LES COTES DE LA BELGIQUE EN 1899

Consignation des expériences et de leurs résultats.

Il est tenu un registre où sont consignées toutes les circonstances du jet des flotteurs : le lieu, la date, le numéro d'ordre de chaque bouteille, les observations météorologiques usuelles.

Trois colonnes y sont réservées à l'indication éventuelle du lieu et de la date de la trouvaille, ainsi que du nom et de l'adresse de l'expéditeur de chaque carte renvoyée. Nous y inscrivons ces indications à mesure que de complaisants correspondants nous expédient, après en avoir rempli les blancs, les cartes que la « Poste de Neptune » a fait tomber entre leurs mains. Ces cartes elles-mêmes sont classées et conservées.

Valeur des résultats.

L'arrivée d'un flotteur en un point quelconque est un fait qui a sa valeur pour le zoologiste comme pour l'hydrographe. Elle atteste que l'eau de surface en suivant *un cours qui n'est pas déterminé*, se trouve amenée au point d'arrivée.

Le plankton — larves, crustacés, protozoaires, œufs de poissons, etc. — qui s'est formé ou qui a passé au point où les flotteurs ont été jetés, peut être charrié au point où ils sont pêchés ou jetés à la plage.

Cette conclusion est inattaquable.

De plus, si, à la suite de l'immersion d'un grand nombre de flotteurs à des époques variées en un point donné, on constate l'arrivée d'une proportion considérable d'entre eux en un autre point, on pourra en conclure que le cheminement de l'eau de surface, dans le régime moyen des vents et des marées, établit *des rapports fréquents* entre ces deux points.

Enfin, en face de certaines données bien établies, on pourra se trouver amené à rechercher quelles sont les circonstances qui peuvent influencer ces rapports en faisant varier la direction du transport des eaux superficielles.

Nous ne prévoyons pas que nos conclusions puissent aller bien loin au delà de ces données positives intéressant directement la biologie.

Recherches effectuées en 1899-1900.

Cinq cents flotteurs, répartis en neuf lots, ont été jetés à la mer jusqu'à ce jour.

A. Au bateau-feu du West-Hinder.

1° Le 2 mai 1899, 100 flotteurs, n° 1 à 100, dont les 50 premiers au commencement du flot et les 50 derniers au commencement du jusant suivant.

2°	Le 1 ^{er}	décembre	1899,	50	flotteurs,	n ^{os}	200	à	250.
3°	Le 2	janvier	1900,	»	n ^{os}	251	à	300.	
4°	Le 2	février	1900,	»	n ^{os}	301	à	350.	
5°	Le 3	mars	1900,	»	n ^{os}	351	à	400.	
6°	Le 1 ^{er}	avril	1900,	»	n ^{os}	151	à	200.	
7°	Le 2	mai	1900,	»	n ^{os}	401	à	450.	
8°	Le 1 ^{er}	juin	1900,	»	n ^{os}	451	à	500.	

B. A Flessingue, au milieu du fleuve, au commencement du jusant, le 19 juillet 1899, 50 flotteurs, n^{os} 101 à 150.

Nous ne rendrons compte ici que des résultats de la première expérience du West-Hinder. Ceux des expériences suivantes seront présentés dans un mémoire ultérieur, afin qu'un espace de temps d'au moins six mois soit compris pour chacune entre le moment du jet des flotteurs et celui de l'étude des résultats obtenus.

Première expérience : West-Hinder, le 2 mai 1899.

Les 100 flotteurs ont été immergés en deux lots; le 1^{er}, n^{os} 1 à 50, à 3 h. 50, commencement du flot, et le 2^e, n^{os} 51 à 100, à 9 h. 50, commencement du jusant suivant.

Les résultats, c'est-à-dire le lieu et la date de la trouvaille de chacun des numéros récupérés, sont indiqués ci-après sous la forme d'une table chronologique qui porte encore d'autres indications et sur une carte de la Mer du Nord.

La table chronologique montre d'abord que, sur les 100 flotteurs immergés, 53 ont été récupérés. C'est là une proportion très considérable et que nous n'avions pas espérée en commençant.

En outre, elle fait voir que quelques flotteurs, pendant les premiers jours, échouèrent au Sud, sur la côte de France, puis que quelques-uns furent recueillis en mer depuis le 15 mai jusqu'au 27 juillet. Après cela, 5 furent renvoyés des côtes et des îles de la Hollande septentrionale. Enfin, pendant la quinzaine moyenne de septembre, 16 flotteurs de flot et 17 de jusant se montrèrent presque subitement sur les côtes et les îles de la Hollande septentrionale, entre Ymuiden et l'île de Schiermonnikoog. Après cela, 3 flotteurs seulement furent trouvés dans le Zuiderzée et 2 sur les côtes de Schleswig-Holstein, à Husum et aux îles Halligen. Un dernier flotteur fut trouvé à Workum, sur la côte orientale du Zuiderzée le 4 décembre 1899.

Depuis cette date jusqu'à ce jour, nous sommes demeurés sans nouvelles des 47 flotteurs restants (31 mai 1900).

TABLE CHRONOLOGIQUE

RÉSULTATS — VENTS — AGE DE LA LUNE ET MARÉES

1^{re} EXPÉRIENCE

West-Hinder, 2 Mai 1899

100 flotteurs sont jetés à la mer au bateau-feu par le patron M. J. Defer : Nos 1 à 100.

Les numéros 1 à 50 sont jetés à 3,50 h., commencement du *Flot*.

Les numéros 51 à 100 sont jetés à 9,50 h., commencement du *Jusant* suivant.

