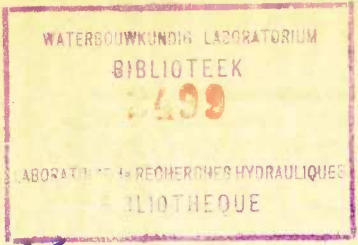


2499

Bibliothèque int. XIX^e Congrès International de Navigation.



147197

147200

1957. Section II. Navigation maritime. n. 2499.

S. II - C. 3

RI

RAPPORT

par

J. E. L. VERSCHAVE,

Ingénieur en Chef-Directeur des Ponts et Chaussées, Ostende.

LONDRES 1957

62589



CHAPITRE I.

LE MAINTIEN DES PLAGES ENTRE LE PORT DE ZEEBRUGGE ET LA FRONTIÈRE NEERLANDAISE.

L'érosion et le désensablement des plages de Heist, Duinbergen, Albert-Plage, Knokke et Le Zoute ont débuté vers 1910, après la construction du port de Zeebrugge.

Déjà en 1920, de sérieuses pertes de sable étaient enregistrées et malgré l'établissement d'une série d'épis sur les plages entre 1920 et 1940, le recul de la laisse de marée basse s'accroissait progressivement. (fig. 1).

Les causes de l'érosion et du désensablement de ces plages sont multiples. Citons comme causes principales :

- 1. Le tassement naturel du sous-sol, constitué de couches géologiques modernes.
2. L'érosion naturelle du fond marin devant cette partie de la Côte.
3. La construction du môle et du port de Zeebrugge.
4. La situation de l'embouchure de l'Escaut par rapport à la côte et le développement de cette embouchure.

Plusieurs circonstances défavorables ont accéléré l'érosion :

- a) La fermeture de la claire-voie du môle de Zeebrugge après la première guerre mondiale.
b) Les déplacements de la fosse de l'Appelzak, dus au môle de Zeebrugge et à l'Escaut et le rapprochement de la fosse vers la côte.
c) L'érosion du banc du Paardemarkt.
d) Le développement foudroyant des cités balnéaires de Duinbergen, Albert-Plage, Knokke et Le Zoute entre les deux guerres mondiales.

Toutes les dunes ont été endiguées et vendues comme terrains à bâtir et des promenades ont été établies en bordure des plages. Les réserves naturelles de sable étaient de ce fait perdues pour les plages. La pente des talus est d'ailleurs beaucoup trop forte.

- e) Les sérieux dégâts causés aux épis par les tempêtes et par faits de guerre entre 1940 et 1944 et le manque total d'entretien pendant ces années.
f) La nécessité de réparer les dommages de guerre et de reconstruire les ports entre 1944 et 1950 et le manque de crédits pour les travaux d'amélioration des plages.

430

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
BIBLIOTEEK
2499
LABORATOIRE de RECHERCHES HYDRAULIQUES
BIBLIOTHEQUE

