

154582

WATERSCHONING'S LABORATORIUM

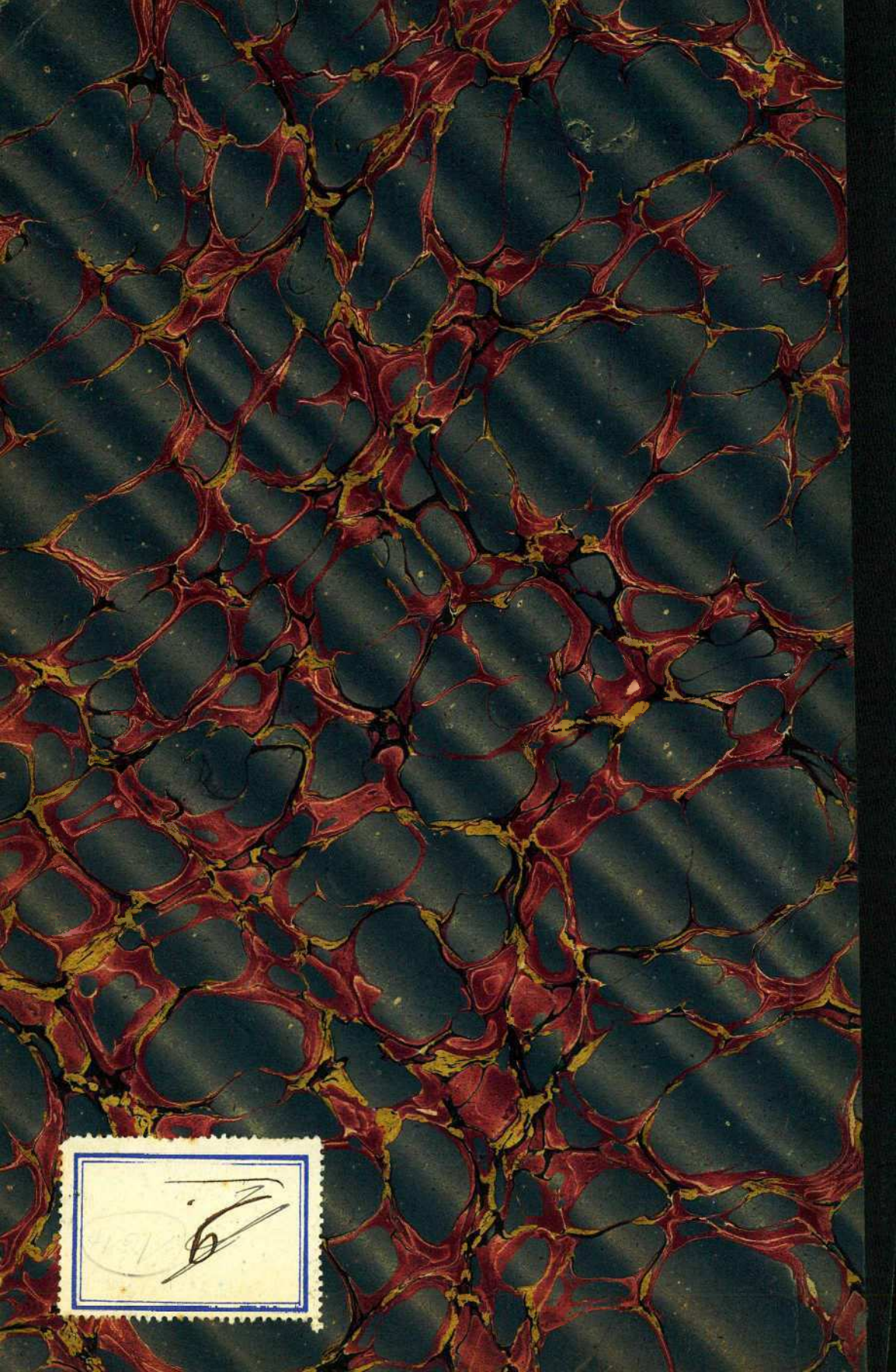
BIBLIOTHEEK

1474

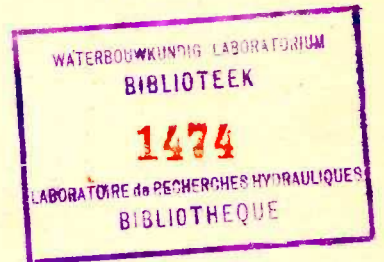
LABORATOIRE DE RECHERCHES HYDROGRAPHIQUES

BIBLIOTHEQUE

LA  
**CARTE LITHOLOGIQUE**  
DE  
LA PARTIE MÉRIDIONALE  
DE LA MER DU NORD  
par C.-J. Van Mierlo



1474



b 3258

0307 003 5680



741

EXTRAIT  
DU  
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE  
DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Tome XIII. — Année 1899. — Mémoires, pp. 219-265.

---

LA  
CARTE LITHOLOGIQUE  
DE  
LA PARTIE MÉRIDIIONALE  
DE  
LA MER DU NORD

PAR

C.-J. VAN MIERLO (1)

—  
Planches XVI et XVII  
—

§ 1. — ÉTENDUE ET DISPOSITION DE LA CARTE.

La carte des fonds de la mer du Nord dont s'occupe le présent travail s'étend : en latitude, depuis le cinquante et unième parallèle (Gravelines) jusqu'à 51°57' de latitude nord, c'est-à-dire jusqu'au bateau-feu néerlandais du Noord Hinder; et, en longitude, depuis 0°16' de longitude ouest du méridien de Paris jusque 1°18' de longitude est, à savoir depuis Gravelines jusqu'au méridien de Middelbourg.

Elle représente donc la totalité des bancs de Flandre, hormis les extrêmes pointes ouest et nord de ces accumulations de sable.

(1) Présenté à la séance du 20 juin 1899.

La représentation topographique des fonds de la mer et, par suite, la détermination exacte de chaque prise d'échantillon, ne peut se faire aussi clairement que dans les documents se rapportant à la topographie terrestre, principalement à cause du manque de repères.

Tout au plus est-il possible d'indiquer qu'on a pris un échantillon sur tel versant de tel banc, dans tel relèvement d'une ville ou d'un bateau-feu; mais ces indications sont absolument insuffisantes pour une étude des fonds sous-marins.

Nous avons donc été forcé de procéder à une classification méthodique qui permet de retrouver rapidement chaque échantillon en nature et en situation.

A cet effet, nous avons divisé la carte en séries numérotées *positivement* à l'est du méridien de Paris et *négativement* à l'ouest. Chaque série comprend une largeur de cinq minutes en longitude.

Les échantillons de chaque série sont séparés et annotés par lettres, les premières étant les plus rapprochées de la côte ou les plus basses en latitude. Ces lettres sont indiquées d'une manière apparente sur la carte et permettent de retrouver aisément la position d'un échantillon que l'on aurait choisi dans le tableau des roches, annexé à ce mémoire.

Pour faire aussi facilement l'opération inverse, chaque dragage porte sur la carte un numéro d'ordre qui est reproduit dans le tableau ci-annexé et qui permet de retrouver immédiatement la description sommaire du fonds que l'on désire connaître.

Cette disposition a l'avantage de permettre de reconnaître très facilement un échantillon déterminé; mais elle a pour inconvénient que l'on doit se reporter à divers endroits du tableau si l'on veut coordonner les éléments recueillis dans une passe ou sur un banc donné.

Mais il était indispensable d'en user ainsi parce que, d'une manière générale, la géographie des fonds sous-marins est peu connue et que les noms des bancs n'indiquent pas à l'esprit de la plupart la situation, en mer, de ces reliefs du fond.

## § 2. — DRAGAGES.

Les différents points figurés sur la carte ont l'air de ne présenter aucune suite et d'être disposés au hasard dans toute l'étendue de la mer. Cependant, en y regardant d'un peu plus près, on s'aperçoit bientôt que la plupart des dragages sont situés sur des lignes à peu près droites émergeant des ports d'Ostende, de Nieuport, etc., et se dirigeant vers le large.

C'est effectivement ainsi qu'il a été procédé aux prises d'échantillons. Le steamer hydrographe marchait suivant un cap fixé d'avance et, après un nombre de tours déterminé, on arrêtait pour draguer, puis on repartait, toujours dans la même direction.

Au bout d'un certain temps, on parcourait une distance assez grande perpendiculairement à la course précédente, afin de pouvoir, au retour vers le port, prendre des échantillons dans une autre région de la mer.

C'est là ce qui fait que l'on peut, en certaines régions de la carte, retrouver cinq, six, sept sondages situés à égale distance l'un de l'autre et à peu près en ligne droite.

On voit cependant, en certains endroits, des trous, c'est-à-dire des parties où il n'y a pas de dragages marqués. Les échantillons ont bien été recueillis, mais ils ont été perdus avant que j'aie eu le moyen de m'occuper de les réunir et de les classer.

Les dragages se faisaient au moyen d'un appareil en forme de pyramide quadrangulaire.

La pointe de la pyramide était prolongée par une tige de manière que l'appareil fût toujours couché.

La base de la pyramide est ouverte et les bords sont légèrement recourbés vers l'extérieur; une chaîne double est attachée à ces bords.

Quand on jette à la mer l'appareil muni d'une ligne, il tombe de côté sur le fond, et comme le navire a toujours encore quelque élan, il traîne sur le sable. Les bords recourbés s'enfoncent, la pyramide se remplit en entier de sable et alors on peut remonter l'instrument au moyen de la ligne.

Le sable est ensuite séché et préservé tel quel dans les boîtes à échantillons. Les échantillons ainsi recueillis ont été divisés en diverses catégories résumées dans le tableau ci-après :

		TERRAINS.	Nos distinctifs.
Limon. . .	{	fin (vase grise) { sans coquilles . . . . .	1
		{ avec coquilles . . . . .	2
	{	sableux . . . { sans coquilles . . . . .	3
		{ avec coquilles . . . . .	4
Sable . . .	{	fin. . . . . { très pur . . . . .	5
		{ avec petits débris de coquilles . .	6
		{ avec coquilles . . . . .	7
	{	moyen. . . . { très pur . . . . .	8
		{ avec petits débris de coquilles . .	9
		{ avec coquilles . . . . .	10

TERRAINS.		Nos distinctifs.	
Sable rude . . .	{ grossier . . .	avec petits débris de coquilles . . .	11
		avec coquilles . . . . .	12
		avec coquilles et cailloux . . . . .	13
	{ graveleux . . .	avec petits débris de coquilles . . .	14
		avec coquilles . . . . .	15
		avec coquilles et cailloux . . . . .	16
Gros sable . . . . .	avec débris de coquilles . . . . .	17	
	avec coquilles . . . . .	18	
	avec cailloux et coquilles . . . . .	19	
Cailloux et grès . . . . .		20	
Coquilles et cailloux . . . . .		21	
Coquilles . . . . .		22	

Cette subdivision donne lieu aux remarques suivantes : à part les nos 1 à 4, qui sont d'une nature autre, tous les échantillons de 5 à 19 sont, en somme, des variétés d'une même roche, dont les modifications sont insensibles d'un échantillon à l'autre.

Ces sables fins, moyens, grossiers et graveleux dominent dans la plus grande étendue de la mer du Nord, au moins sur l'étendue de la carte annexée au présent mémoire.

Les échantillons nos 20, 21 et 22 sont des exceptions. On rencontre dans quelques endroits bien connus des marins, des accumulations de coquilles et de petits cailloux qui ne paraissent mélangés d'aucun sable, mais ces « nids » sont rares et n'ont qu'une étendue fort limitée.

L'annexe qui termine cet ouvrage renseigne, du reste, un tableau mentionnant tous les échantillons.

La première colonne est celle des numéros d'ordre; la deuxième indique la série de 5 minutes de longitude dans laquelle on trouvera l'échantillon sur la carte; la troisième, la lettre dans la série; la quatrième mentionne la longitude; la cinquième, la latitude; la sixième, la profondeur; la septième, le numéro correspondant au tableau ci-dessus; la huitième donne la situation hydrographique; et, enfin, la neuvième donne la description succincte du dragage effectué.

Le travail ainsi compris ne présenterait qu'un intérêt de collection, curieuse peut-être, mais qui ne donnerait à l'esprit aucune image de la manière dont les sables se comportent dans la mer du Nord ni sur ses rivages.

La chose est cependant fort intéressante, car nous parlons, en géologie, très fréquemment de la formation des terres au sein des eaux, et

nous avons ici l'occasion de voir, de suivre par nous-mêmes, la formation des couches.

L'amenée des sables dans la mer du Nord n'est autre chose, en effet, que la formation d'une nouvelle couche géologique se superposant aux autres qui se trouvent déjà formées.

Nous allons donc examiner ce qui se passe dans le fond de la mer et sur ses rivages ou, en d'autres termes, étudier :

1° La formation des bancs ;

2° La formation des dunes.

Le 1° lui-même sera divisé en deux parties, suivant qu'il s'agit de vases ou de sables.

### § 3. — LES VASES.

La vase ne se trouve dans la mer du Nord que sur une étendue proportionnellement faible, et s'il en est si souvent question dans les traités d'ingénieurs, c'est parce que les bancs de vase se forment en général près des côtes et qu'ils sont le plus redoutable ennemi des ports, des rivières et des bassins.

Il ne faut pas confondre la vase avec l'argile, car l'argile est une roche préexistante que les courants d'eau attaquent très faiblement, tandis que la vase est apportée par les eaux elles-mêmes.

La vase proprement dite est composée non seulement de particules argileuses ou siliceuses microscopiques, mais aussi de débris de foraminifères, d'entomostracés et d'organismes variés ; on donne parfois à ces matières visqueuses et adhérentes le nom d'*oazes* (1).

Les vases ne peuvent s'établir dans la majeure partie de la mer du Nord à cause de la violence des courants ; elles sont donc continuellement remaniées ; et lorsqu'on trouve, par hasard, des vases en pleine mer, on peut être à peu près sûr qu'on se trouve soit dans une crique sous-marine fermée, soit dans le voisinage d'un port. Ainsi il existe de la vase dans le fond de la petite rade d'Ostende, limitée d'un côté par la terre et de tous les autres par des bancs très secs ; on trouve aussi de la vase dans la rade de Nieuport (provenant des chasses naturelles du port), dans le voisinage de Heyst (provenant de l'Escaut) et dans toutes les criques de l'Escaut.

Les dépôts de vases ne peuvent donc se former que dans des conditions toutes spéciales ; mais, une fois ces conditions remplies, les dépôts

(1) P. DE MEY, *Amélioration des ports*.



se forment avec une rapidité inimaginable. Ainsi le Zwijn, qui était encore un large bras de mer, fut fermé en 1872 et, en 1888 déjà, je l'ai passé, à marée basse, à pied. Le bras oriental de l'Escaut n'était pas sans importance lorsqu'il fut fermé, en 1867, puisqu'il y passait 35,000,000 de mètres cubes d'eau par marée, et cependant depuis les trente ans que le barrage est fait, les schorres de Hinkelen Oord se sont élargis de 1,500 mètres en moyenne, émergeant environ 350 hectares de terres nouvelles, sans compter toutes les parties très envasées qui sont encore couvertes par les eaux de marée haute.

De même encore le Braakman, fermé à l'amont par le Bakkersdam et le Kapitalendam en 1788, mesurait plus de 7 kilomètres de largeur à l'entrée au commencement de ce siècle, et possédait un chenal navigable aussi large et aussi profond que l'Escaut devant Anvers. Actuellement, il reste à peine 2,000 mètres entre les digues; déjà les terres émergent de 2 mètres à marée basse, et il n'y a plus qu'un étroit petit goulet où les barques des pêcheurs peuvent passer.

On pourrait encore citer d'autres exemples d'envasement de criques et de bassins n'ayant qu'une seule issue libre vers la mer, mais, au point de vue tout spécial qui nous occupe, il suffit de savoir que tout espace de ce genre se comble très rapidement jusqu'au niveau de marée basse ou un peu au-dessous; que l'envasement continue lentement jusqu'au niveau des plus hautes mers; à ce moment, la surface se dessèche, il se forme une croûte superficielle assez solide et le banc de vase devient schorre.

Dans les parties situées en pleine mer, immergées en tous temps et qui sont disposées convenablement pour recevoir les vases, les choses se passent un peu différemment.