Flotteurs récupérés à la date du 1 ^{er} novembre 1899.				VENTS		Age de la lune et marées.	
Flotteurs jetés au début du <i>Jusant</i> .		DATE	Flotteurs jetés au début du <i>Flot</i> .		Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	de la trouaille.	Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité.		
					West-Hinder.	Helder.	
		Mai 1899					
		2					D
		3					
		4					
79	Calais.	5					Mortes eaux.
		6			NE	NEqN	
		7			44 unités.	43 unités.	
		8	32	Sangatte.			
		9	38	Wissant.			●
		10					
		11			0		
		12			(pas de vent efficace).		Vives eaux.
		13				0	
57	12 milles N. des Goodwin Sands	14					
100	" " " "	15					
		16					D
		17			WSW		
		18			58 unités.	SWqS	
		19					Mortes eaux.
		20					
		21					
		22					
		23					
		24			NNE	N	
		25					O
		26			62 unités.	58 unités.	
		27					Vives eaux.
		28					
		29					
		30					
		31					D

REMARQUE. Nous adoptons la notation anglaise des vents dans le but d'éviter, dans nos rapports avec les marins Flamands et Hollandais, les méprises auxquelles les notations françaises O. SO. NO. donnent lieu très souvent, parce que O est l'initiale du mot néerlandais Oost. (Oost = Est; West = Ouest.)

Flotteurs récupérés à la date du 1 ^{er} novembre 1899.				VENTS		Age de la lune et marées.			
Flotteurs jetés au début du <i>Jusant</i> .		DATE	Flotteurs jetés au début du <i>Flot</i> .		Résultante efficace de certaines périodes.				
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	de la trouvaille.	Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité.				
					West-Hinder.	Helder.			
		Juin 1899							
60	Nord du Nord-Hinder. 51° 49' N — 2° 40' E.	1							
		2							
		3						Mortes eaux.	
		4							
		5							
		6							
		7							
		8						●	
		9							
		10						Vives eaux.	
69	Schouwen.	11							
		12			NNE 14 unités.	N 43 unités.			
		13							
		14							
		15							
		16						D	
		17							
		18			10	Nord-Hinder - 8 milles S.			
		19							Mortes eaux.
		20							
21									
22									
23							O		
24									
25							Vives eaux.		
26									
27									
28									
29					WSW 34 unités.				
30							D		

Flotteurs récupérés à la date du 1 ^{er} novembre 1899.				VENTS		Age de la lune et marées	
Flotteurs jetés au début du <i>Jusant</i> .		DATE de la trouvaille.	Flotteurs jetés au début du <i>Flot</i> .		Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité.		
				West-Hinder.	Helder.		
		Juillet 1899					
		1					
		2	.....				Mortes eaux.
		3					
		4					
		5					
		6					
		7	.....				●
		8			NWqW	NW	
		9			52 unités.	28 unités.	
		10	.....				Vives eaux.
		11					
		12					
		13					
		14					
		15	.....				D
		16					
		17					
		18	.....				Mortes eaux.
		19					
		20					
		21					
		22	.....				O
		23					
		24					
		25	.....				Vives eaux.
		26	.....			
82	Noordwyk.	27					
		28					
		29	.....				D
		30					
		31			0	0	

Flotteurs récupérés à la date du 1 ^{er} novembre 1899.				VENTS		Age de la lune et marées.		
Flotteurs jetés au début du <i>Jusant</i> .		DATE de la trouvaille.	Flotteurs jetés au début du <i>Flot</i> .		Résultante efficace de certaines périodes.			
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité.			
				West-Hinder.	Helder.			
91	Ameland.	Août 1899						
		1	.....	.....			Mortes eaux.	
		2	.....	.....		
		3	.....	.....		
		4	44 Ameland.	.....	.....		NE 23 unités.	
		5	.....	.....	.....
		6	.....	.....	.....			●
		7	4 Terschelling.	.....	.....	
		8	.....	.....	.....			Vives eaux.
		9	.....	.....	.....
		10	.....	.....	.....	NE 56 unités.		
		11	.....	.....	.....		NWqN 55 unités.	
		12	.....	.....	.....
		13	41 Vlieland.	.....	.....	
		14	.....	.....	.....			D
		15	.....	.....	.....
		16	.....	.....	.....
		17	.....	.....	.....			Mortes eaux.
		18	.....	.....	.....	NWqN 9 unités.		
		19	.....	.....	.....
		20	.....	.....	.....
		21	.....	.....	.....			O
		22	.....	.....	.....
		23	.....	.....	.....			Vives eaux.
		24	.....	.....	.....
		25	.....	.....	.....
		26	.....	.....	.....
		27	.....	.....	.....			D
		28	.....	.....	.....
		29	.....	.....	.....	WSW 35 unités.		
		30	.....	.....	.....		SWqW 15 unités.	Mortes eaux.
31	.....	.....	.....		

Flotteurs récupérés à la date du 1 ^{er} novembre 1899.					VENTS		Age de la lune et marées.
Flotteurs jetés au début du <i>Jusant</i> .		DATE de la trouaille.	Flotteurs jetés au début du <i>Flot</i> .		Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité.		
		West-Hinder.			Helder.		
		Septemb. 1899					
78	Texel.	1					
		2	8	Texel.			
72	Camperduin.	3					●
		4					
		5					
		6					
96	Vlieland.	7					Vives eaux.
74	Vlieland.	8					
75	Vlieland.	9	22	Vlieland.			
76	Vlieland.						
86	Terschelling.	10	42	Vlieland.			
94	Texel.						
			3	Egmond aan Zee.			
			27	Egmond aan Zee.			
		11	16	Castricum.			
			24	Ymuiden.	NWqW	WqNW	
			49	Texel.	256 unités.	197 unités.	
			23	Egmond aan Zee			
67	Terschelling.	12	25	Texel			D
		13					
		14					
53	Helder.	15	5	Schiermonnikoog			Mortes eaux.
92	Castricum.						
99	Texel.		45	Egmond aan Zee			
63	Vlieland.	16	7	Helder.			
90	Vlieland.						
			43	Helder.			
87	Wieringen.	17	6	Texel.			
			12	Texel.			
97	Texel.	18	14	Texel.			
71	Terschelling.	19	2	Helder			O
		20					
		21					Equinoxe.
64	Texel.	22	34	Texel			Vives eaux.
		23					
		24					
		25					
		26					D
		27					
		28					
		29			O	O	Mortes eaux.
77	Hindeloopen.	30					