R.I

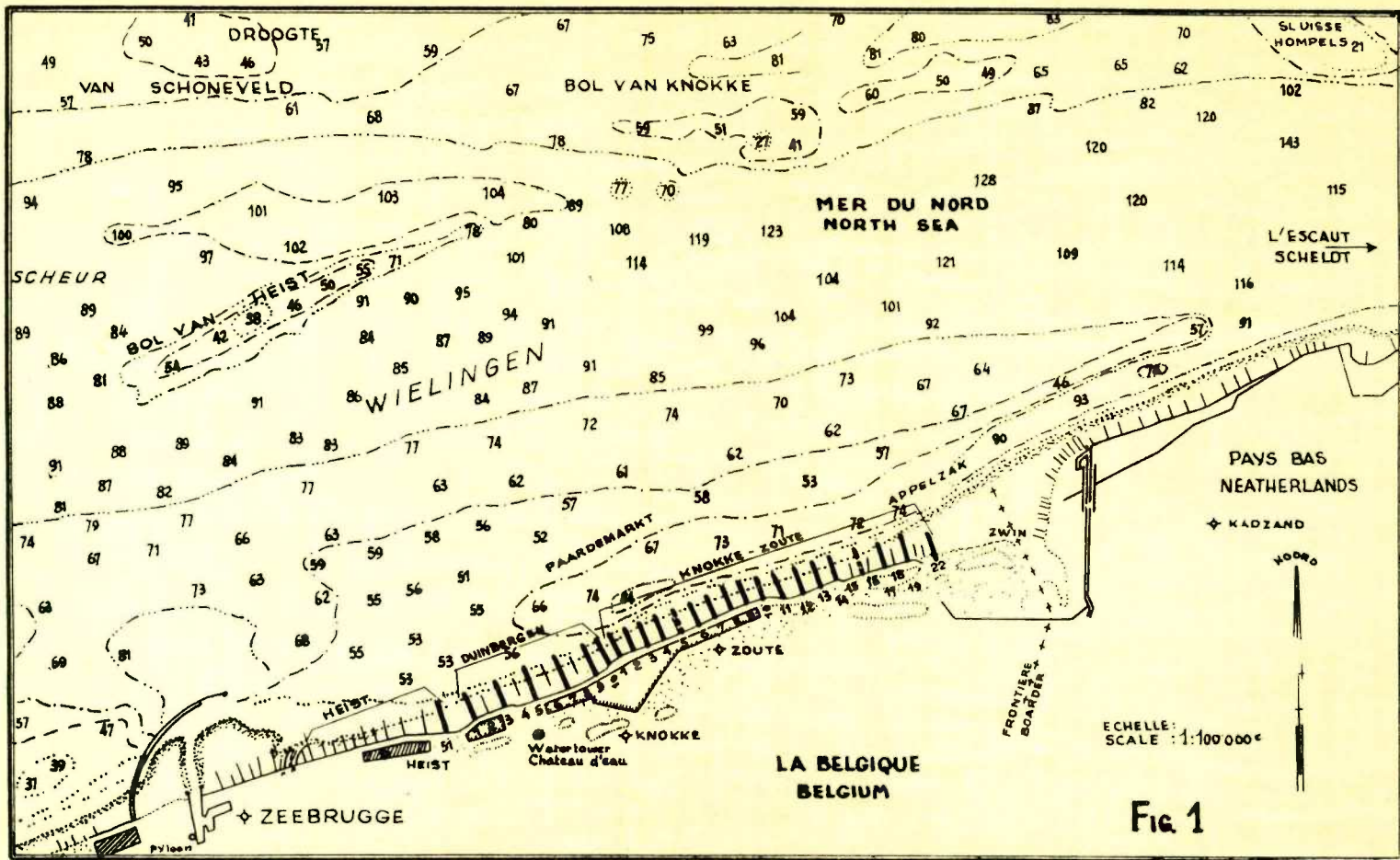


Fig 1

Au début de 1952, la situation des plages, surtout à Knokke et Le Zoute, était devenue réellement critique. La laisse de marée basse s'était rapprochée, à certains endroits, jusqu'à 150 m de la formation des perrés et, à chaque marée haute, les vagues battaient les revêtements des digues.

À chaque tempête de fortes vagues réfléchissaient contre les digues, affouillaient les fondations et créaient des érosions catastrophiques sur la plage.

À 350 m de la crête des digues on sondait des profondeurs de 7,50 m sous le niveau de marée basse aux vives eaux.

Le versant sud de la fosse de l'Appelzak s'était rapproché dangereusement des promenades et se retrouvait entre 170 m et 350 m des digues.

L'estran de Heist s'était abaissé entre 1910 et 1952 de plus de deux mètres.

À Knokke-Le Zoute des dunes de plus de 5 mètres de hauteur avaient été balayées sur une largeur de plus de 20 mètres.

Une estimation grossière a révélé, qu'environ 8.000.000 m³ de sable ont été enlevés entre 1910 et 1952 de la plage, de l'estran et de la terrasse sous-marine, dans cette zone côtière d'environ 10 Km de longueur.

C'est en 1952, que nous avons établi un **programme complet de construction de vingt-cinq longues jetées** entre Heist et la frontière Néerlandaise dans le triple but :

- 1) d'arrêter l'érosion et de défendre les digues.
- 2) de regagner du sable sur la terrasse sous-marine entre les jetées et de refouler la laisse de marée basse vers le nord.
- 3) de créer la possibilité de relever les plages par des apports artificiels de sable le long des digues et de stabiliser ces apports.