Les vases se précipitent aux étales dans les parties les plus abritées et se mélangent aux sables pour former des sables vasards ou des vases sableuses suivant les quantités. Tant qu'elles restent sous eau, ces formations restent molles et adhérentes : en y jetant un plomb de sonde, il s'y enfonce, et il faut toute la force d'un homme pour l'en arracher.

Pour l'établissement des ports, ces terrains visqueux constituent le plus redoutable des écueils, parce qu'aucun moyen artificiel ne peut les enlever en mer. Au point de vue des atterrissements, une fois qu'une région est envahie par la vase, il est presque impossible que l'envasement ne continue pas; le mélange de sables et de vases est pour ainsi dire inattaquable par les courants, et toutes les particules de sable qui viennent s'y déposer s'y engluent en quelque sorte, tandis que de nouvelles couches de vase se déposent à chaque étale.

Cet effet est bien connu et peut du reste se démontrer par les cartes hydrographiques.

Ainsi, en 1867, M. Stessels sondait la petite rade d'Ostende et y indiquait à l'est du port de la vase noire par 5<sup>m</sup>,6 à 6 mètres d'eau et, plus à l'est encore, de la vase par 5 mètres de profondeur. En 1882, M. Petit sondait aux mêmes points respectivement 4<sup>m</sup>,70 de profondeur et trouvait du sable blanc, fond dur, et 5<sup>m</sup>,70, sable blanc.

C'est donc que le sable s'est superposé à la vase. Les apports de vase devant Ostende proviennent de chasses effectuées dans le port.

Le seul exemple que nous ayons sur la côte belge de dépôts de vase en pleine mer est devant Blankenberghe et Heyst. Il s'y dépose de la vase noire et grise, ainsi que le renseignent les cartes de MM. Stessels et Petit; on trouve du sable vasard à l'ouest et de la vase à partir de Blankenberghe.

Nous verrons plus loin que ces dépôts résultent de ce que c'est précisément en ces points que se forment les atterrissements provenant de la marche des alluvions fluviales vers la mer et de la marche des alluvions maritimes vers l'est. Ces vases se déposent même sur la plage en couches légères, pourvu que le temps reste calme pendant quelques jours; mais, à la première tempête, la plupart sont enlevées et réemportées vers la pleine mer.

Les vases sont partiellement d'origine fluviale; mais la très grande majorité est d'origine marine et formée des débris les plus fins arrachés aux côtes d'Angleterre et de France. Il faut, en tout état de cause, écarter pour l'Escaut l'hypothèse de vases fluviales d'amont proprement dites, car, pour que ces vases puissent se former, il faudrait que les eaux d'amont charriassent des dépôts limoneux considérables. Or, il n'en est rien. Les débits des affluents de l'Escaut sont excessivement faibles et ne parviennent à la mer qu'après avoir stationné quatorze ou quinze fois aux étales et s'être ainsi décanté. Le peu de matières qu'elles ont pu contenir a donc eu facilement le temps de se déposer.

Et c'est ce qui arrive : à marée basse, les eaux, fort troubles à Anvers et en amont, se clarifient lentement à mesure que l'on marche vers l'aval et, à partir de Bath, elles sont déjà assez propres; devant Terneuzen, elles sont limpides. Cette limpidité ne dure pas longtemps, il est vrai, car à l'embouchure même l'eau est aussi trouble que dans le cours supérieur.

Toutefois, cette interruption des eaux jaunies montre bien que les vases et les corps en suspension dans l'eau sont de deux origines bien

distinctes; donc, que les apports du fleuve en mer se composent surtout des sédiments transportés lentement le long du fond.

Toutes les régions vaseuses, zones de courants très faibles ou bien de périodes d'étales fort prolongées, sont sensiblement de niveau. Les sédimentations s'y font par couches horizontales régulières sur toute l'étendue de la zone.

Nous verrons bientôt qu'il en est tout autrement pour les régions sableuses ou mixtes.

#### § 4. — LES SABLES.

Les sables forment l'élément le plus important des fonds de la mer du Nord.

Leur disposition, au fond de la mer, en longs bancs, l'orientation de ces bancs, la nature et le volume des grains sont si intimement liés au système général des *courants*, que je ne crois pas pouvoir me dispenser de donner quelques indications à ce sujet.

L'étude de ces courants marins est excessivement compliquée et peu attrayante, parce que les circonstances les plus diverses influent sur la vitesse et sur la direction du courant, et que la disposition des bancs existants doit aussi intervenir.

Aussi nous bornerons-nous à consigner des résultats très résumés.

Dans le sud de la mer du Nord et dans la partie de la Manche représentée sur la carte que la Société de Géologie a publiée en 1897 (1), les courants de marée sont rotatifs près des côtes, tandis qu'ils n'ont qu'un mouvement alternatif en pleine mer.

La rotation est inverse, c'est-à-dire dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre, sur la côte belge, et elle est directe sur la côte anglaise.

Au feu flottant du Westhinder, la giration est encore inverse.

En mer, les rotations se font rapidement; le courant conserve sa direction pendant cinq heures, orienté sous l'action du flot; il tourne pendant une heure, puis il est de nouveau orienté pendant cinq heures sous l'action du jusant. Ces deux directions sont diamétralement opposées, le flot portant nord-est  $\frac{1}{2}$  est, et le jusant sud-ouest  $\frac{1}{2}$  ouest, au Westhinder.

Mais les chemins parcourus ne sont pas égaux : à chaque marée, il

(1) C.-J. VAN MIERLO, *Carte générale de la partie méridionale de la mer du Nord*. H. Lamertin, éditeur, Bruxelles, 1897.

y a un déplacement définitif vers l'est, qui s'appelle « gain de flot ». C'est ce déplacement qui est le mobile principal du transport des alluvions dans la mer du Nord. Les molécules d'eau sont entraînées sur une dizaine de kilomètres dans le nord-est par le flot et reviennent dans le sud-ouest par le jusant à peu près de la même quantité. De sorte que le transport définitif de 300 à 400 mètres vers l'est ne s'obtient qu'au prix d'un chemin parcouru de 20,000 mètres.

On voit donc qu'au point de vue des alluvions, il faut non seulement tenir compte de la marche des sables vers l'est, mais encore de l'usure et du broyage produit par le frottement des particules les unes sur les autres.

Ce système général des courants, où nous négligeons provisoirement les quelques zones du rivage où il peut être altéré, règne depuis le Pas-de-Calais et au delà vers l'ouest jusqu'au 52<sup>e</sup> degré de latitude, c'est-à-dire vers les limites de la carte naguère publiée par la Société. Au delà, la vague-marée venant du nord prend une importance prépondérante et le gain de flot a lieu vers le sud.

Comme, dans un travail précédent (1), j'ai montré que la mer du Nord, avant la rupture du Pas-de-Calais, n'avait pour ainsi dire pas de marée, il faut admettre que tout le sable qui vient dans la mer du Nord a passé par le Pas-de-Calais et est venu se déposer en longs bancs sur les côtes belge et anglaise.

Ces matériaux ont leur origine sur les côtes de France et d'Angleterre. On estime à 0<sup>m</sup>,25 par an la largeur dont la mer empiète sur la côte du Calvados. Ce sont les pierres tombant en mer, usées par le frottement et par les chocs qu'elles se font mutuellement subir, qui se réduisent finalement au volume de grains de sable et cheminent alors vers l'est.

Les matériaux se classent naturellement par ordre de densité. Ainsi, dans la Manche, on rencontre de grandes quantités de galets de dimensions assez fortes; à partir du méridien de Dunkerque, il n'y a plus guère de gros galets, on a plutôt du gravier : mélange de galets de petite taille et de sable. On ne trouve plus du tout de galets et à peine du gravier à partir du méridien de Nieuport, et le sable lui-même devient de plus en plus fin à mesure que l'on s'avance vers les côtes hollandaises.

(1) *Les marées à la fin de l'Époque quaternaire sur les côtes de Belgique.* BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONT. ET D'HYDROL., t. XI, 1897. Mém. pp. 273-283.

Dans le nord de Wenduïne, le sable est excessivement fin et commence à être mêlé avec de la vase.

Lorsque les alluvions sont ainsi arrivées dans la partie méridionale de la mer du Nord et qu'elles se trouvent dans la région littorale, elles subissent l'effet des marées tournantes.

Le premier flot porte à terre, c'est-à-dire qu'aussitôt que la marée commence à monter, la direction du courant porte directement sur le rivage. Les particules sableuses qui sont tenues en suspension dans l'eau, ou bien qui sont simplement traînées sur le fond par la force du courant, sont toutes entraînées vers la plage et tendent à la remonter. Cet effet est général dans la région la plus intérieure des bancs de Flandre, et c'est pourquoi la plupart des bancs tels que le Dyck, le Ratel, le Breedt Banck, les Hills, etc., ont une pente beaucoup plus douce vers le large que vers la terre.

Si l'un de ces bancs était à talus raide vers la mer, on pourrait affirmer que sa forme se modifiera, car les particules de sable traînées sur le fond par le flot ne pourront pas remonter la pente et resteront déposées devant le revers extérieur; les dépôts s'accumuleront jusqu'à ce que la pente ait acquis une douceur suffisante pour permettre le cheminement des sables.

Au contraire, sur le versant intérieur, l'alimentation des talus se faisant par le haut au lieu de se faire par le bas comme pour la face extérieure, le revers sera plus raide et tendra à prendre une direction de plus en plus verticale jusqu'à ce que le talus d'éboulement soit atteint (en tenant compte de la diminution de pesanteur spécifique par suite de l'immersion).

Lorsque le flot est établi et que par suite le premier flot est passé, le courant porte franchement vers l'est. Toutes les particules sont entraînées dans cette direction; mais surtout celles des revers extérieurs, plus exposées à l'action des flots de fond (dont j'indiquerai plus loin la grande puissance) et des courants que celles du revers intérieur qui en sont abritées par le banc lui-même.

Aussi plusieurs bancs se sont déplacés vers l'est d'une façon très remarquable. Celui dont les mouvements ont été le plus observés est le Stroombank, parce que la prospérité et l'existence même du port d'Ostende sont intimement liées à son régime.

Lorsque Beautemps Beupré leva le Stroom en 1801, il existait une large passe à l'est du port : il y avait au minimum 7 mètres d'eau; on trouvait sur le banc un petit fond de moins de 5 mètres dans le nord de la ville et il ne s'étendait pas plus loin vers l'est.

En 1867, on ne trouva plus dans le chenal est que 5 mètres et les petits fonds sur le banc, où l'on mesure à peine 1<sup>m</sup>,7, s'étaient transportés de 5 kilomètres dans l'est. Enfin mes derniers sondages ont montré que tous les fonds de 5 mètres ont disparu, même dans la rade à l'est du port, et que, là où autrefois on sondait 7 et 8 mètres, on n'en sonde plus que 3 ou 4.

Il est évident que le mouvement des sables, qui est si clairement indiqué par les cartes marines successives qui ont été dressées, n'est pas limité au niveau de marée basse et que, pendant la marée montante, le flot entraîne toujours le sable sur la plage dans la direction que les états successifs du Stroombank indiquent si bien. Les particules abandonnées par la marée haute sur la plage, aussitôt desséchées, reprennent, sous l'action des vents d'ouest, qui sont les plus fréquents, une marche, cette fois beaucoup plus rapide, et vont se déposer plus loin pour former les dunes de Clemskerke et du Coq.

Mais, dira-t-on, comment se fait-il que le jusant, qui dure plus longtemps que le flot, ne détruise pas tout l'effet de celui-ci, et comment expliquer que le jusant qui doit aussi entraîner les sables et qui porte vers la pleine mer n'adoucisce pas le talus de la face intérieure des bancs?

Ceci résulte de ce que les courants de jusant, *portant au large*, ont très peu de force et très peu de vitesse, car d'où viendrait la masse d'eau nécessaire? Ce n'est donc qu'à une assez grande distance en mer que le jusant peut commencer à porter au large perpendiculairement à la côte; et le long de celle-ci la marée, après une étale assez longue, tourne directement vers l'ouest-sud-ouest.

Une autre cause est que pendant la marée montante l'eau augmente en volume, en hauteur et par conséquent en pression, en même temps que les courants s'accroissent. Au jusant, au contraire, les plus forts courants se produisent quand la marée est descendue et alors, trouvant une issue plus facile par les passes que par-dessus les bancs, ils suivent les dépressions et s'en vont par les chenaux.

Aussi n'est-ce que tout à fait loin de la côte que l'on voit la ligne de faite des bancs s'orienter davantage vers le nord. Ce défaut de force dans le jusant est cause aussi que nous voyons successivement tous les bancs côtiers se souder à la terre ferme : le Braeck et les Hills, prennent le nom de Traepegeer et de Broers et se rattachent devant La Panne aux larges dunes de ces parages.

De même la belle rade de Nieuport devient la petite rade d'Ostende et se termine en impasse entre le Stroom et la côte. Et aussi la grande

rade d'Ostende se termine par des hauts fonds entre le Stroom et le banc de Wenduycne.

C'est précisément à l'extrémité des bancs de sable marins que se trouvent les parties larges, hautes et nourries des dunes, et il faut attribuer aux bancs mis en mouvement par les courants de marée l'apport de sable sur la plage, d'où il s'envole pour former les dunes.

Les tempêtes modifient la marche des courants et par conséquent celle des alluvions. Les plus fréquentes sont celles de l'ouest, qui allongent considérablement la durée du flot et annulent à peu près la durée du jusant à la surface mais non dans le fond.

Les tempêtes du nord-ouest brisent les courants sans en changer la direction; elles leur font seulement perdre de leur vitesse. Les coups de vent du nord-est augmentent le jusant et affaiblissent le flot.

Les caractères des premières et des dernières tempêtes n'ont qu'une influence de quantité, sans rien changer au système de l'ensemble. Seulement, comme le mauvais temps venant de l'ouest est beaucoup plus fréquent que celui de l'est, il s'ensuit que le gain de flot et par suite le transport des matériaux solides est encore accéléré.

Les coups de vent du nord-ouest produisent une mer très grosse, très houleuse, qui soulève de longues vagues. Aussi est-ce toujours celle qui produit les accidents aux digues et aux dunes.

En 1897 encore, au mois de novembre, la digue de Middelkerke fut menacée au point que l'on conçut des craintes très sérieuses pour quelques villas; la digue d'Albertus fut entamée, ainsi que toute la rangée des dunes situées le long de la côte, car, par ces coups de vent, la mer monte beaucoup plus haut qu'en beau temps, et tout le sable qui est atteint par les lames est entraîné.

Ce sable ne va pas loin, sans doute, puisqu'il n'y a pas grand courant pendant les marées extraordinaires du nord-ouest: il se dépose sur la partie de la plage contiguë à la laisse de basse mer et contribue ainsi à former de larges terrasses, comme le Zand, l'extrémité est du Stroom et le Trapegeer.

Maintenant l'effet de ces vagues puissantes, quoique peu sensible sur les parties totalement immergées, est considérable sur les parties accores. Les exemples les plus célèbres sont les jets qui dominent le phare d'Eddystone pendant les tempêtes, jets qui le dépassent de 25 mètres et pèsent plus de 3,000 tonnes.

Ces effets formidables se produisent aussi sur les digues. Par exemple, du 22 novembre au 5 décembre 1822, il régna une grande

tempête dans le golfe de Gascogne; la ville de Saint-Jean-de-Luz fut particulièrement éprouvée.

On avait construit une digue composée d'une masse de terre argileuse et d'une croûte de maçonnerie de 1 mètre d'épaisseur. Le parement était composé de grandes pierres plates et au pied se trouvait un enrochement formé de blocs de rochers de 1 mètre cube à 1 mètre cube et demi, pesant 4,000 kilogrammes. Ces blocs étaient englobés entre des pilotis destinés à les maintenir. Pendant la tempête, les blocs furent arrachés de leurs alvéoles, emportés sur le sommet de la digue, d'où ils roulaient au bas pour être repris par une lame suivante : la digue ne put résister à ces chocs et fut entièrement ruinée.

De même au Becquet; on avait construit une digue composée de blocs de granit de 2,000 à 3,000 kilogrammes, longue de 350 mètres, large de 28 : elle fut détruite en un seul jour. J'ai vu moi-même à Ymuiden un bloc de béton, mesurant près de 2 mètres cubes, posé en enrochement près de la jetée sud, soulevé par un coup de mer et déposé sur le môle dont le pavement se trouvait à 3 ou 4 mètres plus haut. Actuellement on a fixé ces blocs par des chaînes.