Flotteurs récupérés à la date du 1 ^{er} novembre 1899.				VENTS		Age de la lune et marées.
Flotteurs jetés au début du <i>Jusant</i> .		DATE de la trouvaille.	Flotteurs jetés au début du <i>Flot</i> .		Résultante efficace de certaines périodes.	
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité.	
		West-Hinder.			Helder.	
		Octobre 1899.				
		1				
		2				
		3				
		4	.....			●
		5				
		6				
		7	.....			Vives eaux.
		8				
		9				
		10				
		11				
		12	.....			D
		13				
		14	.....			Mortes eaux.
		15				
		16				
		17				
		18	33	Husum.	SWqW 73 unités.	WqSW 73 unités. O
		19				
		20				
		21	.....			Vives eaux.
		22				
		23				
		24				
55	Iles Halligen . . .	25	.....			D
		26				
		27				
		28	.....			Mortes eaux.
		29				
		30				
		31	.....		

La carte de la Mer du Nord, pl. II, indique, outre la situation du West-Hinder, point de départ des flotteurs, tous les points où certains d'entre eux ont été recueillis, soit en mer, soit à la côte. Les lignes rouges n'ont pour but que de relier le point de départ au point d'arrivée et de donner ainsi une représentation optique des relations établies par les flotteurs entre ces deux points. Elles ne figurent nullement le trajet suivi par eux dans leur long voyage, car les fluctuations des marées et les variations du vent leur ont fait suivre un sentier indubitablement plus tortueux et plus long.

Elles indiquent surtout que des rapports planktoniques ont existé entre les deux points qu'elles unissent.

Remarques au sujet de ces résultats.

Le plus grand nombre des flotteurs ayant été recueillis en des points situés dans le Nord-Est du West-Hinder, on est conduit à admettre qu'ils ont été plus influencés par le courant qui vient de la Manche, c'est-à-dire par le courant de flot que par celui qui suit une direction inverse, ou courant de jusant, et l'on est tenté d'attribuer au courant du flot une prépondérance marquée sur celui du jusant. Cette conclusion, si elle était bien établie, serait fort importante, car, de cette prépondérance, il résulterait ce fait qu'un courant, peut-être intermittent comme les fluctuations de ces marées mais très efficace, pénètre dans la Mer flamande par le Pas-de-Calais pour s'unir aux courants de l'Est de la Mer du Nord, si bien étudiés dans le rapport de M. Wemyss Fulton sur les travaux du « Fishery Board for Scotland ».

Mais il faut se garder de toute conclusion hâtive. Aussi nous nous demanderons d'abord si d'autres causes que les courants du flot et du jusant n'ont pas eu d'action sur la dérive de nos flotteurs.

L'action des vents sur le cheminement des eaux de surface est généralement admise ; elle a été scientifiquement démontrée, entre autres par les travaux du commandant Petit, du lieutenant Phaff, de Cronander, du Fishery Board for Scotland et d'autres.

Est-ce cette influence éolienne, indépendante des fluctuations opposées du flot et du jusant, qui a transporté le plus grand nombre de nos flotteurs, c'est-à-dire l'eau de surface, vers le Nord-Est ?

Nous nous sommes efforcé de trouver la réponse qu'il convient de faire à cette intéressante question dans l'étude du régime des vents qui ont régné sur la Mer flamande pendant la durée de l'expérience.

A cet effet, nous avons consulté les cahiers des observations météorologiques faites journellement en deux points bien choisis de la Mer flamande.

L'un de ces points n'est autre que le bateau-feu du West-Hinder lui-même, situé par

51°21'30 de latitude N.
et 2°25' de longitude E.

Il est placé à peu près devant le milieu du Pas-de-Calais qu'il relève dans le WSW 1/2 S et n'est pas loin de la limite méridionale de notre champ d'étude.

L'autre est la station météorologique du Helder, située sur la côte de la Hollande septentrionale près du 53° parallèle, c'est-à-dire près de la limite nord de la Mer flamande.

C'est à l'obligeance de M. Lancaster, directeur du Service météorologique de l'Observatoire royal de Belgique, que nous devons d'avoir pu consulter les cahiers d'observations de ces deux stations. Nous saisissons avec plaisir l'occasion d'exprimer à ce savant notre gratitude pour l'intérêt qu'il a bien voulu prendre à nos recherches et les bons avis qu'il a bien voulu nous donner.

Les observations, faites en ces deux points extrêmes, donnent une idée suffisante du régime des vents dans la Mer flamande.

A l'exemple de M. W. Fulton, nous avons cherché à représenter graphiquement l'action des vents pendant les six mois qui ont suivi le jet des flotteurs (pl. III).

Cette action est figurée par une ligne que nous orientons, par rapport à une rose des vents, suivant la direction du vent fournie par l'observation faite à un instant donné dans l'une des deux stations. La longueur de cette ligne indique l'intensité du vent à ce même moment. Celle-ci est notée dans les cahiers d'observation, d'après l'échelle de Beaufort qui comprend douze numéros embrassant douze degrés d'intensité, depuis la brise légère jusqu'à l'ouragan.