La **fig 2**, donne le profil en long des plus courtes jetées et une section à travers la tête.

La longueur des jetées varie entre 360 m et 530 m et leurs extrémités du côté mer atteignent une ligne régulière déjà située dans la fosse aux grandes profondeurs.

La hauteur des enrochements de la tête atteint par endroits 8 à 9 m.

Les travaux ont été entamés dès 1952 et, en septembre 1956, vingt-trois jetées étaient ou terminées ou en voie d'achèvement.

Deux jetées restent à construire (en trait interrompu sur la fig. 1).

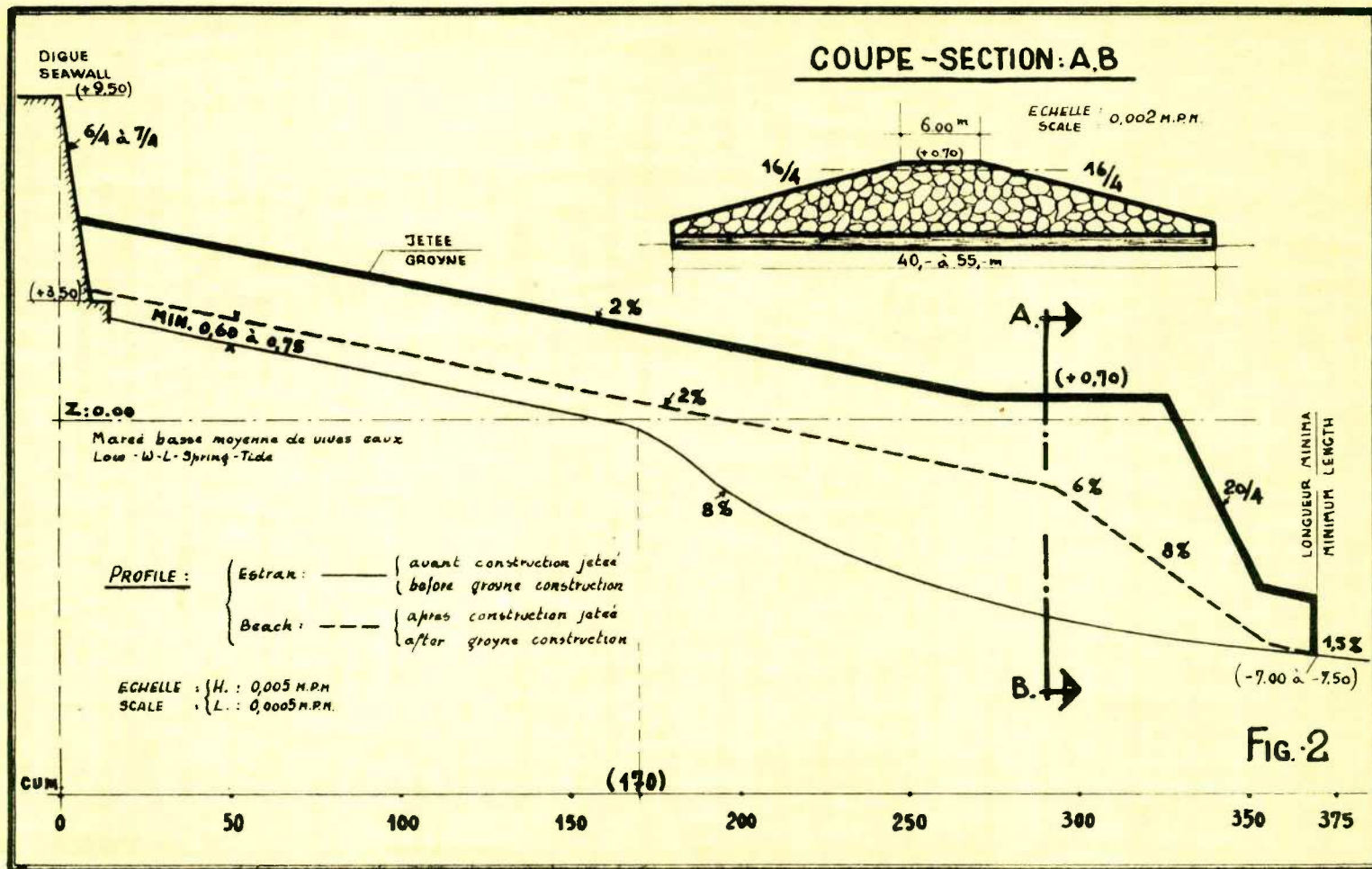
L'urgence des mesures à prendre a été prouvée d'une manière éclatante lors de la marée tempête du 1 février 1953, Les dégâts causés aux digues et épis des plages belges de l'est se sont chiffrés à 250.000.000 F.B. ; montant plus élevé que les frais de réparation aux autres sites balnéaires et aux ports de la côte belge dans leur ensemble.