Quelle est donc la puissance des vagues?

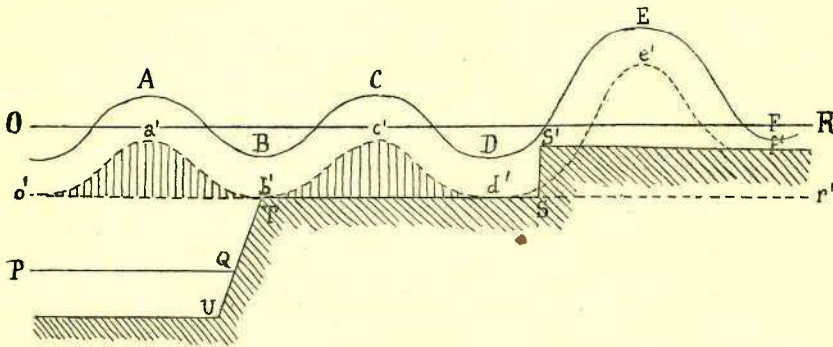


FIG. 1

Les mesures que l'on a faites directement ont donné une pression moyenne de 3,000 kilogrammes par mètre carré, mais on a observé aussi, d'après Stewenson, un coup de mer de 16,752 kilogrammes par mètre carré et un autre de 30,415 kilogrammes à l'île de Serryvor.

Toutefois l'agent le plus formidable qui se soit manifesté dans les mers est ce qu'on appelle les flots de fond.

Voici, d'après M. Boudin, comment on peut en concevoir la formation. (Voir fig. 1, ci-dessus.)



Les flots de fond ont été imaginés par le colonel Emy, qui prétend expliquer par cette cause l'action de la mer sur ses rivages.

Soit OR le niveau des mers au repos; ABC la coupe d'un système d'ondulations marchant de O vers R; TS un exhaussement horizontal du fond placé au-dessus de la limite PQ inférieure de l'agitation de la mer et présentant du côté du large un accore vertical TU.

Si l'ondulation réduite  $a'b'c'$  est tangente à cet exhaussement, toutes les molécules placées au-dessus du niveau  $o'r'$  auront assez d'espace pour décrire leurs orbites, mais les molécules, inférieures à ce niveau, ne trouvant plus la profondeur nécessaire à l'accomplissement de leur révolution, ne participent point au mouvement général d'ondulation et forment sous chaque flot de la masse supérieure des bourrelets horizontaux ayant pour sections les espèces de segments  $b'c'd'$ ,  $d'e'f'$  appuyés sur le fond TS.

Chacun de ces bourrelets sera obligé de fuir, sans changer de forme, dans la direction du mouvement ondulatoire et en obéissant à la pression de toutes les molécules descendant les flancs  $b'c'$ ,  $d'e'$ , et en occupant les espaces que leur livrent, en s'élevant, les autres molécules placées sur les flancs  $c'd'$ ,  $e'f'$ ; un nouveau bourrelet se formera évidemment chaque fois qu'une nouvelle onde propagée du large passera l'accore TU. Tous ces bourrelets, qui se meuvent dans le même sens et avec la même vitesse que les ondes supérieures, sont ce que le colonel Émy a appelé les flots de fond.

Chacun peut voir avec quelle rapidité les ondes se déplacent à la surface des mers : qu'on se représente donc la vitesse de ces bourrelets ne pouvant changer de forme ni de volume et venant frapper brusquement une paroi verticale SS', que l'on calcule la force vive, c'est-à-dire la masse de l'eau multipliée par le carré de la vitesse, et l'on pourra trouver une énergie capable de produire les effets que l'on constate.

L'existence des flots de fond a été niée par M. Virla et mise en doute par d'autres ingénieurs; ces discussions sont plutôt théoriques et se rapportent davantage à la question du mouvement orbital de l'eau qu'à son action sur le rivage.

Les effets produits sur les plages sont en tout cas les mêmes que si les flots de fond existaient, et c'est à une cause de ce genre qu'il faut attribuer le broyage et l'usure des particules de sable dans leur perpétuel mouvement.

Mais la conclusion la plus singulière à laquelle nous arrivons, c'est que les couches successives qui se forment au sein des mers ne peuvent jamais être horizontales et doivent toujours présenter des ondulations très sensibles.

Faisons en effet une coupe à travers la masse des bancs de sable, depuis Nieuport jusqu'au Westhinder : nous trouvons la forme ci-après, où je note les profondeurs (voir fig. 2). On voit qu'il y a des dénivellations considérables, de sorte que si, par suite d'un phénomène soudain, toute cette partie se trouvait tout à coup émergée, on ne manquerait pas de conclure, ainsi que cela se fait d'habitude, à des ravinelements, des ondulations, des dénudations, etc., alors qu'il n'y a rien de tout cela, mais tout simplement l'effet des courants.

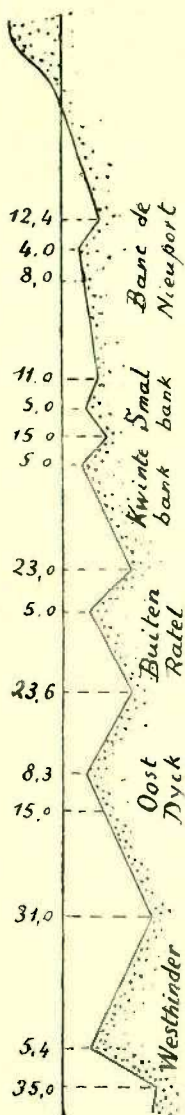


FIG. 2.

Or, du moment qu'il y a des côtes et des marées, il y a forcément des courants de marée et, dès lors, des bancs nombreux et variables. Du reste, s'il n'y a pas de courants de marée, on ne peut concevoir la formation de dépôts, hormis les apports fluviaux. En effet, l'eau est alors dans un état de calme parfait, pour peu que l'on descende à quelques mètres au-dessous de la surface; pour former des dépôts, il faut qu'il y ait d'abord des corps en suspension dans l'eau. Or, on cherche vainement la cause qui pourrait maintenir des particules, plus denses que l'eau, en suspension dans un milieu parfaitement calme.

Ce sont, en effet, les courants seuls qui ont créé ces bancs et qui les changent encore de forme tous les jours, en les déplaçant de mille façons, mais avec ce résultat final que les particules sont toujours entraînées vers l'est.

Nous voyons donc que le dépôt des particules sableuses se fait suivant des surfaces inclinées dans diverses directions, mais que les grandes surfaces horizontales sont rares.

Je vais montrer maintenant qu'il doit toujours en être ainsi.

En effet, on sait que les dépôts se font d'une manière très générale dans les parties peu profondes de la mer et que, dans les abîmes de l'Océan, on ne trouve guère d'accumulations sédimentaires.

Si donc la plupart des terrains se forment dans les parties peu profondes de la mer, c'est qu'on se trouve dans le voisinage de terres déjà émergées, donc de côtes.

Or, du moment qu'il y a des côtes et des marées, il y a forcément des courants de marée et, dès lors, des bancs nombreux et variables. Du reste, s'il n'y a pas de courants de marée, on ne peut concevoir la formation de dépôts, hormis les apports fluviaux.

En effet, l'eau est alors dans un état de calme parfait, pour peu que l'on descende à quelques mètres au-dessous de la surface; pour former des dépôts, il faut qu'il y ait d'abord des corps en suspension dans l'eau. Or, on cherche vainement la cause qui pourrait maintenir des particules, plus denses que l'eau, en suspension dans un milieu parfaitement calme.

Donc, pour qu'il y ait des dépositions possibles, il faut de l'eau en mouvement, et, dès que l'eau est en mouvement, la déposition par couches parfaitement horizontales n'est plus possible.

Si donc le fond de la mer du Nord était émergé par une cause quelconque, un banc déterminé, le Buiten Ratel, par exemple, formerait une ligne de collines de 18 mètres de hauteur qui aurait ses versants modelés tous deux par les courants sans intervention d'aucune autre influence.

Il faut déjà aller loin dans le pays en partant d'Ostende pour trouver des collines de proportions plus considérables que les collines sous-marines de la mer du Nord, et l'on ne voit pas pourquoi une explication semblable ne pourrait être donnée pour la forme d'une partie de ces monticules.

Quant à la disposition des diverses couches dans un banc de sable, on peut se rendre compte de ce qui se passe par l'examen de certains hauts fonds de la mer émergeant à marée basse.

Près de la côte hollandaise notamment, il y a des bancs qui dépassent de plusieurs mètres ce niveau et qui présentent la forme indiquée sur le croquis ci-dessous.

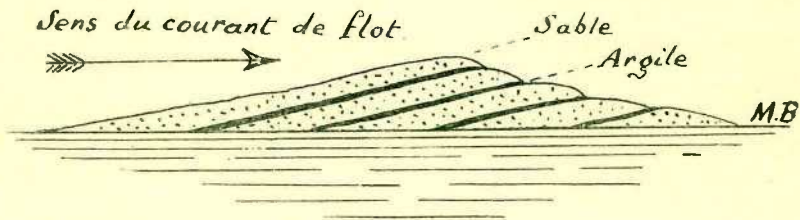


FIG. 3

Certains bancs, que l'on a vu se former depuis peu d'années, présentent cette forme : des couches de sable alternant avec des limés d'argile provenant des vases charriées pendant l'hiver par les fleuves (voir fig. 3).

Toutes ces couches sont inclinées vers le large, le courant de flot faisant remonter les particules sableuses sur la surface oblique du banc.

A l'intérieur du banc, là où le versant est plus accore, il y a tantôt la forme indiquée ci-dessus (fig. 3) quand le régime de jusant est persistant et nettement accusé; tantôt la forme suivante (voir fig. 4) lorsque le régime de flot l'emporte sur l'autre.

La chose s'explique aisément : dans le premier cas, le banc empiète

sur la zone de jusant pendant l'hiver et, étant chargé de vases et de sables, il les dépose sur le chemin des courants de jusant. Aussitôt ces apports terminés, après l'hiver, le jusant reprend son œuvre de corrosion et ramène les bancs à leur forme primitive en rongant toute la partie qui empiète.

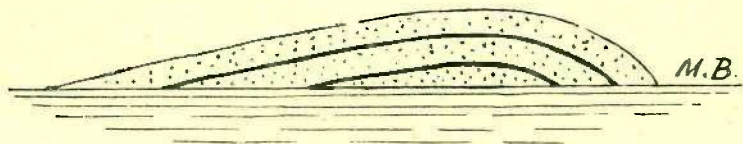


FIG. 4.

Au contraire, dans le second cas, les vases de l'hiver se déposent par-dessus les sables accumulés pendant l'été et deviennent ainsi un élément de fixation du banc que rien n'enlève plus. On peut voir des bancs semblables sur la côte de Zélande, présentant tantôt l'une, tantôt l'autre forme (voir fig. 4).

Les formes, ravinées, ondulées ou dénudées, ne dépendent donc pas nécessairement des eaux pluviales et torrentielles, mais peuvent aussi être créées dans le milieu même des eaux où s'est formé le terrain.

### § 5. — LES DUNES.

Les dunes du littoral belge se présentent en trois masses bien distinctes. La première s'étend de la frontière française jusque Nieuport; la seconde d'Ostende à Wenduyn; la troisième de Knocke à la frontière hollandaise.

Ces trois massifs sont isolés et ne sont reliés que par de faibles cordons littoraux. Lorsqu'on veut détailler cet ensemble et qu'à cet effet on parcourt les dunes, l'œil n'aperçoit dans le chaos de monticules de sable qui se succèdent irrégulièrement, aucune loi apparente de disposition. Cependant, en examinant la chose de plus près, sur une carte à l'échelle du 40 000<sup>e</sup>, par exemple, on remarque bientôt qu'il y a une règle commune qui préside à la formation des dunes, non pas tant peut-être à l'aide de la forme des dunes elles-mêmes qu'à cause de la disposition des pannes comprises entre ces dunes.

Partant de la frontière française, on rencontre aussitôt le village de

La Panne, situé dans un vallon orienté est- $\frac{1}{2}$ -sud. Ce vallon est limité vers le nord par une rangée de dunes derrière laquelle se trouve une seconde panne orientée exactement comme la première et de largeur à peu près constante. La même chose se reproduit encore plusieurs fois, les rangées de dunes se détachant du bourrelet littoral et prenant une direction oblique par rapport à la côte, savoir est-ouest.

Sans doute, la forme n'est pas toujours aussi nettement indiquée partout; cependant nous la retrouvons dans la ligne de dunes qui aboutit à proximité du village d'Oostduinkerke; dans celle qui suit le chemin de fer vicinal de Groenendyk vers Nieupoort; dans le massif aboutissant près de Westende.

Plus loin vers l'est, les massifs de dunes sont trop peu étendus pour que les lignes aient pu s'y accuser clairement; aussi jusque Ostende ne trouvons-nous qu'un bourrelet littoral.

Au delà d'Ostende et continuant toujours vers l'est, les lignes sont très nettement indiquées. Nous en trouvons une première qui se détache en travers de Breedene; une seconde qui borne au sud les plantations Van de Walle; une troisième qui limite au nord les mêmes plantations; une quatrième à l'aubette du Coq; une cinquième et une sixième devant Nieuwmunster.

De nouveau, de Wenduyn à Heyst, les dunes sont trop étroites pour que des rameaux puissent se détacher du bourrelet littoral. Mais au delà de cette dernière localité, non seulement les dunes indiquent elles-mêmes leur formation, mais encore nous possédons une donnée artificielle : la digue du Comte-Jean, qui se détache à Heyst de la côte actuelle et se dirige droit vers le village de Knocke et laisse même le polder du Prince en dehors de son alignement.

En dehors de la digue du Comte-Jean se trouve le Brabandsche Pan, limité au nord par un important massif de dunes se terminant au Blinkaard; au delà, une deuxième panne appelée «Het Zoute», orientée aussi est-ouest, limitée également vers le nord par une ligne de dunes, et au delà une troisième série encore en voie de formation et qui forme aussi un angle sensible avec la direction générale de la côte.

On voit donc que la loi de formation des dunes quant à leur orientation est vérifiée sur toute la longueur de la côte belge et de la côte française, depuis Dunkerque jusqu'aux bouches de l'Escaut.

Quant à la forme des dunes en elle-même, elle est évidemment excessivement variable. Nous trouvons dans plusieurs traités de Géologie, et notamment dans celui d'Albert de Selle, professeur à

l'École centrale de Paris, des opinions qu'il ne nous est pas possible de partager, parce qu'elles sont trop absolues :

« Le bourrelet émergé est à la longue façonné d'un monticule d'une » déclivité très faible du côté d'où souffle le vent et très raide du côté » opposé. L'angle à l'horizon de cette seconde face ira toujours » en augmentant jusqu'à ce qu'il soit assez grand pour atteindre le » talus naturel d'éboulement. A partir de ce moment, la section » verticale de la dune n'est plus modifiée. Le vent continuant à souffler » entraîne le sable de la paroi doucement inclinée et le repousse » jusqu'au sommet de la dune. Parvenues à la ligne de faite, les parti- » cules glissent sur le talus opposé et viennent pour ainsi dire le » revêtir d'une nouvelle enveloppe; on voit dès lors qu'une couche » sableuse empruntée à une paroi vient s'appliquer sur l'autre, et » la répétition permanente du phénomène, au moins quand souffle le » vent, amène le déplacement de la dune sans altérer le profil. »

Cette description s'applique fort bien aux dunes de la France et partiellement à celles de la Hollande, parce qu'il s'agit là de territoires présentant une côte à peu près perpendiculaire à la direction des vents dominants, et dans ces conditions les dunes présentent bien une déclivité douce vers le large et raide vers la terre.

Au contraire, sur nos côtes, la déclivité tournée vers la mer est toujours forte, bien que le vent souffle le plus fréquemment de ce côté. Nous connaissons des dunes mesurant 41 mètres de hauteur, dont la distance horizontale entre le pied et le sommet n'est que de 15 mètres. Sur toute la côte située entre Nieuport et Ostende, les dunes sont tellement raides qu'il est impossible d'en faire l'ascension sans s'aider des mains, et, au contraire, vers l'intérieur des terres, là surtout où les dunes sont larges, on rencontre une série de vallonnements qui se terminent à la limite des champs cultivés par une bordure très élevée mais ne présentant pas la continuité de la ligne des dunes vers la mer.