Dans la construction de nos graphiques, l'unité de longueur a été fixée à deux millimètres ⁽¹⁾. Une ligne donnée y présente donc une longueur égale à cette quantité multipliée par le chiffre de l'échelle de Beaufort qui a été assigné comme mesure d'intensité au vent soufflant au moment de l'observation.

Toutefois nous avons, à l'exemple encore de M. Fulton, négligé les brises faibles, n^{os} 1 et 2, de l'échelle de Beaufort, parce que leur action sur l'eau de surface, charriée par les courants de marée, doit être considérée comme nulle.

En construisant sur le tracé anguleux, formé par ces lignes placées bout-à-bout, un polygone des forces, on obtient une ligne droite qui représente en direction et en intensité la résultante des diverses actions composantes pour une période donnée.

Nous appelons cette ligne la *Résultante efficace*.

Dans la planche III, les lignes rouges représentent des *résultantes efficaces mensuelles* ⁽²⁾.

Munis de cette représentation graphique de l'action des vents, recherchons d'abord si

⁽¹⁾ Le tracé, figuré sur la planche III, est réduit au 1/3.

⁽²⁾ Par suite d'une erreur du dessinateur, les extrémités inférieures des tracés du Helder et du West-Hinder se rejoignent. On a dû pour les réunir prolonger la résultante octobre du Helder. Malgré cette erreur, nous n'avons pas fait recommencer la gravure, parce qu'elle ne fausse en rien les conclusions que nous tirons de son étude.

Les tracés, correspondant aux expériences ultérieures, seront, dans nos prochains mémoires, un peu différents de ce premier essai.

leur influence a été favorable au courant du flot dont la direction moyenne est NE 1/2 E ou à celui du jusant qui marche vers le SW 1/2 W.

Voici, avec leur intensité et leur direction, le bilan des vents qui ont favorisé ou contrarié le courant de flot depuis le 2 mai jusqu'au 1^{er} septembre 1899.

VENTS CONTRAIRES				VENTS FAVORABLES			
Du 4 mai	au 7 mai	NE	44 unités West-Hinder.	Du 15 mai	au 20 juin	SW	58 unités West-Hinder.
Du 20 mai	au 19 juin	NNE	76 „ West-Hinder.	Du 29 juin	au 3 juillet	WSW	34 „ West-Hinder.
Du 3 juillet	au 27 juillet	NNW	52 „ West-Hinder.	Du 28 août	au 1 ^{er} septembre	WSW	16 „ Helder.
Du 28 juillet	au 5 août	NE	23 „ Helder.				
Du 6 août	au 28 août	NNW	56 „ Helder.				
Soit 251 unités contraires				Soit 108 unités			
dont 143 directement et 108 un peu plus obliquement opposées au courant de flot.				favorables au courant de flot.			

Retranchant les 108 unités favorables des 251 unités contraires, nous obtenons comme reste un excédent de 143 unités contrariant le courant de flot.

On voit donc clairement que ce n'est pas l'action du vent qui, du West-Hinder, a porté les flotteurs dans le *Nord-Est* jusqu'à la latitude de 53°30' et probablement bien au delà. La résultante générale des vents qui ont soufflé dans la Mer flamande pendant la durée de l'expérience, était favorable au courant de jusant et devait tendre à les diriger vers le *Sud-Est*.

Il faut en conclure qu'une autre cause a combattu cette influence éolienne. Elle ne peut être que neptunienne.

On peut, en se basant sur les données recueillies jusqu'ici, se représenter comme suit le jeu des forces qui ont agi sur les flotteurs pendant les six mois que comprend l'expérience :

Un courant d'eau de la Manche a pénétré dans la Mer flamande avec le flot; il a été parfois favorisé par des vents S et SW, dont la résultante est représentée par 108 unités qui contrariaient le jusant et agissaient dans le sens du flot.

Après chaque flot, survenait un jusant qui refoulait, vers le détroit, l'eau qui y était entrée. Ce courant de jusant a été le plus souvent favorisé par des vents N et NE dont la résultante mesure 251 unités et qui contrariaient le flot.

Si, malgré l'opposition que le flot rencontrait dans l'action des vents et l'assistance qu'en recevait au contraire le jusant, l'eau de surface avec les flotteurs a été entraînée vers le NE, *c'est que le courant du flot l'emporte considérablement sur le courant du jusant.*

La progression de l'eau de la Manche vers la Mer du Nord serait donc comparable à la marche d'un homme qui ferait d'abord 4 pas en avant, puis 3 pas en arrière, puis encore 4 pas en avant et ainsi de suite. C'est vers l'avant que la résultante de ces deux mouvements contraires, mais inégaux, le dirigerait. Toutefois cette comparaison fait abstraction des déplacements en boucles que les mouvements giratoires font décrire à nos eaux.

L'étude de l'action du vent, pendant la durée de cette première expérience, appuie donc la conclusion que l'on est tenté de tirer du simple fait — mis en lumière par notre carte, pl. II — de la marche du plus grand nombre de flotteurs vers le NE.

Mais, malgré cette confirmation, nous tenons à conserver à cette conclusion un caractère de simple probabilité, parce qu'il reste encore trop d'inconnu dans l'étude des relations mutuelles des deux vagues-marée opposées de la Mer flamande et des mouvements giratoires qui résultent de leur rencontre d'abord et de leur séparation ensuite.

Nos mémoires ultérieurs diront si les autres expériences entreprises confirment ou infirment cet intéressant résultat de la première.

Notons que les expériences instituées dans la Mer du Nord par le « Fishery Board for Scotland », portent M. W. Fulton à penser que « le courant qui marche vers le Nord le long de la côte de Danemark » n'est pas associé avec « un mouvement venant de la Manche et marchant vers le Nord ». C'est-à-dire qu'il incline vers une conclusion contraire à celle que nous devons tirer de notre première expérience. Mais ce savant a soin de déclarer avec une sage circonspection que sa conclusion ne doit être considérée que comme une simple tentative, parce que ses expériences ont été limitées aux mois de novembre et de janvier et que ce temps n'a peut-être pas été suffisant pour en faire connaître le résultat complet.