A ce moment les travaux de la première grande jetée venaient de commencer. En 1956, les vingt-trois jetées construites avaient exigé une dépense de environ 300.000.000 fr B, mais les récentes tempêtes de 1955 et de 1956 n'ont pu causer quelque dégât appréciable et l'exploitation balnéaire des plages de la côte est a pu se pratiquer dans des conditions de loin meilleures qu'avant.

Il n'entre pas dans le but de cette communication de faire une description du projet ou de l'exécution de cette série de grandes jetées, mais de résumer les **résultats acquis** en septembre 1956, au point de vue du réensablement.

Le profil en trait interrompu de la fig. 2 indique la hauteur idéale, que les plages devraient atteindre pour obtenir une situation stable. Les calculs préalables avaient prouvé, qu'il fallait, pour atteindre ce but, regagner un volume de sable de 3.000.000 m³ entre les jetées. La distance entre la jetée 51 à Heist et la jetée 22 à Knokke-Le Zoute est à peu près 8 km.

Dans quelle mesure les courants littoraux et les vagues c.-à-d. la mer elle-même, accompliraient-elles la tâche et à quelle vitesse? Dans quelle mesure une



intervention artificielle par déversement de sable sur les plages le long des digues serait-elle nécessaire? Il était à priori certain, que l'érosion du versant sud de la fosse sous-marine, ne serait arrêtée complètement qu'après la construction d'une vingtaine de jetées prévues au programme et que les dépôts de sable sur les plages entre les nouvelles jetées ne se réaliseraient que lentement à cause des grandes profondeurs devant ces plages.

C'est le motif pour lequel il fut décidé dès 1954 de déverser un volume de 1.000.000 de m³ de sable sur les plages entre le 15 août 1955 et le 15 août 1957 au fur et à mesure de l'achèvement des jetées.

En septembre 1956, vingt-deux jetées étaient sous profil, et les trois premières jetées étant terminées depuis septembre 1954, nous avons procédé à des sondages, afin de déterminer le volume approximatif du sable gagné depuis 1953.

Le relèvement maximum se retrouve en général dans la zone, située de 25 à 75 m au sud de la ligne, reliant la tête des jetées. Le **tableau I** donne un aperçu des résultats obtenus et donne le gain en m² par profil de la digue jusqu'à l'extrémité des jetées.

TABLEAU I.

Profil situé entre les jetées	Relèvement <i>maximum</i> en mètres sous eau	Gain de sable en m ² du profil
N° 51 à Heist et N° 1 à Duinbergen	1,2	235
N° 3 et N° 5 à Duinbergen	1,3	345
N° 9 et N° 10 à Duinbergen	1,3	286
N° 2 et N° 3 à Knokke	0,6	116
N° 4 et N° 5 à Knokke	0,6	140
N° 6 et N° 7 à Knokke	1,1	134
N° 9 et N° 10 à Knokke	1,5	88
N° 12 et N° 14 à Knokke	1,2	107

Le bilan qui en résulte, s'établit comme suit en septembre 1956. Gain de sable naturel entre septembre 1953 et septembre 1956 :

	1.200.000 m ³
Déversement de sable (apport artificiel entre les jetées 51 à Heist et 7 à Duinbergen en 1956)	200.000 m ³
Gain total calculé en profils	1.400.000 m ³