Cette dernière rangée est presque ininterrompue, et les quelques passages qui y existent sont, sinon entièrement artificiels, du moins élargis et augmentés par la main de l'homme. Vers la terre cultivée, on rencontre une série de monticules disposés sans ordre apparent et formant une chaîne fréquemment interrompue et extrêmement tortueuse.

La hauteur du bourrelet littoral au-dessus du niveau de marée basse est d'environ 13 mètres; les rameaux qui se détachent vers l'intérieur n'ont pas une altitude aussi élevée. Les plus occidentaux n'ont que

8 à 10 mètres, et les espaces compris entre les collines n'ont que 5 à 6 mètres d'altitude.

Ce n'est que vers la limite intérieure des dunes que leur hauteur devient beaucoup plus considérable et atteint 17, 20 et 26 mètres même, au Hoogen Blikker de Coxyde.

A partir de Nieuport, la hauteur des dunes, très grande à l'est du chenal de ce port, diminue constamment. Les sommets les plus élevés, non loin du phare de Nieuport, ont 22 mètres de hauteur. Cette cote descend progressivement à 18<sup>m</sup>,50 à Lombartzyde, 14<sup>m</sup>,10 à Westende, 10 mètres au Crocodile. Plus loin, les dunes ne forment plus qu'un bourrelet littoral dont la hauteur moyenne est de 15 mètres, sauf par-ci par-là un monticule un peu plus élevé.

A l'est d'Ostende, le bourrelet littoral continue dans les mêmes conditions jusque Wenduïne, mais les parties intérieures ont une hauteur beaucoup plus faible (7 à 8 mètres) et les points saillants plus élevés sont beaucoup plus rares. Au delà de Wenduïne jusque Heyst, le volume des sables est faible, mais, dans les larges dunes de Knocke, on retrouve de nouveau des hauteurs de 24 à 27 mètres et des panes de 10 à 12 mètres d'altitude.

Résumant les données ci-dessus et cubant le volume des sables, on trouve les quantités suivantes :

	Mètres cubes.
De la frontière française à Nieuport . . . . .	346,800,000
De Nieuport à Middelkerke . . . . .	83,200,000
De Middelkerke à Ostende . . . . .	7,720,000
D'Ostende à Wenduïne. . . . .	78,700,000
De Wenduïne à Heyst . . . . .	6,370,000
De Heyst au Zwyn . . . . .	104,700,000
Total . . . . .	597,490,000

soit, en chiffre rond, 600,000,000 de mètres cubes, dont plus de la moitié à l'ouest du chenal de Nieuport.

Les éléments qui composent les dunes sont uniformes sur toute la longueur de la côte : c'est toujours le même sable, blanc quand il est sec, jaunâtre quand il est humide, à arêtes vives et aiguës, qu'on retrouve aussi bien dans les bourrelets littoraux que dans les panes et dans les parties les plus rentrées et les plus élevées des monticules intérieurs.

Peut-être certaines personnes penseront-elles qu'il ne convient pas de compter comme dunes proprement dites la partie qui se trouve au-dessous du niveau de marée haute ordinaire. Dans ce cas, on devrait réduire le chiffre total indiqué plus haut et le ramener à 400,000,000 de mètres cubes.

\*  
\* \* \*

On peut être surpris de voir que sur une côte aussi unie et aussi rectiligne que celle de la Belgique, on rencontre trois massifs isolés de dunes séparés par des intervalles où elles sont excessivement amaigries et où même elles disparaîtraient si l'homme, par ses travaux, n'en protégeait le pied.

Les causes de ces amaigrissements sont de natures diverses : la première rentrée que l'on rencontre en venant de la frontière française est située près de Nieuport et de Lombartzyde. Les dunes se réduisent brusquement et il s'est formé une vaste panne.

Cela est dû à ce que l'Yser n'a pas toujours eu le cours actuel entre la ville de Nieuport et la mer : le chenal que nous voyons aujourd'hui ne date que du XII<sup>e</sup> siècle et la panne de Lombartzyde n'est autre chose que l'ancien cours de la rivière comblé par suite d'inondations, d'apports de vases et de sables. Ce n'est qu'à la suite de cet envasement que le chenal actuel prit de l'importance et ses dimensions, aujourd'hui assez réduites, étaient dues à la vaste zone d'inondations qui s'étendait jusqu'aux Moeres de Furnes et qui se prolongeait du côté est par la crique de Nieuwendamme.

Toute cette région était occupée, il y a neuf siècles, par la mer, et les dunes n'ont pas eu le loisir de se former encore, soit que le délai n'ait pas été assez long, soit que l'homme ait arrêté la propagation vers la terre des monticules de sable, soit enfin, ainsi que nous le verrons plus loin, que les circonstances maritimes ne se soient pas prêtées à un transport de sable assez abondant.

Près d'Ostende, le démaigrissement situé à l'ouest de la ville vers Mariakerke et même vers Raversyde est dû entièrement à des circonstances politiques.

Avant 1445, il n'y avait pas de port ni de chenal à Ostende : les barques des pêcheurs s'échouaient sur la plage comme cela se fait encore à Coxyde, à La Panne et à Heyst. Les cartes datant de cette époque renseignent des dunes extrêmement larges, s'étendant bien plus loin que la vieille ville : on se trouvait donc à cette époque dans des



conditions analogues à celles que l'on rencontre aujourd'hui à Breedene et au Coq.

En 1445, le duc de Bourgogne, Philippe le Bon, permit aux Ostendais de creuser un havre au travers de la dune à l'ouest de la ville actuelle, donc à l'emplacement où se trouve le kursaal de nos jours. Ce havre laissait se produire le libre jeu de la marée sur les terres basses avoisinantes. Ce jeu était très puissant : le havre s'agrandit naturellement et toute la vieille ville fut menacée par les érosions. Chaque année on était obligé d'abattre des maisons se trouvant près de la mer parce qu'elles menaçaient ruine et, en 1502, la ville courut les plus grands dangers parce que — disent les chroniques — les dunes et les digues cédaient continuellement à l'action des vagues et des marées.

Mais la cause qui avait amené le danger devait aussi le faire disparaître. Les matières enlevées par le courant aux dunes littorales se déposaient sur les terres basses avoisinantes et, en 1517, le chenal se trouvait obstrué : on construisit une écluse à l'extrémité du chenal afin de retenir les eaux à marée haute et de les laisser échapper à marée basse pour former ainsi des courants propres à déblayer le chenal.

Au bout de quelques années, le résultat fut satisfaisant et, en 1550, on barra l'écluse. Toutefois, en 1554, on dut la rouvrir, le port étant complètement envasé : il n'avait donc fallu que quatre ans pour perdre tout ce qu'on avait gagné en treize années.

Ostende ayant embrassé le parti des Provinces-Unies à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, on la fortifia et les dunes furent rasées aux environs de la ville. De vastes inondations se produisirent périodiquement, surtout du côté de l'ouest.

Pendant le siège de 1601 à 1603, les Espagnols établissent des batteries qui commandent le vieux port ; mais les Hollandais percent le port actuel, et c'est de cette époque que date le délavement de toutes les dunes sur une distance de 3 à 4 kilomètres à l'ouest et sur plus de 1 kilomètre à l'est de la ville.

Voici quelques chiffres qui permettront de juger des effets produits par le jeu des marées : lors du siège, on atteignit 3 pieds d'eau à l'intérieur du port sur la barre et 28 pieds à l'intérieur. Cette situation se prolongeant, on commença à avoir des inquiétudes pour la ville et, en 1644, on entreprit des endiguements pour fermer le polder de Zandvoorde. En 1662, on n'avait plus que 2 à 3 pieds d'eau sur la barre et

4 pieds tout au plus à l'intérieur. Le port était presque complètement envasé lorsqu'en 1684 on rouvrit le polder, et, en peu de temps, il y avait 5 pieds (1<sup>m</sup>,40) à l'extérieur sur la barre, 30 pieds (8<sup>m</sup>,25) à l'intérieur et 40 à 50 pieds (11 mètres à 15<sup>m</sup>,75) dans le chenal.

Ces profondeurs allaient toujours en croissant et l'on commençait, de nouveau, à avoir des craintes sérieuses pour la conservation de la ville. Aussi, en 1690, on réendigua le polder de Zandvoorde, et aussitôt le port commença à se réenvaser. En 1721, on ouvrit le polder de Steene et le Camerlinckx Ambacht et, en quelques mois, on eut de nouveau les profondeurs atteintes au siècle précédent.

Mais ces courants n'avaient pas été sans recouvrir de dépôts de toute nature toutes les terres des polders ouverts; et, en 1790, les sables et les vases s'étaient amoncelés à tel point sur toute l'étendue des polders avoisinant Ostende, qu'ils s'étaient remblayés jusqu'au niveau de marée haute ordinaire. Aussi, en 1790, dut-on renoncer définitivement aux chasses naturelles et construire un bassin de chasse qui mit fin à l'apport de matériaux solides sur les terres basses.

C'est à la suite de ces inondations périodiques dont les eaux se frayèrent un passage, non seulement par Ostende mais par Raversyde et Middelkerke, que les dunes situées entre cette dernière localité et Ostende ont été aussi fortement démaigries. Il est donc fort probable que sans les circonstances artificielles qui ont déterminé le délavement intérieur des dunes, leur épaisseur eût été en diminuant lentement depuis la frontière française jusque Wenduïne.

Au contraire, dans la partie située à l'est de Wenduïne, il n'y a jamais eu beaucoup de dunes, et il n'y en a pour ainsi dire pas encore jusque Heyst. Celles qui se trouvent au delà vers Knocke sont beaucoup plus récentes comme formation que celles qui se trouvent du côté de La Panne.

En effet, remarquons que, sur toute la lisière intérieure, il se trouve un ouvrage d'art : la digue du Comte-Jean.

Il est élémentaire qu'on ne se serait jamais imposé la dépense de faire une digue à Knocke s'il y avait eu là comme aujourd'hui un rempart de dunes de 2,000 mètres d'épaisseur. Il faut donc en conclure que c'est depuis l'achèvement de cette digue (en 1400), c'est-à-dire depuis cinq cents ans environ, que les 104,000,000 de mètres cubes de sable se sont entassés dans le triangle formé par la digue du Comte-Jean, le Zwyn et la laisse de basse mer. Cette donnée nous conduit à admettre un dépôt annuel de 210,000 mètres cubes.

Cette quantité énoncée ainsi paraît énorme, mais elle est encore bien modeste à côté de celle qui est connue pour les landes de Gascogne, où la mer rejette annuellement six millions de mètres cubes de sable.

Le chiffre annuel de 210,000 mètres cubes est un minimum, car il suppose qu'aussitôt que la digue du Comte-Jean a été élevée, les ensablements ont commencé. Si, au contraire, les matériaux solides n'ont commencé à s'accumuler que plus tard, il y a lieu de majorer ce chiffre. Toutefois, étant données les indications qui sont connues au sujet de l'envasement du Zwyn, on peut admettre que c'est peu après la construction de la digue que les atterrissements ont commencé à se produire.

Il nous reste finalement à indiquer la cause de démaigrissement de la dune depuis Wenduïne jusqu'à Heyst.

Tout d'abord, ce point a été faible depuis les inondations qui se sont produites anciennement et dont on a gardé le souvenir : c'est entre Blankenberghe et Heyst que se trouvait le territoire de Scharphout englouti par la mer. Actuellement encore, les rivages sont continuellement corrodés par l'action de la mer. Il faut rechercher l'origine de cette situation dans la configuration des bancs sous-marins.

Si l'on se reporte à la carte de la mer du Nord que la Société a fait publier en 1897, on voit que toute l'étendue de la côte belge est protégée contre les actions de la mer par un système de bancs séparés par des passes profondes. Une seule zone ne possède pas cette protection : c'est celle qui est comprise entre Wenduïne et Heyst.

Au large de la première de ces deux localités se trouve le banc de Wenduïne et l'extrémité orientale du Stroombank; au large de la seconde se trouvent les bancs de Schooneveld et du Binnen Paardemarkt.

Entre ces deux séries de bancs, le fond de la mer remonte lentement et régulièrement, depuis la profondeur de 28 mètres jusqu'à la plage : les vagues qui se produisent au large viennent donc sans se briser jusqu'à la côte, conservent jusque-là leurs effets destructeurs et, grâce à cette circonstance, ont assez de force pour démaigrir la plage par l'effet des flots de fond et des lames en retour.

Le sable qui devrait former les dunes se trouve ainsi constamment ramené en mer par les lames en retour et forme la terrasse du Zand.

En résumé donc, les causes de la forme en plan des dunes sont de trois natures :

1° La cause naturelle, éolienne, qui est la seule créatrice des dunes.

Si cette cause avait été unique, il est probable que les dunes auraient présenté une forme et une largeur assez régulière tout le long de la côte.

2° La cause maritime, consistant en érosions par les lames aux points les plus exposés.

3° Les causes plus ou moins artificielles, résultant d'inondations délavant les parties de dunes déjà formées.

#### § 6. — RELATIONS ENTRE LES BANCs ET LES DUNES.

On arrête aujourd'hui autant que possible le développement des dunes du côté de la terre au moyen de plantations de sapins et surtout d'oyats. On réussit généralement, mais il n'en a pas toujours été ainsi.

Par exemple, au XV<sup>e</sup> siècle, les dunes se sont tout à coup développées d'une façon considérable; nous avons pu nous procurer des données très exactes à ce sujet à l'aide d'un manuscrit intitulé « Cartulaires du Franc de Bruges », et dont nous traduisons ici quelques extraits :

« Entre l'écluse Reynaertsvliet et Camerlinck, dans la wateringue de Volkaartsgote, à l'est de Sainte-Catherine-ten-Knocke, les dunes ont envahi 8 mesures (1) plus un petit village voisin appelé : Veyfhuizen, à l'exception de deux maisonnettes.

» A l'ouest, jusqu'à la wateringue de Reynaertsvliet, 100 mesures ont été envahies là où se trouvait le village de Staartdam, habité par des marins pêcheurs.

» Dans la panne située entre Reynaertsvliet et Heyst, le sable a envahi 80 mesures; entre Heyst et Blankenberghe, dans le Lisseweghe-Ambacht, 200 mesures; entre Blankenberghe et Wenduyne, 80 mesures, et un grand village appelé : Arendyck est presque abandonné.

» Le Zydellinge, long d'un mille et demi, est envahi par les dunes. Le monticule Kollinstand, à Vlisseghem, s'élargit toutes les semaines de 15 mesures.

» Depuis Wenduyne jusque Ostende, on a perdu 500 mesures et au total 2,958 mesures ont été envahies. »

(1) La mesure dont il s'agit (et qu'il ne faut pas confondre avec le « gemet » de 44 ares) valait environ 12 ares.

Cet envahissement des sables fut, on le voit, très rapide. Il est intéressant de rechercher comment et pourquoi il s'est arrêté, ou du moins pourquoi il a beaucoup diminué d'importance.

Ces modifications dans le régime sont intimement liées à la formation du Hont, ou Escaut occidental.

On sait que le Hont était un bras assez secondaire de l'Escaut et que jusqu'au X<sup>e</sup> et au XI<sup>e</sup> siècle il ne présentait que des dimensions étroites. Ce sont surtout les inondations de 1164, 1334, 1337 et 1421 qui lui donnèrent de l'importance, et en 1500 il était déjà la passe principale.

Ces modifications et les affouillements considérables qui devaient en résulter n'étaient pas, sans doute, sans mettre en mouvement des quantités importantes d'alluvions, et ces alluvions étaient entraînées par les courants de l'Escaut nouvellement formé jusqu'à ce qu'elles rencontrassent la zone où il y avait gain de flot. Cette zone se trouve précisément entre Blankenberghe et Heyst, et la limite orientale actuelle en est représentée par le trait zzz (pl. XVII). Les particules sableuses entraînées par l'Escaut étaient donc refoulées en mer et de là transportées sur les plages, d'où elles formaient les dunes de Nieuwmunster et de Vlisseghem, et plus tard celles de Knocke.

C'est aussi à cette circonstance que l'on doit la fermeture du Zwyn, parce que les courants de ce bras étaient plus faibles, vu sa superficie réduite, que ceux du Hont.

