

# MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

Administration des Ponts et Chaussées

KUNDIG LABORATORIUM  
BIBLIOTEEK

4060

Commission instituée par Arrêté Royal du 31 Mai 1907  
pour l'étude des questions relatives à  
L'AMÉLIORATION DE L'ESCAUT EN RADE ET EN AVAL D'ANVERS

## RECUEIL DE DOCUMENTS

RELATIFS A

L'ESCAUT MARITIME

53087

TEXTE

0307 003 3778



255353

BRUXELLES

IMPRIMERIE A. LESIGNE

Rue de la Charité, 27

1907

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Note de M. le Directeur général Maus, du 19 juillet 1881, relative aux nouvelles installations maritimes d'Anvers dans l'emplacement de la citadelle du Nord	5
Le port d'Anvers. Ses améliorations. — Rapport de M. l'Ingénieur en chef Directeur Pierrot et avis de l'Ingénieur en chef Directeur Franzius. . . .	15
Lettre avec annexes adressée, le 29 mars 1898, par M. le Bourgmestre de la Ville d'Anvers à M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux Publics. . .	75
Réponse de M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux Publics à l'Administration communale d'Anvers, du 10 décembre 1898. . . . .	101
Réplique de l'Administration communale d'Anvers à M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux Publics, du 20 avril 1899. . . . .	111
Note au sujet des avis de MM. Conrad, Welker, Franzius et de Thierry . . .	125
Études sur le régime des rivières du bassin de l'Escaut maritime par MM. l'Ingénieur en chef Directeur J. A. Pierrot et l'Ingénieur L. Van Brabant	127
Procès-verbal de la conférence tenue à Anvers, le 17 juillet 1905, sous la présidence de M. le Ministre des Finances et des Travaux Publics . . . . .	213
Tableaux indiquant le rapport entre le débit du flot et la capacité comprise entre les lieux géométriques de la marée haute et de la marée basse pour un point donné : 1° pour l'Escaut maritime; 2° pour les affluents de l'Escaut maritime . . . . .	219
Diagrammes relatifs au nombre et au tirant d'eau des navires entrés au port d'Anvers en 1894 et en 1906 . . . . .	225

Les plans cités dans la brochure sont réunis  
dans un atlas spécial.



# LE PORT D'ANVERS

---

Ses Améliorations.

*(Brochure publiée en 1897.)*

## NOTE

### relative aux Nouvelles Installations Maritimes d'Anvers dans l'emplacement de la Citadelle du Nord.

Il faut d'abord se rendre compte des exigences de la navigation maritime, pour apprécier les installations projetées par la ville d'Anvers et émettre un avis sur leurs dispositions.

L'application de la vapeur à la marche des navires a rendu au commerce maritime l'immense service de mettre un terme aux retards imprévus des navires à voiles produits par les calmes atmosphériques et qui faisaient manquer les expéditions maritimes les mieux combinées.

Les navires à vapeur, arrivant au jour fixé, après un voyage notablement raccourci, permettent de recevoir les marchandises au moment où elles sont réclamées et payées au prix prévu.

Les navires à vapeur, dont l'origine remonte au commencement de ce siècle, ont, il y a plus de quarante ans, commencé à faire des voyages réguliers à travers l'Océan.

Les améliorations successivement apportées à la construction des navires et des machines ont engagé le commerce à employer les navires à vapeur de préférence aux navires à voiles.

Les rapports du « Board of Trade » fournissent, sur la composition de la marine marchande d'Angleterre, le renseignement suivant :

ANNÉES.	TONNAGES DES NAVIRES	
	A VOILES.	A VAPEUR.
En 1875. . . . .	10,012,260 t.	20,932,484 t.
En 1879. . . . .	9,928,974 t.	27,505,017 t.



Le tonnage des navires à voiles a donc diminué d'environ 1 p. c., tandis que le tonnage des navires à vapeur a augmenté de 31 p. c. de 1875 à 1879.

Les navires à vapeur, ayant une marche plus rapide, exécutent des transports beaucoup plus considérables que les navires à voiles.