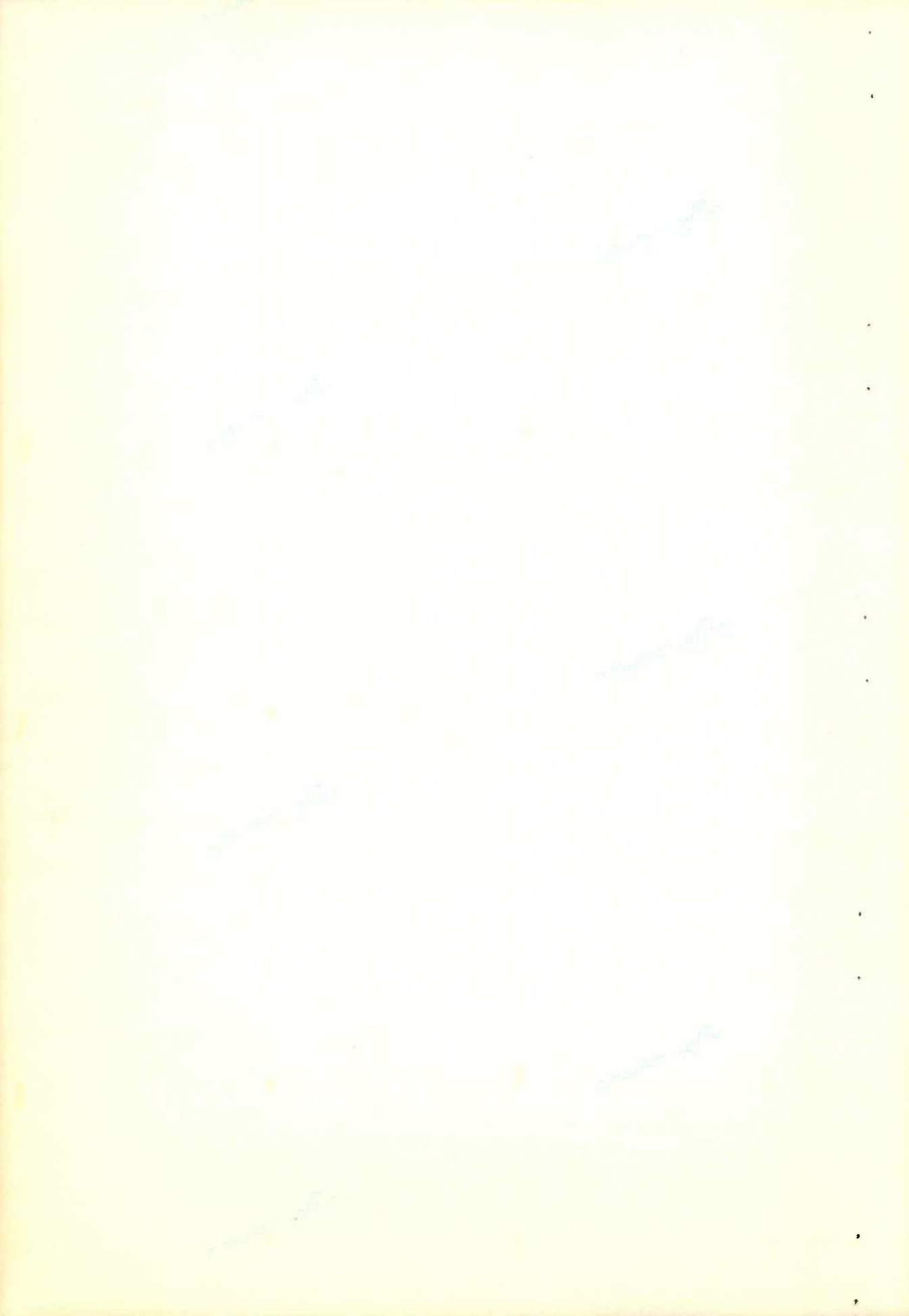
Le gain naturel représente en moyenne 150 m³ par mètre courant de côte.

Comme le courant de flot est avant tout l'agent moteur de l'érosion et du transport de sable, et comme il est dirigé vers l'est, les jetées ont été construites, du moins une sur deux, dans l'ordre logique c.-à-d. à partir de l'est (côté Le Zoule) vers l'ouest (côté Heist). Quelques jetées intermédiaires sont construites en dernier lieu et nous espérons entamer les deux dernières en 1957. Le courant de flot de vives eaux moyennes atteint en surface une vitesse de 1,7 m/sec.