Tout ceci ne semble donc pas en contradiction avec ce que nous avons dit plus haut au sujet des érosions de la plage de Blankenberghe. Au temps dont nous nous occupons, il y avait des bancs de sable nombreux et puissants; au large de la côte de Blankenberghe, il y avait une passe appelée « binnen 't Sandt », puis un banc appelé « 't Sandt », dont la dénomination s'est conservée jusqu'à nos jours pour la terrasse sous-marine devant Heyst.

Plus loin, il y avait le Fransche Pol et l'Innerbank, où il n'y avait que 2<sup>m</sup>,50 d'eau. Plus au large encore l'Engelsche Pol et son prolongement le Ript-Sand, dont le souvenir s'est complètement perdu et dont le nom n'existe même plus; puis venaient le Smalle bank, le Witte bank et l'Oosteren bank.

Tous ces bancs étaient parallèles à la côte et nous sont conservés dans les travaux de Guillaume Blaeuw (*Zeespiegel*, publié en 1623, à Amsterdam), dans ceux de Waghenaar (*Threzoor der Seevaardij*, publié en 1584) et dans un ouvrage intitulé : *Illuminant flambeau de la mer*, qui n'est que la traduction de celui de Blaeuw.

Il est même facile de retrouver la position exacte des bancs, parce que les auteurs, dans leurs indications, ont inscrit, par exemple, qu'en mettant tel moulin dans l'alignement de tel clocher on se trouve au nord d'un des bancs ou au sud de l'autre à une distance de....., et la plupart des amers existent encore.

C'est grâce à ces bancs que les dunes ont pu se développer aussi rapidement à une époque déterminée; mais ces bancs, dont la forme n'était plus en harmonie avec l'orientation des courants, n'ont pas tardé à subir des modifications aussi nombreuses qu'importantes.

Tous ces sables, qui autrefois s'étagaient en longs écueils parallèles, se sont déplacés et sont venus s'entasser dans le coin compris entre la côte belge et l'île de Walcheren. Toutes les passes qui existaient autrefois se sont confondues avec les bancs, et aujourd'hui il n'y a plus qu'une terrasse unique à peine ondulée.

C'est ce qui explique que les travaux de l'homme, qui a tenté d'arrêter les dunes, aient été couronnés de succès depuis le commencement du XVII<sup>e</sup> siècle, car l'apport de sable sur la côte est devenu moins grand ou plutôt l'affaissement et la régularisation des bancs favorisa le dépôt des sables en mer, plus que sur la côte, à cause de la violence des vagues en retour.

En résumé donc, avant l'ouverture en grand de l'Escaut occidental, les dunes pouvaient se développer aussi facilement entre Wenduïne et Blankenberghe qu'ailleurs; la modification du régime de l'Estuaire a, pour un temps, délavé toutes les dunes, et c'est ce qui explique les inondations considérables du XII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle. En même temps, la terrasse sous-marine, au lieu de se composer comme partout ailleurs de bancs et de passes, se transforme en un vaste plateau sensiblement horizontal.

Du XVI<sup>e</sup> siècle à nos jours, l'ensablement a recommencé, d'abord dans le Zwyn, et, maintenant que celui-ci est comblé en entier, dans les régions plus occidentales.

Certaines personnes seront peut-être disposées à contester que les dunes de Blankenberghe se refont constamment; que les matériaux sont enlevés uniquement par les vagues, et que ces matériaux se déposent devant les dunes pour exhausser les terrasses sous-marines.

Pour détruire ces doutes, nous donnons ici un extrait d'un mémoire dressé par la direction de Wateringues de Bruges, en date du 13 janvier 1788.

« On ne déguise pas que la mer, extraordinairement élevée et gonflée

» en date du 25 janvier dernier, ait emporté la moitié de quelques-unes  
 » de ces dunes et les ait affaissées à la hauteur de cinq à dix pieds;  
 » *ce spectacle ne présente cependant rien de nouveau, c'est ce qui arrive*  
 » de temps à autre. En 1767, le 2 janvier, la tempête emporta ces  
 » dunes en plusieurs endroits jusqu'à laisser entrevoir la digue de  
 » précaution; une de ces dunes fut même creusée au-dessous du  
 » niveau de la grève par une chaloupe qui fut jetée de son ancre sur  
 » le sec entre les dunes et la digue de précaution.

» Les ouragans de 1772 et de 1779 causèrent des dégâts à ces mêmes  
 » dunes, presque pareils à ceux de l'année 1767; la digue de précau-  
 » tion a toujours rassuré contre le danger, puis *la nature et quelques*  
 » *faibles moyens de l'art les ont réparées plus ou moins lentement suivant*  
 » *que les vents ont été plus ou moins propices.* »

La démonstration faite, il y a un siècle, continue à se vérifier tous les jours. Mais il est bien certain, comme le dit le directeur de la Wateringue, que si le vent amène le sable, la vague l'enlève.

Or, où peuvent aller les sables enlevés par la mer?

Pas à l'ouest certainement, puisqu'à Wenduïne il y a gain de flot, c'est-à-dire que les alluvions se déplacent vers l'est; pas à l'est non plus, puisque les matières sorties de l'Escaut sont refoulées en mer; pas dans le Wielingen non plus, puisque ce chenal ne s'ensable pas; ils s'accumulent donc sur le Zand et en relèvent lentement, mais continuellement le fond.

Nous voyons par la digue du Comte-Jean que l'accroissement des dunes proprement dites est fort lent, puisque depuis cinq cents ans on a à peine gagné quelques dizaines de mètres de terre ferme au delà de la digue sur la plus grande partie de sa longueur. Ce qui est beaucoup plus important, c'est la formation des vastes terrasses du Zand et du Schooneveld.

La limite extérieure de ces atterrissements que l'on peut assez bien définir par la ligne de 10 mètres d'eau est actuellement parfaitement régulière et orientée par rapport aux courants principaux de la côte. Il n'y a donc plus aucun motif pour que sa figure en plan subisse encore des modifications générales. Tout ce qui pourra se produire, ce sont des modifications locales et temporaires, par suite de la soudure d'un banc, mobile encore, à la masse générale de l'ensablement.

Les sables étant continuellement amenés de l'est par la mer et de l'ouest par l'Escaut, il faut que la terrasse s'élève. Mais il est bien clair que le mouvement sera extrêmement lent, puisque la quantité

de sable remué est relativement faible et la surface du plateau fort grande.

Il nous reste finalement à voir quelle est l'influence actuelle de l'Escaut dans cette région.

Voici une représentation très claire de ces courants : nous nous plaçons aux deux bateaux-feux Wielingen et Wandelaar, et nous supposons qu'au moment où les courants correspondants des deux bateaux-feux sont parallèles, on lâche un flotteur à bord de chacun des deux bâtiments, et nous traçons la courbe décrite par chacun d'eux à la surface de la mer (voir pl. XVII). Nous avons construit ces courbes en nous servant de toutes les observations de courants prises de demi-heure en demi-heure et en portant, bout à bout, les longueurs qui représentent les chemins décrits en grandeur et en direction par chacun des mobiles. L'ensemble de ces éléments donne un polygone auquel nous avons circonscrit la courbe tracée.

Celle qui est décrite au Wandelaar est une sorte de spirale dont la partie se rapportant à la période la plus vive du jusant est dirigée suivant les lignes de niveau du Westpit et la partie se rapportant au flot se dirige vers l'ancienne passe du Spleet; mais le résultat final, obtenu au bout d'une marée, est un transport définitif de la particule liquide vers l'est-nord-est.

Ce transport est plus ou moins grand selon qu'il est effectué en mortes eaux ou en vives eaux; mais, et c'est là le fait essentiel, il est toujours vers l'est.

Dans le Wielingen, au contraire, la courbe est extrêmement aplatie, et les deux parties, jusant et flot, sont orientées dans des directions diamétralement opposées. Mais le caractère le plus important de cette courbe est le transport définitif vers l'ouest.

Cette constatation n'est pas le seul résultat qui peut se tirer de ces courbes. Remarquons que si nous prenons le point *a*, par exemple, qui se trouve repéré au même instant après le passage méridien de la lune, pour les deux courbes, il est figuré comme devant continuer sa route vers l'ouest-sud-ouest- $\frac{1}{2}$ -ouest, tandis qu'en réalité il ne suit pas cette trajectoire : en effet, les courbes que l'on tracerait de cette façon en laissant partir des flotteurs de divers points situés entre le Wandelaar et le Wielingen auraient des formes intermédiaires entre ces deux courbes extrêmes.

Observons que toute altération à apporter à la courbe des Wielingen



aura pour effet de reporter davantage le point vers le sud ; le point mobile de la courbe Wielingen se trouverait en *b* au moment de l'étalement de jusant si ce point pouvait décrire isolément sa trajectoire ; mais l'influence des courants du Wandelaar le porte sur le Zand. Voyons maintenant si le courant de flot peut le reprendre. Le courant initial de flot porte à terre au Wandelaar pendant un temps assez long ; puis il se dirige pendant une période également assez longue parallèlement à celui du Wielingen qui, lui, se tourne immédiatement vers l'est-nord-est.

Si donc nous supposons la particule liquide immobile au-dessus du Zand à l'étalement de jusant, on voit que l'effet du premier flot sera de l'approcher encore davantage de la côte tout en lui imprimant un certain déplacement vers l'est. Mais à mesure que ce déplacement vers l'est se produit, on remarque que le courant de flot qui, au Wandelaar même pouvait replacer la molécule considérée dans la passe des Wielingen, après l'en avoir déviée, perd de plus en plus cette propriété et qu'au fur et à mesure que le mouvement vers l'est s'accroît, il reste de moins en moins de chance de voir le transport vers les grands fonds s'opérer.

La courbe réelle d'une particule de la surface d'eau serait donc approximativement celle qui est tracée en pointillé sur la planche XVII.

Ces mouvements tournants, tout spéciaux à la côte de Heyst, peuvent seuls expliquer que la passe des Wielingen reste belle et même gagne en profondeur, tandis que les plateaux avoisinants s'ensablent de plus en plus. Ils expliquent aussi comment il se fait que le fond du Wielingen est sablonneux, alors que de part et d'autre sur les flancs de la passe il y a une large plaque de vase.

#### § 7. — CONCLUSIONS.

Revenant maintenant à la carte lithologique de la mer du Nord, on voit qu'il n'y a que quelques parties de vases, d'ailleurs faciles à expliquer, qui tranchent sur le fond sableux de la mer.

Quant au sable lui-même, grâce aux classifications que nous avons faites, il y a des séparations entre les diverses zones d'échantillons, mais, comme nous l'avons dit, ces séparations sont un peu arbitraires.

Si l'on voulait représenter l'allure vraie des sables, il faudrait adopter une teinte unique décroissant à peu près uniformément vers l'est à mesure que le volume du sable diminue.

Et encore ! Les bancs, en se déplaçant, charrient indifféremment le gros sable et le fin. Dans tel endroit où, il y a quelques années, on trouvait un sable de gros échantillon, on a actuellement du sable très fin, parfois même du sable vasard.

Ces changements empêcheront toujours de tracer une carte définitive de la lithologie du fond de cette mer ; mais, néanmoins, de l'étude comparative à différentes époques il peut résulter des indications fort utiles et des conclusions peut-être assez peu soupçonnées.

Je souhaite donc qu'un de mes successeurs à la Marine reprenne la question des sables et réunisse non seulement les échantillons de sables et de coquilles, mais aussi les pierres, les algues, la faune de la mer du Nord, afin d'en faire une étude complète.

J'ai l'honneur de remettre à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, les deux cent quatre échantillons de sables que j'ai pu recueillir.

Ostende, le 14 juillet 1899.

Tableau-catalogue des

N° d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
1	1	A	0° 04' 30'' E	51° 04' 20''	16 <sup>m</sup> 00	15	Rade de Dunkerque à l'est du port .
2	1	B	0.04.45	51.04.40	18.50	10	Rade de Dunkerque à l'est du port .
3	1	C	0.03.40	51.07.35	9.00	8	Sur le Breedt-Bank . . . . .
4	1	D	0.04.45	51.12.15	11.50	18	Extrémité sud-ouest de l'Oost-Dyck .
5	1	E	0.01.20	51.14.00	34.00	12	Entre l'Oost-Dyck et le banc de Bergues.
6	1	F	0.04.50	51.16.50	30.00	16	Entre l'Oost-Dyck et le banc de Bergues.
7	1	G	0.04.40	51.20.40	30.00	16	Extrémité sud-ouest du Westhinder .
8	1	H	0.01.00	51.20.40	35.00	12	A l'ouest de l'extrémité sud-ouest du Westhinder.
9	1	I	0.01.10	51.24.45	29.00	14	A l'intérieur du Fairy-Bank. . . . .
10	2	A	0.07.20	51.05.30	19.00	10	Extrémité sud-ouest de la passe de Zuydcote.
11	2	B	0.09.10	51.07.40	40.50	12	Au nord de la passe de Zuydcote . .
12	2	C	0.07.50	51.10.45	9.00	12	Extrémité nord du Breedt-Bank. . .
13	2	D	0.08.10	51.14.30	27.50	21	Entre le Buiten-Ratel et l'Oost-Dyck .
14	2	E	0.06.30	51.15.40	17.75	8	A l'intérieur de l'Oost-Dyck. . . . .
15	2	F	0.08.40	51.19.40	28.00	15	Au large de l'Oost Dyck . . . . .
16	2	G	0.07.35	51.22.00	33.00	16	Près du bateau-feu Westhinder. . .
17	3	A	0.11.10	51.05.30	6.00	7	Devant Ghyvelde . . . . .
18	3	B	0.14.50	51.06.25	5.70	5	Devant La Panne . . . . .
19	3	C	0.10.40	51.06.15	14.00	7	Dans le Potje . . . . .
20	3	D	0.10.15	51.07.00	8.00	5	Dans la passe de Zuydcote . . . . .
21	3	E	0.10.30	51.07.10	8.00	13	Dans la passe de Zuydcote . . . . .
22	3	F	0.13.30	51.07.15	10.20	15	Sur le Traepegeer. . . . .
23	3	G	0.12.10	51.10.40	3.00	12	Sur le Smal-Bank . . . . .
24	3	H	0.12.45	51.12.20	15.20	8	Au large du Smal-Bank . . . . .
25	3	I	0.10.30	51.13.20	12.50	8	A l'intérieur du Buiten-Ratel. . . .
26	3	J	0.14.05	51.14.25	19.50	2	Au sud-ouest du Kwinte-Bank . . .

## échantillons de sables.

## DESCRIPTION.

- Gros sable blanc à grains de quartz, particules calcaires jaunes, coquilles brisées, entières et toutes petites pierres.
- Sable blanc à grains de quartz; particules calcaires jaunes; un peu de glauconie; coquilles; un peu de vase.
- Sable blanc à grains de quartz; particules calcaires et glauconie; les premières nombreuses.
- Très gros sable à grains de quartz, mêlé à de nombreux débris de coquilles. Petites pierres (grès et calcaires).
- Sable blanc à grains de quartz; nombreuses particules calcaires; petites pierres roulées; coquilles brisées.
- Sable gris mélangé de grains de quartz opaque et particules jaunes; un peu de coquilles brisées. Petits galets calcaires; grès; silex.
- Terre noire. Galets calcareux; pierres calcaires (en grand nombre); grès; silex; une dent de requin.
- Sable blanc à grains de quartz transparent mélangés de points jaunes, rouges, de débris de coquilles et quelques petites pierres.
- Très gros sable blanc avec nombreuses particules calcareuses; coquilles brisées; une perforée.
- Sable moyen mêlé de vase; très nombreuses coquilles entières; débris d'algues. Quelques petites coquilles perforées.
- Sable blanc à grains transparents, mêlé de nombreuses particules jaunes; quelques points de glauconie.
- Assez gros sable blanc à grains transparents, mêlé de particules jaunes et noires; peu de débris de coquilles.
- Nombreux galets, rougeâtres à l'extérieur, et coquilles brisées recouvertes du même enduit.
- Sable blanc moyen à grains transparents de quartz, parsemés de points de calcaire et de glauconie.
- Sable blanc à grains de quartz, calcaire, mais peu de glauconie; beaucoup de débris de coquilles.
- Peu de sable fin, quartzeux; beaucoup de pierres quartzieuses calcareuses; gravier; coquilles brisées.
- Sable très fin, gris; beaucoup de glauconie; coquilles peu nombreuses.
- Sable très fin à grains quartzeux et mélangé d'une forte proportion de glauconie.
- Sable gris terne, mélangé de petites parties de vase; débris de coquilles et petites coquilles entières.
- Sable très fin à aspect gris mélangé de grains de calcaire et de glauconie, ces derniers en majorité.
- Sable à grains de quartz mélangé de débris de coquilles et assez bien de coquilles entières.
- Mélange très grossier de sable quartzeux, petites pierres, coquilles et débris de coquilles.
- Mélange à parties égales de sable assez fin, blanc, à grains transparents et de sable jaune; nombreux débris de coquille.
- Mélange de sable jaune, fin, avec une partie de sable blanc quartzeux et un peu de glauconie; peu de débris de coquilles.
- Sable moyen à grains de quartz, mêlé d'une quantité considérable de sable jaune et de glauconie; pas de coquilles.
- Argile grise mêlée de nombreuses coquilles brisées; quelques particules de sable mêlées à l'argile.