Remarques au sujet de l'action du vent sur l'eau de surface.

Si les influences éoliennes dans la Mer flamande ne sont pas toutes puissantes sur les eaux de surface, et si elles sont généralement vaincues par les influences neptuniennes, grâce à la constance de celles-ci, il n'en est pas moins certain cependant que les vents jouent un rôle important dans le mécanisme du cheminement de ces eaux.

On ne peut leur refuser une action générale considérable. Cette action ressort bien nettement des travaux du commandant Petit, du lieutenant Phaff et d'autres.

Les observations du commandant Petit nous apprennent que les vents ont une influence très grande sur les courants de flot et de jusant.

En effet, un vent de NE peut quintupler la vitesse du jusant et plus que doubler sa durée ⁽¹⁾, tandis qu'un vent du SW peut le ralentir, au point de l'annuler presque complètement.

Le flot est modifié notablement en sens inverse, mais moins profondément que le jusant.

D'autre part, le mémoire de M. W. Fulton montre, à la suite d'importantes expériences faites dans la Mer du Nord, que l'action des vents peut aller jusqu'à renverser la direction de ce courant qui habituellement longe la côte occidentale ou britannique en

(1) *M. Petit*, loc. cit.

marchant vers le Sud, jusque près du 54^e degré de latitude, puis devient transverse et remonte ensuite vers le Nord en longeant cette fois la côte orientale, le Danemark et la Norvège.

Enfin cette influence des vents est encore attestée par les résultats de l'expérience du 2 mai 1899 que nous venons de relater et de discuter.

L'examen du tracé des vents du West-Hinder et du Helder, Pl. III, fournit de bonnes indications à ce sujet.

Le tracé du West-Hinder, dans cette planche, est accompagné de remarques hypothétiques sur l'effet des vents pendant certaines périodes. Elles reproduisent la marche que nous avons suivie dans l'analyse de ce tracé. En l'abordant, nous avons fait l'hypothèse simplement directrice et provisoire que voici : les flotteurs ont cheminé comme si le vent seul les poussait. Nous avons signalé le long du tracé lui-même, le lieu et la date de la trouvaille des flotteurs en y ajoutant nos réflexions sur la cause, supposée éolienne, de leur apparition aux endroits indiqués.

C'est en étudiant ultérieurement ce tracé et ce tableau de remarques que nous avons constaté la nécessité d'admettre l'intervention d'un autre facteur et l'inexactitude de notre hypothèse provisoire.

Suivons d'abord le tracé du West-Hinder, en le prenant à son extrémité supérieure qui correspond au début de l'expérience le 2 mai 1899.

Un premier tronçon de ce tracé, s'étendant jusqu'au 7 mai, a une direction résultante NE et une intensité représentée par 44 unités.

D'après l'hypothèse, les flotteurs ont dû, sous l'action de ces vents, se porter vers le Pas-de-Calais.

Et, en effet, trois d'entre eux échouent sur la côte française, le 6 et le 8 mai, à Calais, à Sangatte et à Wissant, près du Cap Gris-Nez.

Du 7 au 15, le vent est très faible et n'a pas d'action. Les flotteurs ont dû rester dans les parages méridionaux où les vents précédents les avaient portés.

Aussi, deux d'entre eux sont pêchés en mer encore dans le Sud, à 10 ou 12 milles dans l'Est des Goodwin Sands. Mais, à partir du 15, le vent change et souffle avec assez d'intensité dans une direction opposée à celle de la première quinzaine, c'est-à-dire du WSW, à 58 unités. Les flotteurs doivent être emportés vers le Nord.

En effet, on n'en signale plus un seul dans le Sud, ni en mer, ni à la côte de France.

Tout ceci est conforme à l'hypothèse et établit sûrement que les vents *ont une action* sur les eaux superficielles.

Mais, aujourd'hui, si nous admettons une action neptunienne, nous devons dire, en outre, que les vents NE ont pu avoir, pendant ce temps, une action suffisante pour faire rétrograder l'eau vers la Manche, malgré l'action du flot.

Pendant cette période, le flot n'a sûrement pas été prépondérant. Ceci n'est nullement en opposition avec ce que nous avons dit de la prépondérance *générale* du courant de flot

sur le courant de jusant. Il est très possible, il est même certain que des vents NE assez intenses contrarient le flot au point d'établir temporairement un transport de l'eau du Nord vers le Sud. Mais cet effet ne dure pas ; il est intermittent comme le vent lui-même, et non constant.

C'est pourquoi le courant de flot qui est sans doute prépondérant par suite de causes constantes, doit l'emporter tôt ou tard, d'autant plus que, lorsqu'il cesse d'être contrarié par des vents N, NE ou NW, il est le plus souvent aidé par des vents favorables de direction opposée.

Reprenons notre tracé au 15 mai.

Les vents WSW, du 15 se font sentir, avec de légères variations et des interruptions, jusqu'après le 20 mai. Il est impossible de juger de la distance qu'ils ont fait parcourir aux flotteurs entraînés vers le Nord-Est.

Dans l'hypothèse d'une action éolienne agissant seule, il faudrait leur attribuer une influence énorme et inexplicable. En effet, le 25 mai, commence une période de vents assez forts dont la résultante est NNE 76 unités. Elle dure jusqu'au 13 juin inclus et est suivie de 7 jours de calme.