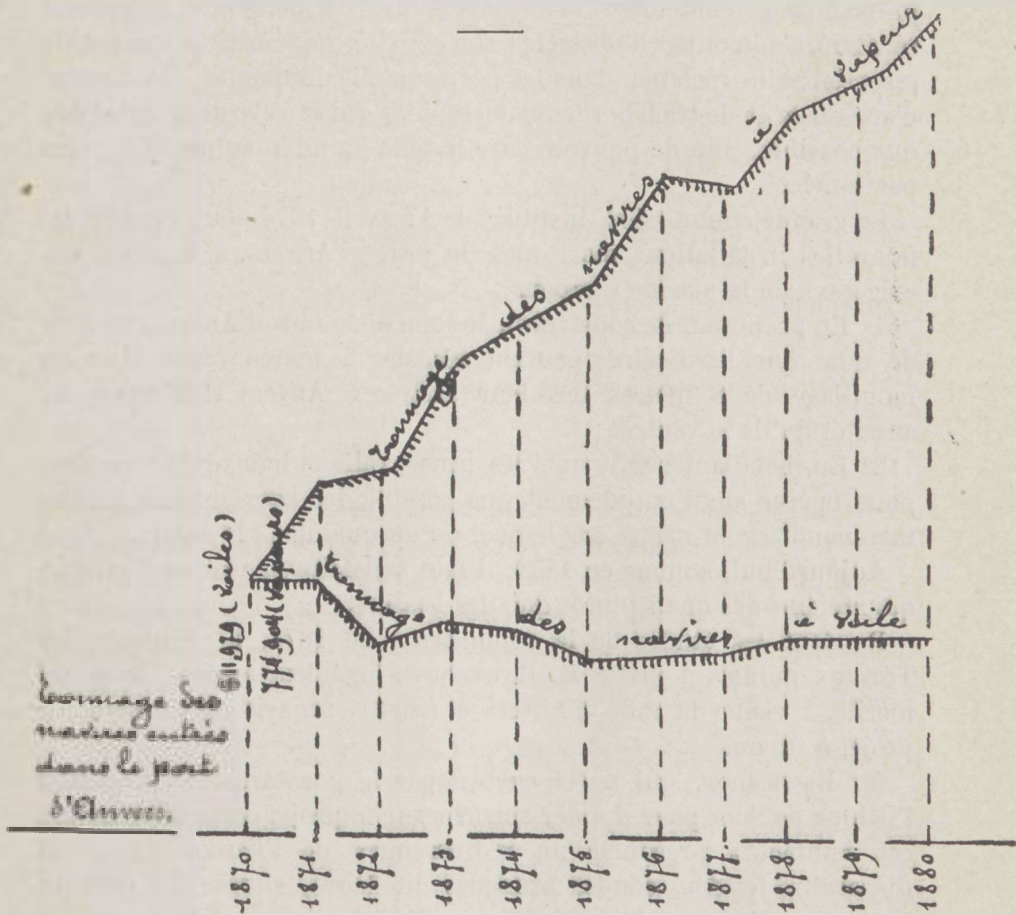
L'on sait que le tonnage des navires à vapeur qui ont traversé le canal de Suez était, en 1870, de 437,000 tonnes et, en 1879, de 3,418,000 tonnes, soit sensiblement huit fois plus considérable.

Un résultat qui nous intéresse davantage est fourni par le mouvement du port d'Anvers. Pendant les onze dernières années, ce mouvement est représenté par les chiffres et diagrammes suivants :

Tableau comparatif sommaire des arrivages de navires  
de mer au port d'Anvers  
pendant la période de 1870-1880.

ANNÉES.	NAVIRES A VOILES.		BATEAUX A VAPEUR.	
	NOMBRE.	TONNEAUX.	NOMBRE.	TONNEAUX.
1870	2377	611,979	1745	774,904
1871	3065	765,125	2099	1,058,990
1872	1974	559,102	2219	1,082,551
1873	2182	650,533	2615	1,411,703
1874	1929	614,433	2618	1,519,729
1875	1634	532,682	2717	1,652,734
1876	1534	546,978	3016	1,980,719
1877	1532	558,261	2925	1,941,221
1878	1538	610,582	3045	2,169,374
1879	1356	620,290	2892	2 287,721
1880	1468	612,991	3158	2,504,763

## DIAGRAMMES



Ces nombres et diagrammes mettent en évidence ce fait très remarquable que, pendant la période de onze années (1870-1880), le tonnage des navires à voiles est demeuré stationnaire, tandis qu'il a été plus que triplé pour les navires à vapeur.