Tableau-catalogue des

N° d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
27	3	K	0°10'40"E	51°16'20"	10.00	16	Entre le Buiten-Ratel et l'Oost-Dyck
28	3	L	0.10.10	51.16.20	10.00	21	Entre le Buiten-Ratel et l'Oost-Dyck .
29	3	M	0.14.45	51.22.35	31.00	13	A l'est du bateau-feu Westhinder . .
30	3	N	0.13.00	51.23.05	31.00	11	A l'est du bateau-feu Westhinder . .
31	3	O	0.13.00	51.23.05	31.00	11	A l'est du bateau-feu Westhinder . .
32	3	P	0.13.10	51.25.40	25.00	8	Au nord-est du bateau-feu Westhinder.
33	3	Q	0.13.30	51.29.00	38.00	8	Entre le Westhinder et l'Oosthinder .
34	3	R	0.14.00	51.34.30	18.00	12	Extrémité nord du Westhinder . . .
35	4	A	0.15.40	51.07.15	9.70	13	Devant La Panne . . . . .
36	4	B	0.16.25	51.07.40	7.20	13	A l'est de La Panne . . . . .
37	4	C	0.17.45	51.08.20	8.00	5	A l'est de La Panne . . . . .
38	4	D	0.15.40	51.08.45	11.00	2	Dans le Westdiep . . . . .
39	4	E	0.17.20	51.09.45	15.75	4	Dans le Westdiep . . . . .
40	4	F	0.18.20	51.10.20	18.00	4	Dans le Westdiep (sable tamisé) . .
41	4	F	0.18.20	51.10.20	18.00	4	Dans le Westdiep (résidu du tamisage).
42	4	G	0.17.25	51.11.05	8.00	8	Sur le banc de Nieuport . . . . .
43	4	H	0.15.10	51.11.10	8.20	8	Passe du nord . . . . .
44	4	I	0.15.30	51.11.40	7.40	8	Sur le Smal-Bank . . . . .
45	4	J	0.18.35	51.13.20	13.00	5	Passe du nord . . . . .
46	4	K	0.15.45	51.14.00	14.00	8	Extrémité sud du Kwinte-Bank . .
47	4	L	0.19.35	51.14.05	10.00	18	Sud-ouest du banc de Middelkerke .
48	4	M	0.15.30	51.15.10	13.00	12	Au large du Kwinte-Bank. . . . .
49	4	N	0.15.10	51.15.50	28.70	12	Entre le Kwinte Bank et le Buiten-Ratel.
50	4	O	0.19.10	51.16.20	15.75	8	Entre le Kwinte-Bank et le banc de Middelkerke.
51	4	P	0.19.30	51.19.20	28.00	10	Au nord du Kwinte-Bank. . . . .
52	4	Q	0.18.30	51.22.30	30.00	12	A l'est du Westhinder . . . . .

## échantillons de sables (suite).

## DESCRIPTION.

Sable blanc. quartzeux, mêlé d'une forte partie de sable jaune et de nombreux débris de gravier.

Débris d'une grosse pierre remontée en même temps que l'échantillon précédent.

Sable à aspect jaune foncé par suite du grand nombre de particules de glauconie mêlées au sable quartzeux. Débris de coquilles.

Même caractère que le précédent numéro, mais moins de débris de coquilles.

Sable blanc à grains de quartz, mêlé de particules jaune pâle et jaune foncé. Dragué à peu près au même endroit que le n° 30.

Échantillon semblable au précédent.

Sable blanc à grains de quartz, mêlé de peu de débris calcaires, mais assez nombreux points de glauconie.

Sable blanc à grains de quartz, mêlé d'un très grand nombre de débris de coquilles.

Mélange de sable et de vase (argile grise); nombreux débris de coquilles; aspect général sale.

Sable blanc à grains transparents, mêlé de très nombreux débris de coquilles, de petites pierres et de quelques coquilles entières.

Sable fin. blanc, à grains de quartz, pointillé de glauconie et de particules jaunes.

Vase grise (agglutinée par le séchage) parsemée de quelques coquilles.

Vase sableuse parsemée de coquilles.

Sable terne; nombreux points jaunes et noirs (glauconie); quelques particules blanches opaques.

Sable terne avec beaucoup de vase séchée et de coquillages brisés. Quelques coquilles entières.

Sable moyen, blanc, à grains transparents, nombreux points jaunes et noirs; débris de coquilles.

Sable moyen. blanc, à grains transparents, glauconie et particules calcaires. Couleur générale : pâle.

Sable blanc à grains transparents (quartz), mêlé de particules jaunes, rougeâtres, de points de glauconie.

Sable extrêmement fin. Beaucoup plus de grains jaunes que de blancs transparents. Glauconie. Très petits débris de coquilles.

Sable moyen à grains de quartz, mêlé de glauconie et de nombreuses particules brun jaunâtre.

Gros sable blanc à grains de quartz transparent, mêlé de coquilles brisées et de petites pierres.

Sable blanc à grains transparents de grosseur très inégale; petits fragments de coquilles brisées.

Sable blanc à grains transparents, mêlé de points jaunes et de débris de coquilles.

Sable blanc à grains transparents fins, mêlé de glauconie et de particules jaunes; peu de débris de coquilles.

Sable blanc à grains transparents, mêlé d'un peu de vase; nombreuses coquilles et débris.

Gros sable blanc à grains de quartz pointillé de jaune; nombreux débris de coquilles et petites pierres.

## Tableau-catalogue des

N <sup>o</sup> d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
53	4	R	0° 17' 10" E	51° 31' 30"	28.00	12	A l'est de l'Oosthinder . . . . .
54	5	A	0.22.30	51.09.35	5.00	1	Rade de Nieuport . . . . .
55	5	B	0.22.30	51.09.45	8.20	3	Rade de Nieuport . . . . .
56	5	C	0.21.30	51.10.25	10.50	4	Rade de Nieuport . . . . .
57	5	D	0.23.55	51.12.40	11.50	10	Passé du nord-est. . . . .
58	5	E	0.22.10	51.13.40	15.00	12	Au large du banc de Nieuport . . . . .
59	5	F	0.24.10	51.14.30	15.00	10	Entre le banc de Nieuport et le banc d'Ostende.
60	5	G	0.24.00	51.15.30	14.75	11	Extrémité sud du banc d'Ostende. . . . .
61	5	H	0.20.50	51.16.10	20.00	7	Entre le Kwinte-Bank et le banc de Middelkerke.
62	5	I	0.22.40	51.16.30	14.20	12	Sur le banc de Middelkerke . . . . .
63	5	J	0.22.30	51.18.30	24.00	10	Au large du banc de Middelkerke . . . . .
64	5	K	0.24.30	51.23.00	21.50	16	A l'est du Westhinder . . . . .
65	5	L	0.24.15	51.25.40	23.50	11	Au sud du Bligh-Bank . . . . .
66	5	M	0.21.10	51.28.15	34.70	12	Au sud du Bligh-Bank . . . . .
67	5	N	0.20.20	51.15.20	18.00	7	Entre le banc de Middelkerke et le Kwinte.
68	6	A	0.25.05	51.10.20	7.20	4	Devant Westende . . . . .
69	6	B	0.26.35	51.11.10	10.00	1	A l'est de Westende . . . . .
70	6	C	0.27.20	51.11.15	5.20	6	A l'ouest de Middelkerke. . . . .
71	6	D	0.29.55	51.12.15	5.70	6	Devant Leffinghe . . . . .
72	6	E	0.29.30	51.12.40	8.70	1	Dans la petite rade d'Ostende . . . . .
73	6	F	0.26.30	51.13.20	10.00	9	Au large du Stroombank. . . . .
74	6	G	0.28.30	51.13.45	10.50	4	Au large du Stroombank. . . . .
75	6	G'	0.28.30	51.13.45	10.50	4	Au large du Stroombank. . . . .
76	6	H	0.28.10	51.13.50	9.70	5	Au large du Stroombank. . . . .
77	6	I	0.27.45	51.14.20	14.00	8	Dans la grande rade d'Ostende . . . . .
78	6	J	0.28.00	51.15.30	12.00	6	Extrémité nord-est du banc de Nieuport.

échantillons de sables (*suite*).

## DESCRIPTION.

Gros sable, blanc, à grains transparents; petites pierres; peu de débris de coquilles.

Vase grise.

Vase grise mêlée d'un peu de sable.

Même vase grise mélangée d'un peu de sable et de quelques coquilles.

Mélange en parties égales de sable blanc et jaune et de vase grise. Quelques coquilles et débris.

Sable jaune avec quelque peu de grains de quartz. Coquilles et débris de coquilles.

Sable jaune fin, terne, avec une forte proportion de vase. Débris de coquilles et coquilles.

Sable gris terne, mêlé de nombreux points jaunes et de glauconie. Petites parties de vase.

Sable gris à aspect sale, mêlé de points blancs et jaunes. Petite quantité de coquilles.

Sable blanc, assez fin, à grains transparents, mêlé de quelques particules de glauconie, aspect brillant; débris de coquilles.

Sable gris terne. mêlé d'un peu de vase; très petits galets; débris de coquilles et coquilles entières.

Amas de coquilles entières et de débris de carapace; presque pas de sable.

Sable blanc à grains transparents, peu de points jaunes ou de débris de coquilles; aspect très brillant.

Sable gris terne, mêlé de nombreux débris de coquilles brisées, quelques-unes entières.

Sable mêlé de petites parties de vase et de coquilles; aspect général brun pâle.

Vase grise avec sable. Coquilles entières.

Vase grise pure.

Sable extra fin, à couleur générale grise, parsemé de points de glauconie; peu de débris de coquilles.

Sable extra fin, gris blanc, composé de grains de quartz, de nombreux points de glauconie et de quelques particules jaunes. Débris.

Vase grise.

Sable mêlé d'un peu de vase. Aspect terne. Nombreuses particules jaunes. Petites pierres et débris de coquilles.

Sable tamisé au tamis fin, grains de quartz et sable jaune par parties égales. Glauconie abondante.

Résidu du tamisage précédent. Sable vasard terne; débris de coquilles. Aspect général gris.

Sable très fin: quartz, points jaunes et noirs (glauconie); rares débris de coquilles.

Sable moyen à grains blancs de quartz, mêlé de glauconie et de particules jaunes. Très peu de débris de coquilles.

Sable gris terne. Petites coquilles entières et débris de coquilles.



Tableau-catalogue des

N° d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
79	6	K	0°26' 00"E	51°16' 15'	15 <sup>m</sup> 00	5	Au sud du banc d'Ostende . . . . .
80	6	L	0.28.05	51.17.10	10.00	14	Au sud du banc d'Ostende . . . . .
81	6	M	0.27.15	51.17.30	10.00	6	Sur le banc d'Ostende . . . . .
82	6	M'	0.27.15	51.17.30	10.00	18	Sur le banc d'Ostende . . . . .
83	6	N	0.27.05	51.18.50	19.50	4	Au large du banc d'Ostende . . . . .
84	6	O	0.27.10	51.20.30	18.00	13	Extrémité nord-est du banc de Mid- delkerke.
85	6	P	0.25.50	51.20.50	24.50	15	Extrémité nord-est du banc de Mid- delkerke.
86	6	Q	0.28.00	51.27.30	28.00	13	Au sud du Thornton-Bank . . . . .
87	6	R	0.29.00	51.30.50	28.00	14	A l'ouest du Thornton-Bank. . . . .
88	6	S	0.27.50	51.33.45	32.00	13	A l'est de Bligh-Bank . . . . .
89	7	A	0.33.45	51.13.45	»	5	Dunes de Wellington . . . . .
90	7	B	0.33.15	51.13.40	3.00	1	Devant Wellington . . . . .
91	7	C	0.30.45	51.14.00	2.50	5	Sur le Stroombank . . . . .
92	7	D	0.32.20	51.14.20	5.00	5	Sur le Stroombank . . . . .
93	7	E	0.32.40	51.14.30	3.00	5	Sur le Stroombank . . . . .
94	7	F	0.33.10	51.14.45	2.00	5	Sur le Stroombank . . . . .
95	7	G	0.34.00	51.14.45	1.50	5	Sur le Stroombank . . . . .
96	7	H	0.34.40	51.14.15	0.00	6	Sur la plage d'Ostende. . . . .
97	7	I	0.34.40	51.15.50	7.00	1	Dans la grande rade d'Ostende . . . . .
98	7	J	0.31.25	51.16.00	11.50	1	Dans la grande rade d'Ostende . . . . .
99	7	K	0.31.35	51.17.15	7.00	11	Extrémité ouest du banc de Wenduynne
100	7	L	0.30.50	51.18.40	12.00	10	A l'est du banc d'Ostende. . . . .
101	7	L'	0.30.50	51.18.40	12.00	15	A l'est du banc d'Ostende. . . . .
102	7	M	0.32.25	51.20.00	13.00	8	Au nord-est du banc d'Ostende . . . . .
103	7	N	0.35.00	51.20.15	10.50	1	Dans le nord d'Ostende . . . . .
104	7	O	0.30.20	51.20.15	13.00	9	Au nord du banc d'Ostende . . . . .

échantillons de sables (*suite*).

## DESCRIPTION.

Sable extra fin, composé de volumes égaux de quartz et de sable jaune; en plus, de la glauconie; pas de coquilles.

Gros sable blanc à grains transparents contenant une foule de débris de coquilles.

Sable fin tamisé à aspect jaune, composé de grains transparents jaunes et de glauconie.

Résidu du tamisage précédent. Très gros sable blanc à grains de quartz, avec un nombre extraordinaire de coquilles et de débris.

Sable vasard gris terne, avec un peu de vase; beaucoup de coquillages entiers encroûtés dans du sable vasard.

Sable blanc à grains transparents, mêlé d'une forte proportion de particules jaunes. Coquilles entières et débris.

Sable à aspect rougeâtre. Cette coloration est due à de nombreux débris de coquilles rouge brun.

Sable terne; un peu de vase. Très nombreux débris de coquilles; peu de coquilles entières.

Sable blanc à grains transparents, mêlé d'une forte proportion de particules jaunes, très petites pierres et débris de coquilles.

Sable blanc à grains transparents et à particules jaune pâle. Coquilles entières et brisées.

Sable fin, très blanc, à grains de quartz, piqué de petites particules de glauconie.

Vase gris blanc.

Sable fin, grains de quartz, de glauconie et jaunes; aucune coquille. Couleur gris brun.

Même sable.

Même sable.

Même sable; un peu de débris de coquilles.

Même sable; un peu de débris de coquilles.

Même sable, très fin, avec débris de coquilles.

Vase grise (provenant du déversement des produits de dragage d'Ostende).

Même vase grise.

Sable blanc quartzeux mêlé à parties égales de sable jaune, de glauconie et de débris de coquilles.

Sable très fin gris brun, composé de parties égales de sable blanc, de sable jaune et de glauconie.

Résidu du tamisage précédent. Gros sable gris terne; nombreuses coquilles perforées et débris.

Sable moyen gris. Quelques rares coquilles.

Vase pure, gris pâle.

Sable gris terne, de grosseur très inégale, et nombreux débris de coquilles.