La construction d'une telle jetée sur un fond de sable est toujours à l'origine d'une érosion locale au fur et à mesure de l'avancement vers la mer et d'un certain abaissement du fond devant l'extrémité en mer. Cet abaissement a été contrôlé et est environ **0,30 m. en moyenne.**

Le maximum atteint rarement 0,60 m.

Nous estimons que de ce fait, pendant la construction des jetées, 8.000 × 250 × 0,30 = 600.000 m³ de sable au moins ont été remués et qu'ils se sont en grande partie déposés plus à l'est aux endroits où les jetées étaient déjà construites. Pour contrôler le fait, certains profils ont été sondés dès 1954 dans la zone située



à l'est et un engraissement du versant d'environ 50 m² a été relevé dès cette année. Cet engraissement rapide était très encourageant, parce que la preuve était fournie, que les zones, situées entre les jetées, captaient le sable du moment qu'un transport d'une certaine importance existait au fond de la fosse le long de la ligne reliant leurs extrémités.

En supposant que 300.000 m³ de sable aient été extraits de la fosse par érosion supplémentaire pendant la construction des jetées et logés entre celles-ci, il faut conclure, que 300.000 m³ de sable par an ont été apportés par les courants, une fois le nouvel état d'équilibre établi.

Nous avons essayé d'avoir une idée approximative sur l'importance du transport de sable au fond de la fosse de l'Appelzak en partant de teneurs en sable de l'eau et également par voie de calcul en appliquant les théories et formules de Du Boys et de Meyer-Peter et Müller.

Ce transport de sable, fonction de la vitesse à la troisième et même à la quatrième puissance, est très irrégulier, se fait évidemment par pulsations successives, et peut croître très rapidement en cas de tempête.

Les différentes méthodes de calcul nous ont fourni pour le **transport du sable au fond**, à travers une section normale à la côte, des résultats qui sont sensiblement du même ordre de grandeur :

Les moyennes de ces valeurs sont :			
aux vives eaux	}	courant de flot	0,68 m ³ /m.
		courant de jusant	0,44 m ³ /m.
Transport total par marée dans les deux sens			1,12 m ³ /m.
aux mortes eaux	}	courant de flot	0,08 m ³ /m.
		courant de jusant	0,02 m ³ /m.
Transport total par marée dans les deux sens			0,10 m ³ /m.

Ces chiffres sont évidemment d'une très grossière approximation et donnent un transport total moyen longitudinal parallèle à la côte à travers une section normale à celle-ci. Il nous est impossible d'estimer la quantité de sable que les grosses tempêtes peuvent déverser dans la fosse au dessus du banc du Paardemarkt

Il est en tout cas rassurant de constater que le gain naturel de sable pour la défense des plages est actuellement d'environ 300.000 m³ par an, c.-à-d. environ 35 à 40 m³ de sable par an et par mètre courant du littoral. Pour un rectangle entre deux jetées distantes de 250 mètres, le gain annuel moyen a été de 9.400 m³.

Il faut en conclure, qu'en moyenne, le transport de sable, intéressant pour l'engraissement de ces rectangles, a lieu au moins jusqu'à 22 m au nord de l'extrémité des jetées c.-à-d. environ 1/10 de l'interdistance de celles-ci.

$$\frac{(0,10 + 1,12)}{2} \times 700 \text{ marées} \times 22 \text{ m} \approx 9.400 \text{ m}^3.$$

L'étude du transport de sable, que nous avons entrepris, permet d'établir dès à présent le volume probable qui aura été gagné en septembre 1957 :

Gain naturel :	(septembre 1953 à septembre 1956)	1.200.000 m ³
	(septembre 1956 à septembre 1957)	300.000 m ³
Déversement :	(apport artificiel)	1.100.000 m ³
	Total	<u>2.600.000 m³</u>

Ce volume représentera plus de 85 % de la quantité que nous estimons nécessaire pour la stabilisation et pour le nouvel état d'équilibre des plages belges du littoral est, entre Duinbergen et la frontière néerlandaise.