Si le vent agissait seul ou, ce qui revient au même, si l'action du flot et celle du jusant étaient égales, les flotteurs auraient été ramenés bien loin dans le SSW et probablement quelques-uns auraient encore échoué sur la côte de France, puisque la résultante de cette période est représentée par une ligne *plus longue* que celle du vent qui, du 15 au 20, les a emportés vers le NE.

Cependant aucun flotteur n'est plus signalé de France.

La capture de trois d'entre eux, 60, 69 et 10, au Nord du West-Hinder, près de Schouwen et non loin du Nord-Hinder à des dates où l'action de ce vent NNE était presque complète, est une circonstance à noter. Elle indique que, malgré son intensité plus grande que celle du vent NE des premiers jours de mai, cette résultante n'a pas même pu reporter les flotteurs plus bas que leur point de départ, le West-Hinder, si même elle a pu leur en faire atteindre la latitude, ce qui est très douteux. On ne peut expliquer ces faits qu'en admettant que le courant du flot, quoique plus contrarié que le jusant par les vents, a eu plus d'action que lui.

Après cela, le vent change et souffle pendant 4 jours W et WSW. Sa résultante est faible : 39 unités, et il faut noter qu'au Helder, il n'a pas même atteint l'intensité efficace. Or, ici encore, il faudrait, comme le dit la remarque hypothétique inscrite sur le tracé (pl. III), leur attribuer une action très considérable sur les courants de surface, puisque la période qui suit comprenant 6 jours de vent, dont la résultante est NNW et représente 52 unités, n'a pas pour effet de les ramener au Sud : le jour de sa clôture, 27 juillet, un flotteur échoue à Noordwyk par 52° 30' de latitude N.

Mais ce résultat s'explique aisément, si l'on admet le courant de prépondérance

marchant vers le NE comme le flot, et surmontant le jusant, tout assisté qu'est celui-ci, parce que les vents composants de cette résultante NNW ont été interrompus et intermittents.

L'action du courant prépondérant a même été plus efficace encore, car peu de jours après, le 4, le 7 et le 13 août, par des vents toujours contraires au flot, quatre flotteurs se montrent bien plus au Nord encore, aux îles Vlieland, Terschelling et Ameland.

Du 27 au 31 août, un faible vent SW au Helder pousse à la côte 2 flotteurs non loin de là, au Texel et à Camperduin.

Puis survient l'épisode curieux de l'arrivée de 33 flotteurs à la côte de la Hollande septentrionale et sur les îles de la Frise, par un vent WqNW au Helder soufflant en bourrasques. Ici l'action du vent est évidente; elle ne fait que pousser vers le continent les flotteurs qui se trouvaient au large.

En résumé :

1° L'action du vent sur les flotteurs est attestée

a) Par l'échouage de 3 flotteurs à la côte française et la pêche de 2 autres aux Goodwin-Sands, après les 4 jours de vent NE qui signalent les débuts de l'expérience.

b) Par leur disparition des régions du Sud, sous l'influence du vent contraire SW qui les chasse vers le Nord.

c) Par l'échouage de 33 flotteurs dans le Nord de la Hollande, entre les latitudes 52°28' N (Ymuiden) et 53°30' N (île de Schiermonnikoog) sous l'influence des bourrasques équinoxiales WSW de la quinzaine moyenne de septembre.

2° L'action d'un courant de prépondérance dirigé du SSW au NNE est indiquée

a) Par l'incapacité de la résultante NNE, 76 unités, du 20 mai au 19 juillet, à ramener les flotteurs aussi loin dans le Sud qu'avant l'action moins puissante de la résultante SW, 58 unités, du 15 mai au 20 juin, qui les avait portés dans le NE.

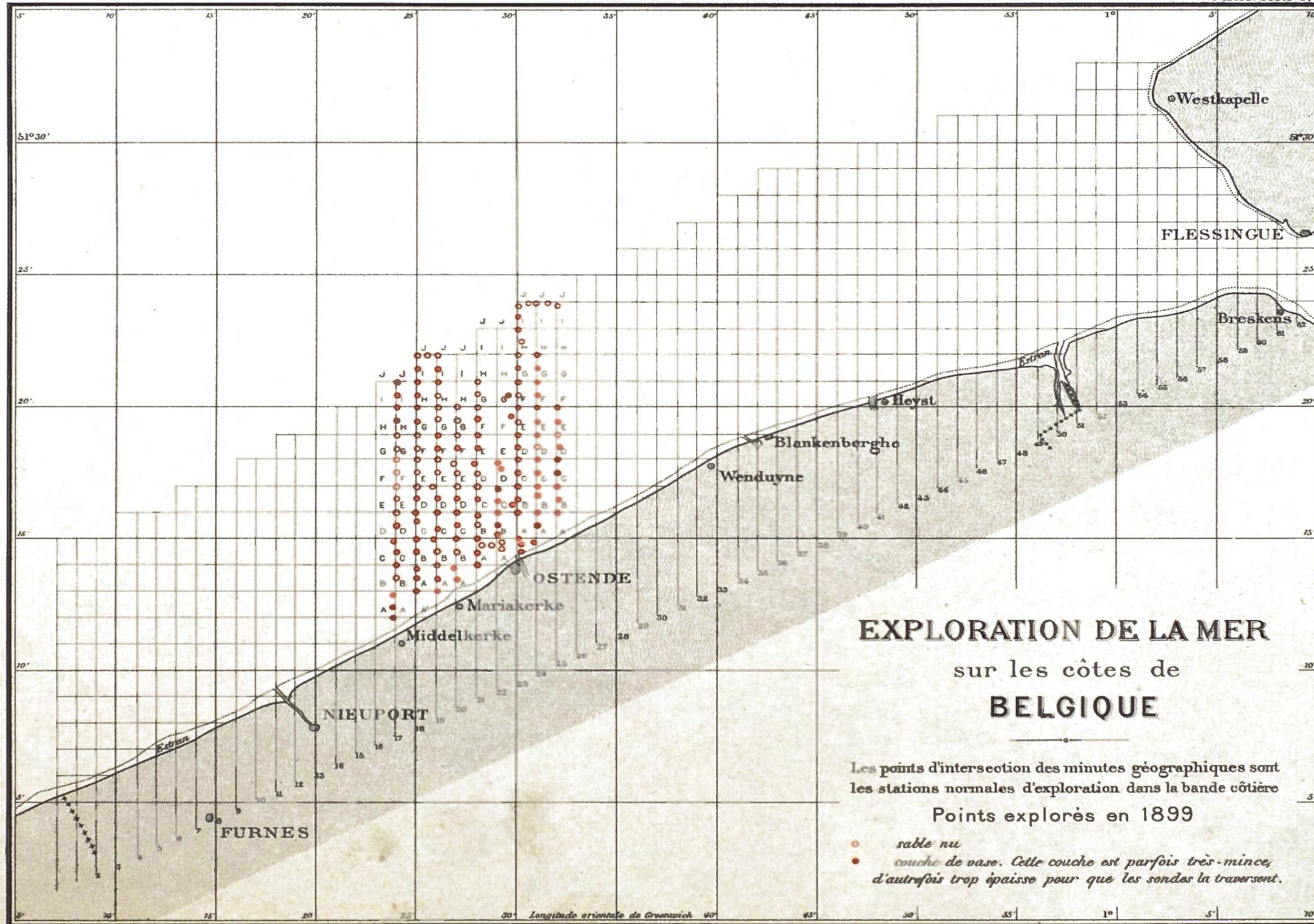
b) Par l'incapacité encore plus frappante de la résultante NNW, 52 unités, du 3 juillet au 27 juillet, à ramener les flotteurs dans le Sud après l'action plus faible de la résultante WSW, 34 unités, qui les avait emportés dans le NNE.