## Tableau-catalogue des

N <sup>o</sup> d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
105	7	P	0° 31' 15" E	51° 21' 15"	17 <sup>m</sup> 00	10	Au nord-est du banc d'Ostende . . .
106	7	Q	0.32.15	51.21.55	16.00	9	Au nord-est du banc d'Ostende . . .
107	7	Q'	0.32.15	51.21.55	16.00	10	Au nord-est du banc d'Ostende . . .
108	7	R	0.34.40	51.22.10	17.00	9	Dans le nord d'Ostende . . . . .
109	7	S	0.34.35	51.24.00	13.70	13	Dans le nord d'Ostende . . . . .
110	7	T	0.34.40	51.25.00	11.50	12	Dans le nord d'Ostende . . . . .
111	7	U	0.33.40	51.28.25	26.00	22	Au sud du Thornton-Bank . . . . .
112	7	V	0.31.05	51.34.15	28.00	13	Au nord du Thornton-Bank. . . . .
113	8	A	0.36.20	51.15.00	3.00	5	Devant le fort Napoléon . . . . .
114	8	B	0.37.30	51.15.20	3.00	3	Devant Breedene . . . . .
115	8	C	0.36.00	51.16.10	7.00	4	Au large du Stroombank . . . . .
116	8	D	0.38.30	51.16.50	7.50	1	Au large du Stroombank . . . . .
117	8	E	0.38.50	51.18.15	8.50	1	Au sud du banc de Wenduyne . . . . .
118	8	F	0.35.01	51.18.30	7.00	1	Au nord du banc de Wenduyne. . . . .
119	8	G	0.38.45	51.20.00	7.40	2	Au large du banc de Wenduyne. . . . .
120	8	H	0.39.45	51.20.20	7.00	2	Au large du banc de Wenduyne. . . . .
121	8	I	0.38.40	51.23.35	19.00	15	Dans le nord de Breedene . . . . .
122	8	J	0.38.10	51.24.40	16.00	4	Dans le nord de Breedene . . . . .
123	8	K	0.37.50	51.26.15	16.00	13	Dans le nord de Breedene . . . . .
124	8	L	0.37.40	51.26.35	20.00	8	Au sud du Thornton-Bank . . . . .
125	8	M	0.35.20	51.27.10	19.00	15	Au sud du Thornton-Bank . . . . .
126	8	N	0.55.20	51.27.35	21.00	7	Au sud du Thornton-Bank . . . . .
127	8	O	0.35.35	51.29.55	30.00	16	Au sud du Thornton-Bank . . . . .
128	8	P	0.37.45	51.31.45	21.00	4	Près de Thornton-Bank . . . . .
129	8	Q	0.35.45	51.32.25	16.00	11	Sur le Thornton-Bank . . . . .
130	8	R	0.35.45	51.34.35	31.00	13	Au nord du Thornton-Bank. . . . .

## échantillons de sables (suite).

## DESCRIPTION.

Mélange à parties égales de sable et de vase. Coquilles entières et brisées.

Sable très fin (tamisé), brun pâle; mélange à parties égales de sable blanc à grains de quartz et de sable jaune. Glauconie.

Résidu du tamisage précédent. Gros sable gris terne. Très nombreux débris de coquilles et coquilles entières.

Sable assez gros, blanc, à grains transparents mêlés de particules jaunes; débris de coquilles.

Sable à grains très inégaux; à reflets rouge brun, composé de grains blancs transparents et de débris de coquillages.

Sable à grains transparents, pointillé de particules jaunes; peu de glauconie. Quelques rares coquilles.

Amas de coquilles entières.

Sable à grains de quartz, pointillé de nombreuses particules jaunes; peu de coquilles et de débris.

Sable gris, très fin, mêlé d'un peu de vase; aspect terne; un peu de glauconie; peu de débris de coquilles.

Vase grise, mêlée à très peu de sable.

Vase un peu sableuse, mêlée de débris de pierre et de coquilles. Couleur générale gris brun.

Vase gris pâle.

Vase grise pure.

Vase grise pure.

Vase grise pure avec coquilles.

Vase grise pure.

Sable blanc à grains transparents, mêlé de beaucoup de points jaunes. Coquilles et coquilles brisées très nombreuses.

Vase grise, mêlée d'un peu de sable. Coquilles entières encroûtées de vase.

Sable à grains blancs transparents, mêlé de points jaunes; quelques petites pierres et coquilles.

Sable moyen à grains de quartz, pointillé de sable jaune et de glauconie.

Mélange très grossier de gros sable quartzeux, de coquilles et de débris de coquilles.

Sable gris foncé à aspect sale. Assez bien de coquilles encroûtées.

Gros sable quartzeux, blanc; beaucoup de coquilles brisées et de graviers.

Vase grise avec peu de sable; coquilles extrêmement nombreuses.

Sable blanc muni de points jaunes nombreux et de glauconie.

Même sable, plus fin que l'échantillon précédent. Coquilles et débris de coquilles.

## Tableau-catalogue des

N° d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
131	8	S	0°35' 10"E	51°14' 15"	»	1	Port d'Ostende . . . . .
132	9	A	0.44.40	51.17.40	»	8	Dunes à l'ouest de Wenduyne . . . . .
133	9	B	0.44.40	51.17.50	»	8	Pied des dunes précédentes . . . . .
134	9	C	0.41.15	51.17.30	5.00	1	Devant le Coq. . . . .
135	9	D	0.43.40	51.18.45	6.20	1	Devant Wenduyne. . . . .
136	9	E	0.41.05	51.19.15	7.50	4	Au sud du banc de Wenduyne . . . . .
137	9	F	0.43.50	51.20.30	5.00	1	Sur le banc de Wenduyne . . . . .
138	9	G	0.41.10	51.20.50	8.00	2	Au nord du banc de Wenduyne. . . . .
139	9	H	0.43.40	51.22.00	9.00	2	Au nord du banc de Wenduyne. . . . .
140	9	I	0.44.00	51.22.45	8.90	14	A l'est du Wandelaar. . . . .
141	9	J	0.40.50	51.23.35	10.00	4	Au nord du Wandelaar . . . . .
142	9	K	0.42.30	51.25.15	14.00	7	A l'ouest du banc de Lisseweghe . . . . .
143	9	L	0.41.50	51.27.00	20.00	4	A l'ouest du banc de Lisseweghe . . . . .
144	9	M	0.41.30	51.28.40	19.00	4	Dans le Westpit. . . . .
145	9	N	0.41.30	51.31.10	26.00	10	Dans le Westpit. . . . .
146	9	O	0.41.30	51.33.30	25.00	14	Dans le Westpit. . . . .
147	10	A	0.48.55	51.19.45	2.50	6	Devant le Lucifer-Duin. . . . .
148	10	B	0.48.55	51.19.50	4.50	9	Devant le Lucifer-Duin. . . . .
149	10	C	0.47.15	51.19.50	6.20	4	Devant Blankenberghe. . . . .
150	10	D	0.46.45	51.22.20	9.50	4	Dans les Wielingen . . . . .
151	10	E	0.46.15	51.23.00	8.20	8	Au nord des Wielingen . . . . .
152	10	F	0.47.30	51.24.50	7.50	3	Au sud-ouest du banc de Lisseweghe. . . . .
153	10	G	0.45.05	51.27.00	11.00	8	A l'ouest du banc de Lisseweghe . . . . .
154	10	H	0.46.55	51.28.00	11.00	12	Au nord du banc de Lisseweghe . . . . .
155	11	A	0.50.05	51.19.40	»	8	Dunes à l'est de Blankenberghe. . . . .
156	11	B	0.50.05	51.19.42	0.00	8	Sur la plage à l'est de Blankenberghe. . . . .

échantillons de sables (*suite*).

## DESCRIPTION.

Vase du port, grise.

Sable blanc avec un peu de jaune; peu de glauconie.

Sable plus fin que le précédent, mais avec plus de glauconie.

Vase grise pure.

Vase grise pure.

Mélange de sable et de vase; peu de débris de coquilles.

Vase grise pure.

Vase grise pure avec quelques coquilles.

Vase grise pure avec quelques coquilles.

Sable gris noirâtre, composé de grains blancs transparents, de gris et de bleuâtres; débris de coquilles.

Vase sableuse (très légèrement); débris de coquilles en petit nombre.

Sable vasard très fin; débris de coquilles et petites coquilles entières.

Vase grise un peu sableuse; nombreuses coquilles et débris de coquilles; petites pierres.

Vase grise avec un peu de sable jaunâtre et quelques coquilles.

Sable assez fin, brun foncé, mêlé de sable vasard gris; nombreux petits coquillages et débris.

Gros sable quartzeux; beaucoup de particules jaunes et débris de coquilles.

Sable blanc à grains de quartz, mêlé de glauconie; un peu de coquilles brisées.

Sable vasard, pointillé de jaune et mêlé de vase grise; un peu de coquilles brisées.

Vase grise avec sable et coquilles.

Vase grise, mêlée d'un peu de sable; quelques coquilles.

Sable jaune brun, mêlé de particules de quartz; peu de débris de coquilles.

Vase grise, légèrement sableuse.

Sable jaune pâle, composé de grains de quartz mélangé de peu de glauconie mais de beaucoup de particules jaunes; débris.

Sable vasard, mêlé de vase: aspect général jaunâtre; une foule de débris de coquilles.

Sable assez blanc, composé de grains de quartz, mêlé d'une faible proportion de glauconie.

Sable blanc, plus gros que le précédent, mélangé d'une plus forte proportion de glauconie; particules jaunâtres.

## Tableau-catalogue des

N° d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
157	11	C	0° 50' 40" E	51° 21' 00"	5 <sup>m</sup> 00	1	Sur le Paardemarkt . . . . .
158	11	D	0.54.00	51.22.05	6.20	3	Au nord du Paardemarkt. . . . .
159	11	E	0.50.05	51.23.15	7.50	12	A l'ouest du banc de Heyst. . . . .
160	11	F	0.52.15	51.23.45	3.00	11	Sur le banc de Heyst . . . . .
161	11	G	0.51.05	51.25.05	7.20	3	Au sud du banc de Lisseweghe . . .
162	11	H	0.53.18	51.26.10	6.00	6	A l'est du banc de Lisseweghe . . .
163	11	I	0.53.20	51.27.50	6.00	5	Au nord-est du banc de Lisseweghe.
164	11	J	0.50.45	51.27.50	7.50	5	Au nord du banc de Lisseweghe . .
165	11	K	0.50.25	51.29.50	12.50	13	Dans le Westpit. . . . .
166	11	L	0.51.25	51.30.40	12.00	4	Dans le Westpit. . . . .
167	11	M	0.53.20	51.32.00	15.00	6	A l'embouchure du Deurloo . . . .
168	11	N	0.52.00	51.34.00	26.50	4	Dans le Westpit. . . . .
169	12	A	0.56.05	51.20.50	»	8	Dunes de Knocke . . . . .
170	12	B	0.56.10	51.20.05	0.00	8	Plage devant Knocke . . . . .
171	12	C	0.55.15	51.20.05	2.50	6	A l'ouest de Knocke. . . . .
172	12	D	0.55.10	51.21.15	8.00	1	Extrémité ouest de l'Appelzak . . .
173	12	E	0.57.55	51.23.45	8.50	8	A l'est du bateau-feu Wielingen. . .
174	12	F	0.58.00	51.26.30	4.00	2	Sur le Raan . . . . .
175	12	G	0.59.30	51.28.30	4.20	5	Au nord du Raan . . . . .
176	13	A	1.03.15	51.25.30	12.50	1	Dans le Spleet . . . . .
177	13	B	1.03.10	51.27.40	4.50	5	Au nord du Walvischstaart. . . . .
178	13	C	1.01.30	51.29.55	7.80	4	Dans le Deurloo. . . . .
179	14	A	1.08.30	51.24.15	15.00	11	Passe française . . . . .
180	14	B	1.06.50	51.24.20	13.00	4	Passe française . . . . .
181	14	B'	1.06.50	51.24.20	13.00	4	Passe française . . . . .
182	15	A	1.11.50	51.25.00	22.00	4	Devant Breskens . . . . .

échantillons de sables (*suite*).

## DESCRIPTION.

Vase grise pure.

Vase grise, mêlée d'un peu de sable.

Sable très mêlé, aspect général brun; particules de quartz et un nombre extraordinaire de débris de coquilles.

Sable quartzeux avec débris de coquilles; aspect général jaune pâle.

Vase grise avec un peu de sable.

Sable fin, jaune, composé de grains de quartz et de points jaunes en proportions égales et un peu de glauconie; débris.

Sable gris, très fin, composé de grains transparents de quartz; nombreux points de glauconie; quelques jaunes; rares débris.

Même sable que le précédent; rares débris de coquille.

Gros sable jaune, mêlé d'une foule de débris de coquillages et de coquilles entières.

Mélange à parties égales de sable et de vase avec débris de coquilles et coquilles entières.

Sable gris terne, pointillé de glauconie; très nombreux débris de fines coquilles.

Sable vasard gris terne, mêlé de vase; quelques débris de coquilles et coquilles entières.

Sable blanc, pointillé légèrement de jaune; aspect général blanc.

Sable blanc à grains de quartz; particules jaunes; glauconie; rares coquilles et débris.

Sable très fin (un peu vasard), pointillé de glauconie; assez bien de débris très petits de coquilles.

Vase grise pure.

Sable gris brun pâle, composé de quartz, glauconie et de particules jaunes.

Vase grise, mélangée de coquilles et de débris.

Sable gris assez terne, pointillé de glauconie.

Vase grise pure

Sable extrêmement fin, blanc, à grains transparents, mêlé de glauconie.

Vase sableuse grise, mélangée de quelques débris, de coquilles entières.

Sable à aspect brunâtre, composé de points transparents de quartz, de glauconie et de points jaunes.

Sable tamisé, moyen; même composition que le précédent; très petits débris de coquilles.

Résidu du tamisage précédent. Vase grise et un nombre considérable de coquilles et de débris de coquilles.

Vase grise, mêlée de très peu de sable; quelques coquilles et débris de coquilles; débris de petits crustacés.