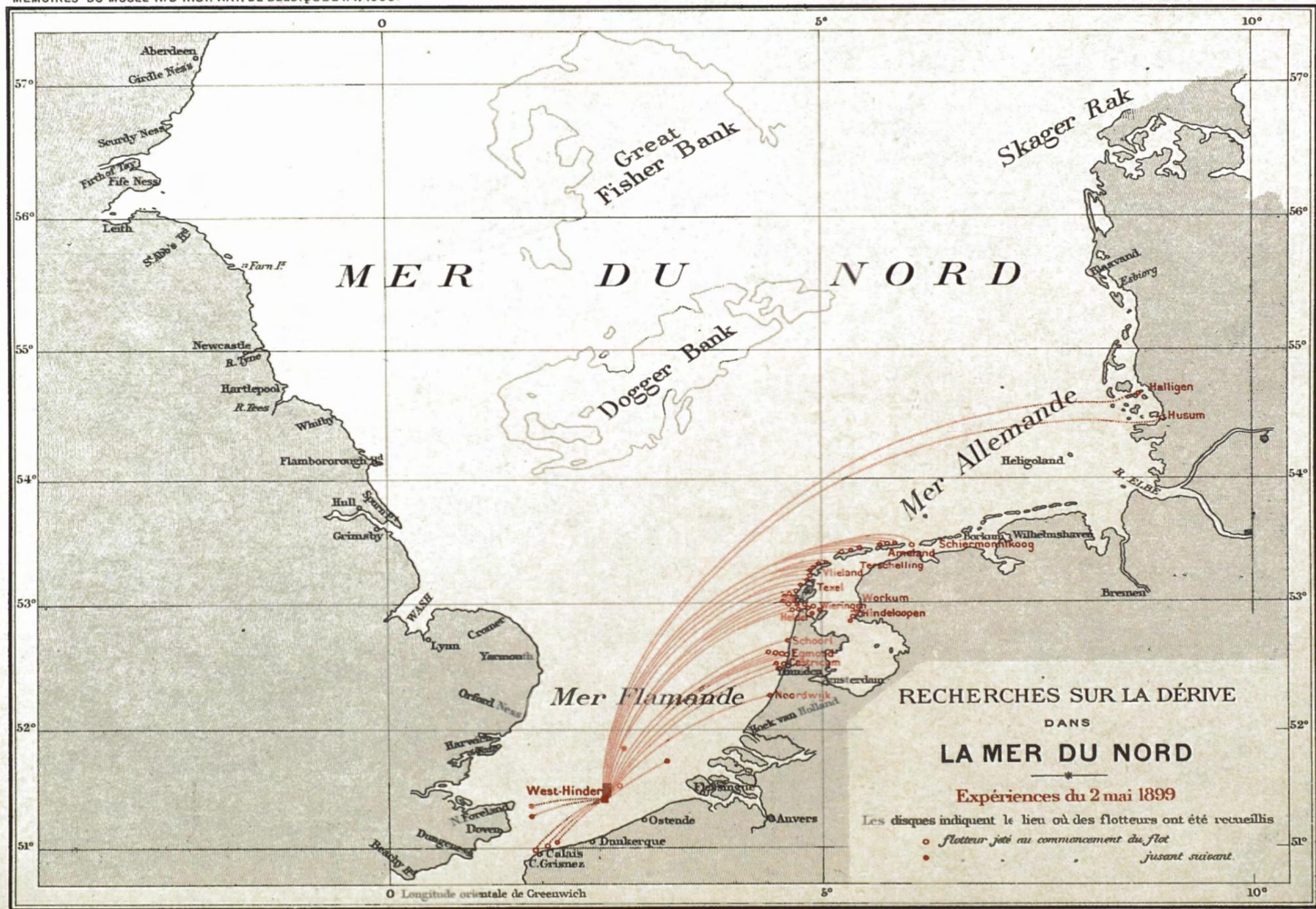
c) Par le résultat général de l'expérience, puisque l'immense majorité des flotteurs a été portée vers le NE, alors que la force résultante NE, dépassant de 143 unités la résultante SW, devait les porter vers le Pas-de-Calais.

La force qui a fait cheminer les eaux de surface paraît donc être la résultante d'une influence éolienne et d'une influence neptunienne, celle-ci étant la plus efficace.

Nous tenons à déclarer, en finissant, que toutes les remarques et réflexions de ce chapitre demandent confirmation. Nous les énonçons, parce qu'elles ressortent des faits que nous possédons et qu'elles nous paraissent de nature à poser quelques jalons dans la difficile étude des courants de notre Mer. Les faits nouveaux qu'apporteront les expériences ultérieures montreront si ces jalons sont bien placés ou s'il faut les enlever et en considérer la pose comme un simple tâtonnement de début.







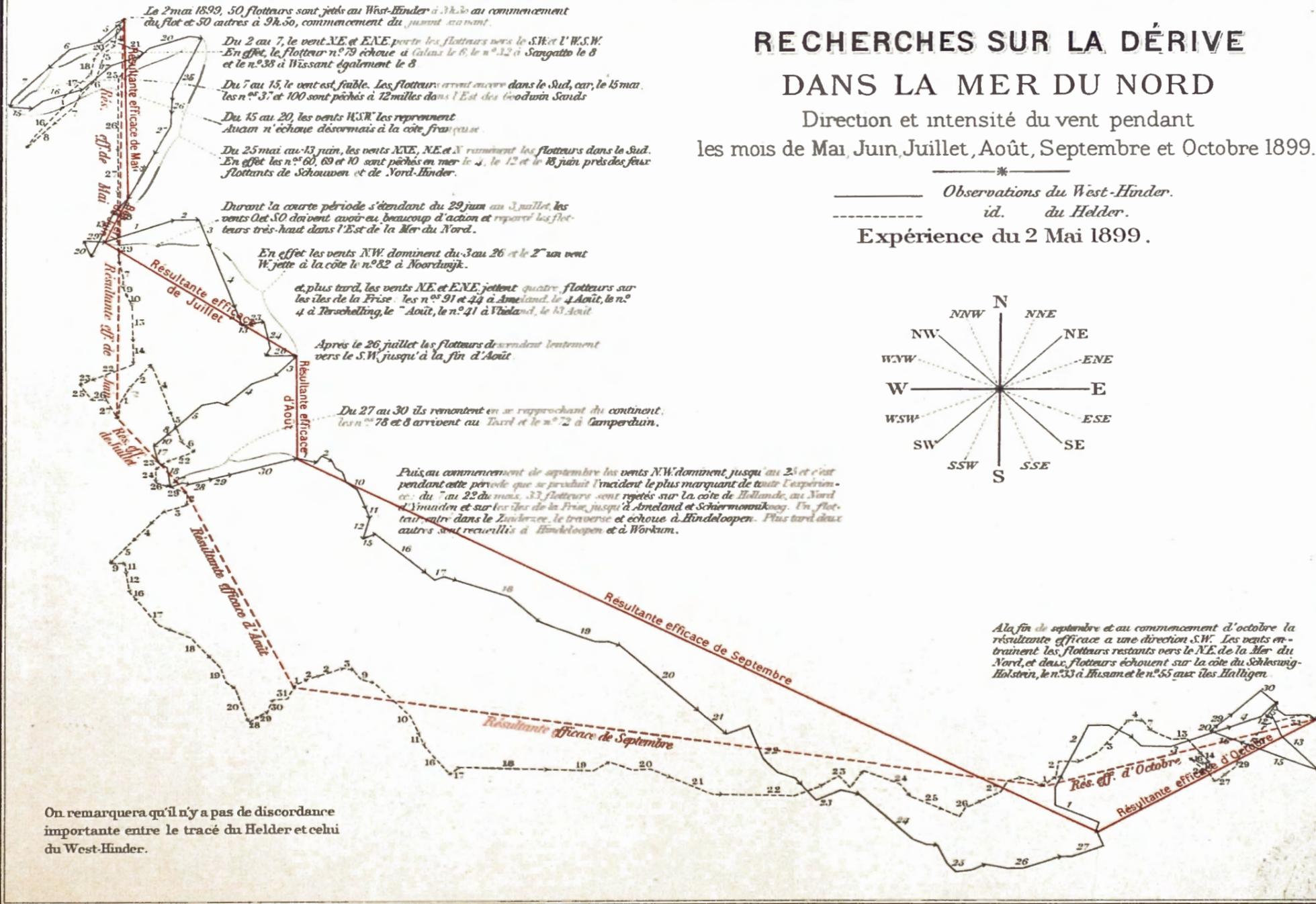
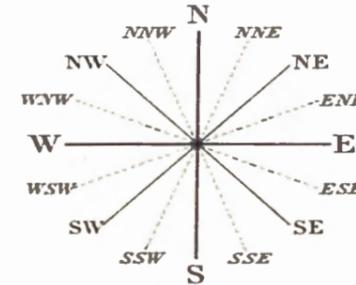
J.L. Goffart, lith. Bruxelles.

D'après la carte de l'Amirauté anglaise publiée sous la Direction de l'Amiral Sir W.L.L. Wharton.

RECHERCHES SUR LA DÉRIVE DANS LA MER DU NORD

Direction et intensité du vent pendant
les mois de Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre 1899.

— Observations du West-Hinder.
- - - id. du Helder.
* Expérience du 2 Mai 1899.



On remarquera qu'il n'y a pas de discordance importante entre le tracé du Helder et celui du West-Hinder.

Lith. J.L. Goffart, Bruxelles.