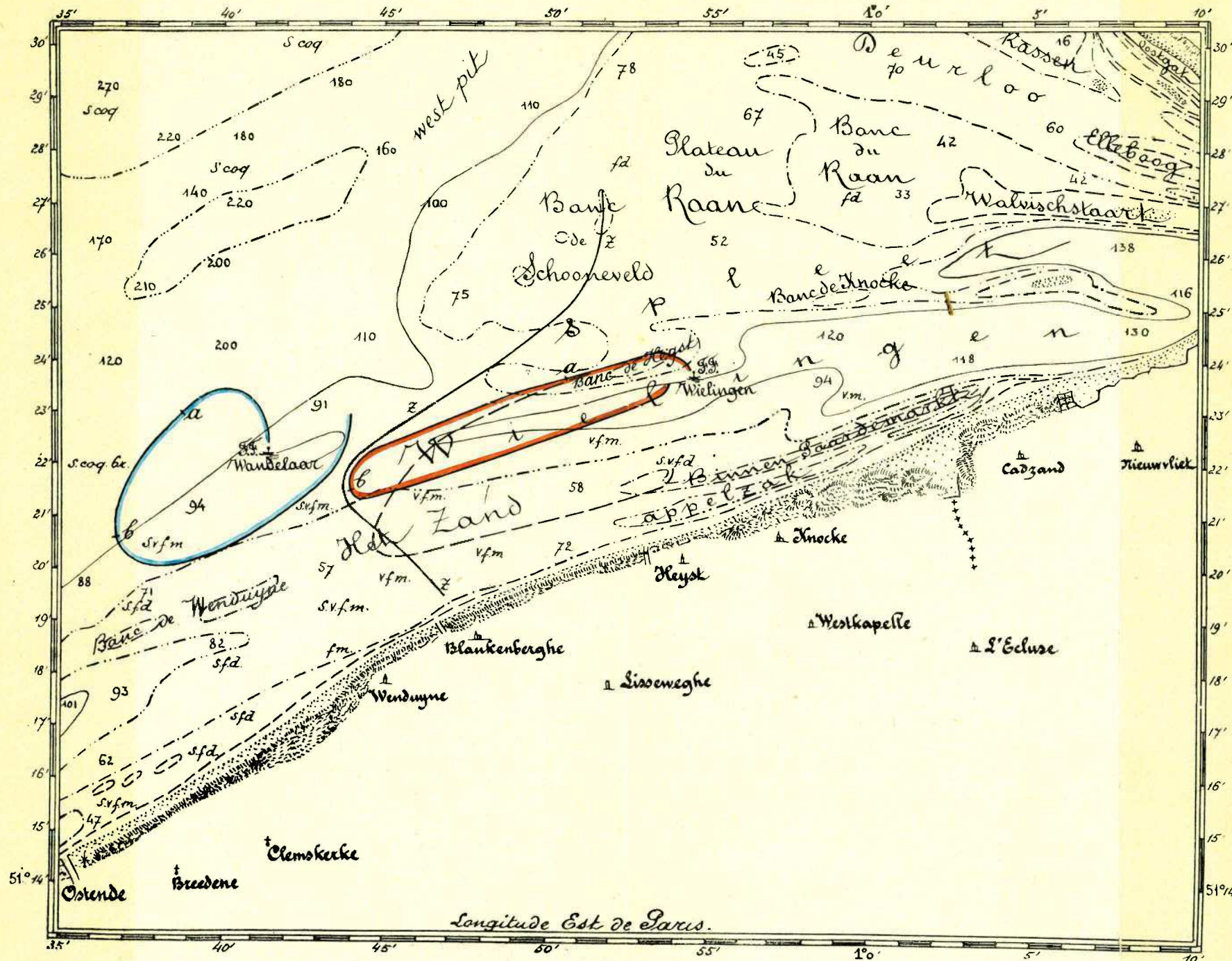
## Tableau-catalogue des

N° d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.
183	15	B	1° 13' 40" E	51° 25' 40"'	18 <sup>m</sup> 00	8	Au sud de Flessingue . . . . .
184	15	C	1. 14. 50	51. 25. 45	21.00	11	Au sud de Flessingue . . . . .
185	15	D	1. 14. 20	51. 26. 00	20.00	12	Au sud de Flessingue . . . . .
186	-1	A	0.02.45 0	51.03.50	15.00	8	Rade de Dunkerque . . . . .
187	-1	B	0.00.05	51.04.00	15.00	8	Rade de Dunkerque . . . . .
188	-1	C	0.04.50	51.06.30	3.50	11	Sur le Buiten-Ratel . . . . .
189	-1	D	0.04.40	51.10.30	6.50	11	Au sud du Binnen-Ruytingen . . .
190	-1	E	0.00.40	51.11.20	27.00	8	A l'ouest de l'Oost-Dyck . . . . .
191	-1	F	0.04.30	51.11.50	6.00	12	Sur le Binnen-Ruytingen. . . . .
192	-2	A	0.09.15	51.11.00	20.00	11	Entre le Binnen- et le Buiten-Ruy- tingen.
193	-2	B	0.06.45	51.12.30	27.00	12	A l'est du bateau feu Ruytingen. . .
194	-2	C	0.08.50	51.29.45	35.00	18	Au large du Fairy-Bank . . . . .
195	-3	A	0.12.35	51.03.40	10.00	19	A l'est du bateau-feu Dyck . . . . .
196	-3	B	0.11.15	51.04.40	11.00	8	Extrémité ouest du Breedt-Bank . .
197	-3	C	0.11.30	51.07.10	20.00	19	Au sud du Middel-Dyck. . . . .
198	-3	D	0.10.10	51.09.20	29.00	12	Au sud du Buyten-Ruytingen. . . .
199	-3	E	0.13.00	51.12.15	32.00	19	Au nord du Buyten-Ruytingen . . .
200	-3	F	0.10.15	51.13.30	31.00	17	Au large du Buyten-Ruytingen . . .
201	-3	G	0.11.35	51.31.50	40.00	17	Au large du Fairy-Bank . . . . .
202	-3	H	0.14.15	51.34.00	43.00	18	Au large du Fairy-Bank . . . . .
203	-4	A	0.17.00	51.36.00	50.00	17	Au large du Fairy-Bank . . . . .
204	-7	W	0.34.59	51.15.15	3.00	5	Sur le Stroombank . . . . .

## échantillons de sables (suite).

## DESCRIPTION.

- Sable moyen, blanc, à grains transparents, mêlé de beaucoup de glauconie et de quelques rares débris de coquilles.
- Même composition; mais volume des grains plus grands et glauconie plus abondante.
- Sable quartzeux, mêlé d'une foule de particules de glauconie très grosses et débris de coquilles.
- Sable blanc à grains transparents, mêlé de très peu de vase et de points jaunes et glauconie.
- Sable fin, gris, à grains mêlés : blancs, jaunes, noirs; un peu de vase.
- Sable blanc à grains de quartz; particules jaunes, brunes, noires; aspect brillant.
- Gros sable à grains transparents, mêlé de points jaunes; beaucoup de glauconie; petites pierres; peu de coquilles.
- Sable moyen, blanc, à grains blancs transparents, mêlé de points jaunes et de points de glauconie.
- Sable blanc à grains transparents, assez gros, mêlé de nombreuses particules jaunes; pierres calcaires; débris.
- Sable blanc, quartzeux. Beaucoup de glauconie. Quelques petites pierres.
- Sable blanc, quartzeux, à grains transparents, mêlé de jaune et de glauconie. Aspect général : très blanc; débris de coquilles.
- Très gros sable quartzeux, mêlé d'une foule de débris de coquilles de galets et de coquilles entières.
- Gravier mêlé de coquilles entières et de brisées; débris d'autres animaux marins; peu de sable jaune foncé.
- Sable moyen, blanc, quartzeux, mêlé d'un volume égal de sable et de quelques points de glauconie.
- Très gros sable, blanc, quartzeux, mêlé de nombreuses particules jaunes. Gravier; coquilles; débris de coquilles.
- Sable blanc, assez fin, à grains transparents, mêlé de sable jaune; nombreux points de glauconie. Débris de coquilles.
- Très gros sable quartzeux; nombreux galets calcaires et débris de coquilles.
- Très gros sable quartzeux, mêlé de nombreuses particules jaunes. Coquilles et coquilles brisées.
- Sable blanc à grains transparents, mêlé de quelques particules jaunes et de quelques points de glauconie.
- Très gros sable quartzeux avec points jaunes. Galets et coquilles brisées.
- Très gros sable à grains transparents, mêlé de points jaunes; peu de débris de coquilles.
- Sable fin à grains transparents, mêlé de points jaunes et de particules de glauconie. Semblable au n° 93.



**Légende**

**relative aux Courants.**

Le trait bleu représente le chemin virtuel décrit en une marée par un flotteur soumis aux seuls courants du Wandelaar.

Le trait rouge représente le chemin virtuel décrit en une marée par un flotteur soumis aux seuls courants des Wielingen.

Le trait interrompu représente le chemin réel décrit par un flotteur soumis à l'action simultanée des deux genres de courant et partant du feu flottant Wielingen au moment de marée haute.

**Légende**

**des courbes de profondeur**

- ..... Courbe de 200 décim.
- ..... Courbe de 100 "
- ..... Courbe de 75 "
- ..... Courbe de 50 "
- ..... Courbe de 20 "

**Légende**

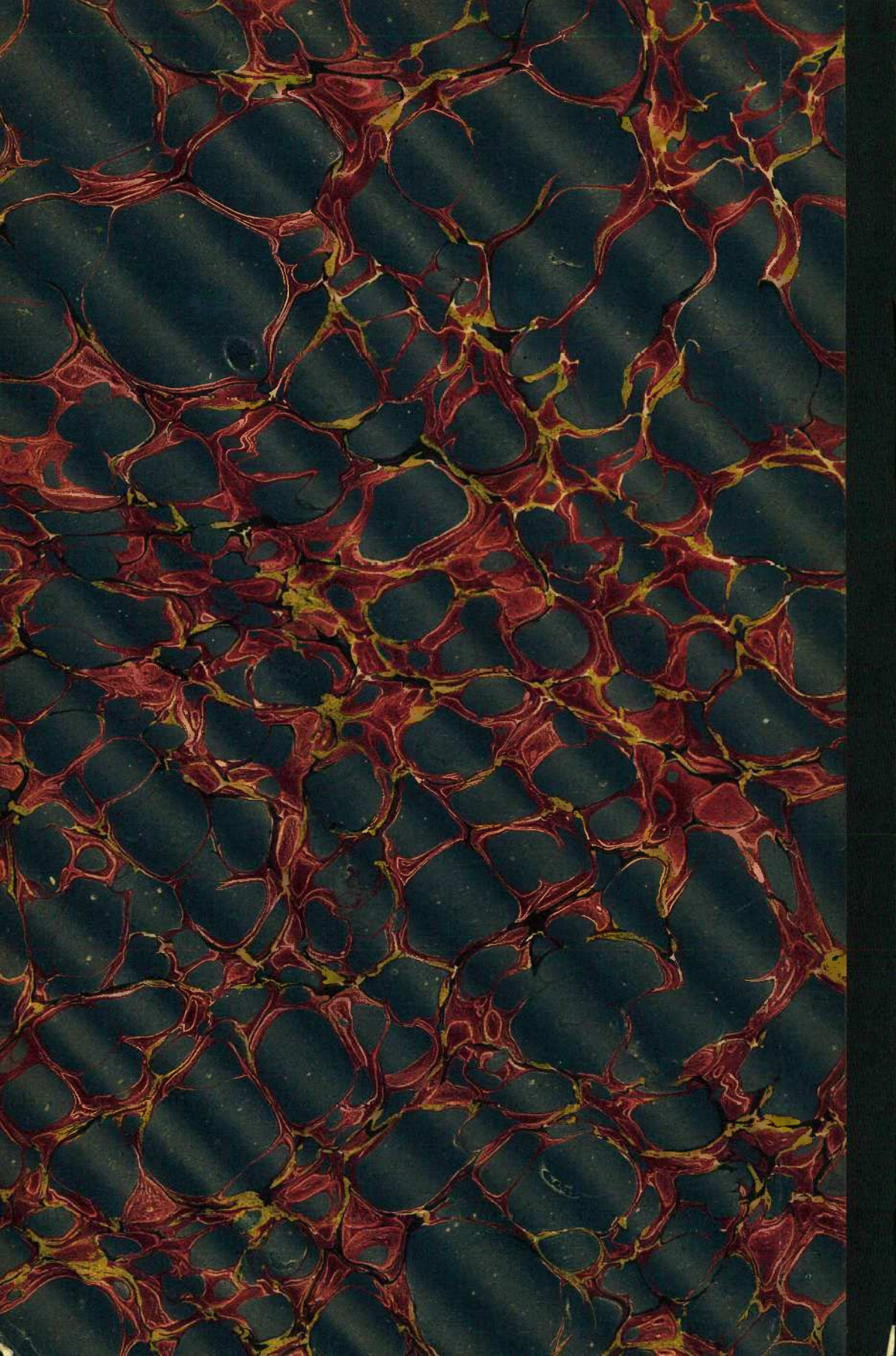
**de la nature des dépôts**

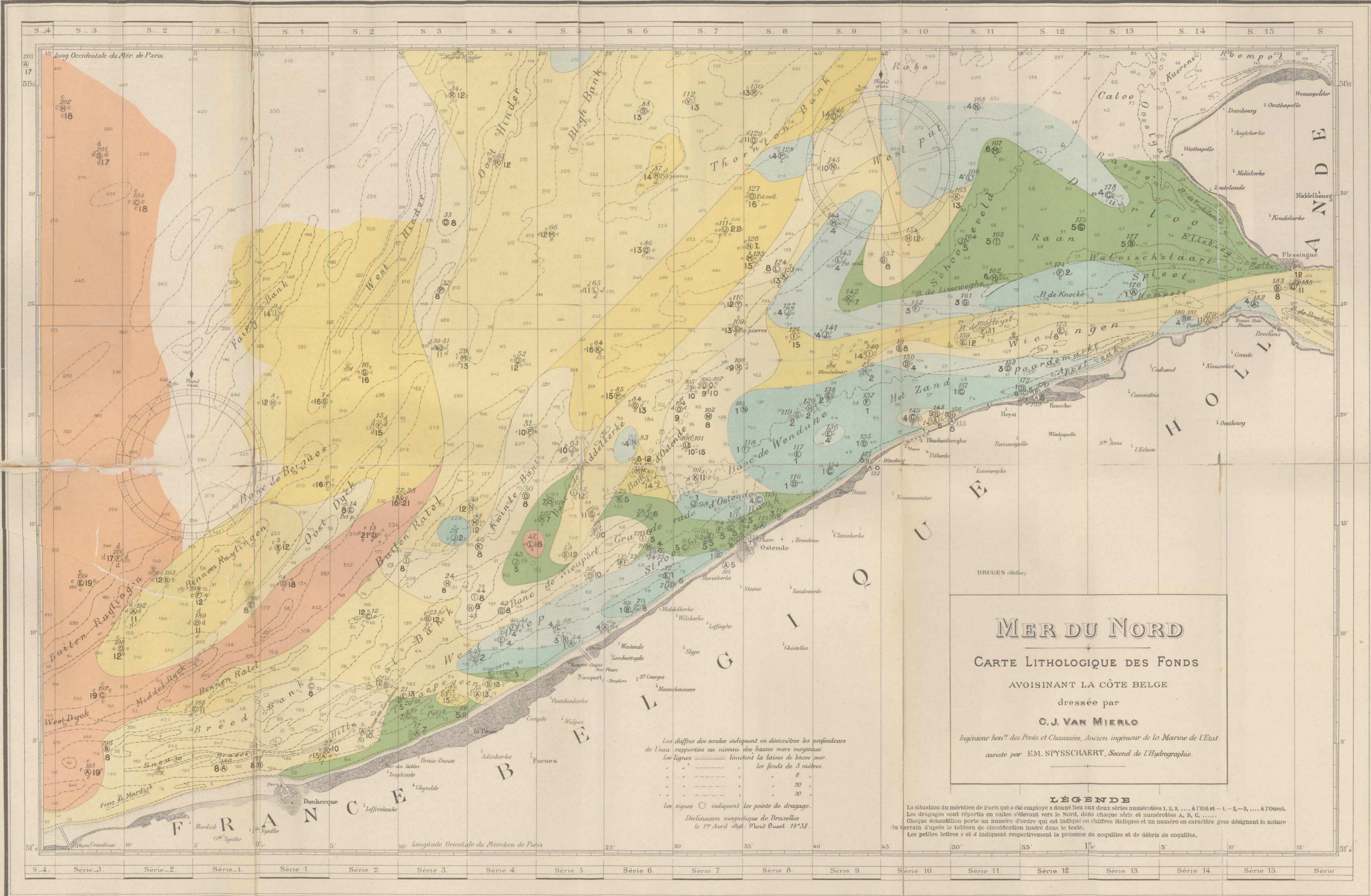
- s. Sable.
- s.v. Sable vaseux.
- v. Vase.
- f.d. Fond dur.
- f.m. Fond mou.
- coq br. Coquilles brisées.

Zone de rencontre des Courants de l'Escaut et de la Mer

(La ligne zzz est la limite d'influence des deux genres de courants)







**MER DU NORD**  
**CARTE LITHOLOGIQUE DES FONDS**  
 AVOISINANT LA CÔTE BELGE  
 dressée par  
**C. J. VAN MIERLO**  
*Ingenieur hon<sup>or</sup> des Ponts et Chaussées, Ancien ingénieur de la Marine de l'Etat*  
 assisté par **EM. SPYSSCHAERT**, *Second de l'Hydrographie.*

**LÉGENDE**  
 La situation du méridien de Paris qui a été employé a donné lieu aux deux séries numérotées 1, 2, 3, ... à l'Est et -1, -2, -3, ... à l'Ouest.  
 Les dragages sont répartis en suites s'élevant vers le Nord, dans chaque série et numérotées A, B, C, ...  
 Chaque échantillon porte un numéro d'ordre qui est indiqué en chiffres italiques et un numéro en caractère gras désignant la nature du terrain d'après le tableau de classification inséré dans le texte.  
 Les petites lettres c et d indiquent respectivement la présence de coquilles et de débris de coquilles.

Les chiffres des sondes indiquent en décimètres les profondeurs de l'eau rapportées au niveau des basses mers moyennes.  
 Les lignes ..... limitent la laisse de basse mer.  
 Les fonds de 3 mètres.  
 Les signes O indiquent les points de dragage.  
 Déclinaison magnétique de Bruxelles le 1<sup>er</sup> Avril 1896, Nord Ouest 14°33'

LIMON	fin (vase grise)	SABLE	fin	SABLE RUDE	grossier
	sableux		moyen		graveleux

GROS SABLE