Le tonnage des navires à voiles qui, en 1870, était presque égal à celui des navires à vapeur, ne forme plus, en 1880, que le tiers du tonnage de ces derniers.

Enfin, la progression régulière du tonnage des navires à vapeur prouve que cet accroissement n'est pas accidentel, mais le résultat d'une cause permanente, qui est le développement de l'application de la vapeur à la navigation maritime.

Les nouvelles installations du port d'Anvers doivent avoir pour but de satisfaire la marine à vapeur. Cette marine, pourvue de machines puissantes et coûteuses, manœuvrées par un personnel largement rétribué, n'admet pas d'obstacle à son activité, qui constitue son mérite essentiel; elle réclame, dans les ports qu'elle fréquente, des moyens d'accostage et de transbordements rapides qui la retardent aussi peu que possible, afin de pouvoir faire le plus grand nombre de voyages par année.

La grande commission instituée le 17 avril 1874 pour étudier les nouvelles installations maritimes du port d'Anvers, a satisfait aux exigences de la marine à vapeur :

1<sup>o</sup> En proposant de construire, le long de la rade d'Anvers, un mur de quai que les navires peuvent accoster à marée basse avec un mouillage de 8 mètres dès leur arrivée à Anvers et abandonner aussitôt qu'ils le veulent ;

2<sup>o</sup> En installant sur le quai les grues, rails et hangars nécessaires pour opérer aussi rapidement que possible les transbordements des marchandises du navire sur le quai ou du quai dans le navire.

Aujourd'hui, comme en 1874, il faut satisfaire la marine à vapeur, qui réclame des quais plutôt que des bassins.

Pendant les études de la commission de 1874, le Ministre des Travaux publics a invité M. Hawkshaw, ingénieur anglais de grand mérite, à visiter la rade d'Anvers et émettre un avis sur le meilleur projet à suivre.

M. Hawkshaw, qui a été envoyé par le gouvernement anglais à l'isthme de Suez pour donner son avis sur le projet du canal à travers cet isthme, a préconisé un redressement de l'Escaut qui ferait disparaître les deux coudes brusques du fleuve, situés l'un près du Kattendyk, l'autre près du fort Sainte-Marie.

Ce redressement, qui avait déjà été proposé par M. Stessels, formait le complément du mur de quai de la commission plutôt qu'un projet concurrent.

La commission, à laquelle avait été renvoyé un grand nombre de projets, a repoussé toute disposition qui s'écartait du mur de quai, base de son programme, et la rectification Hawkshaw, qui n'était pas considérée comme nécessaire à la réalisation de ce quai.

Quelqu'utilité que présentât cette rectification, ce n'était pas au moment où l'on allait proposer un ouvrage qui devait, avec l'acquisition des terrains et les accessoires, occasionner une dépense de 55 à 60 millions, qu'il convenait de conseiller une dérivation importante



qui n'était pas immédiatement nécessaire et pouvait même ne pas le devenir si le commerce n'exigeait pas plus de 3 kilomètres de quai.

Mais, lorsque nous voyons la marine à vapeur se développer au point de rendre insuffisants les ouvrages que l'on considérait en 1874 comme dépassant les besoins existants et capables de satisfaire les besoins futurs, il faut continuer l'œuvre commencée en 1874 avec d'autant plus de zèle que l'expérience de la partie exécutée prouve qu'elle atteint complètement le but qu'on s'était proposé.

Il faut donc construire de nouveaux quais pour la marine à vapeur et laisser à la disposition de la marine à voile les bassins actuels qui, dégagés des navires d'intérieur, suffiront largement à cette destination.

Les quais en construction, prolongés à travers la citadelle du Nord, tracent la dérivation qui permet de prolonger indéfiniment sur la rive droite de l'Escaut, que le commerce préfère, les établissements maritimes du port d'Anvers.

La communication entre le chemin de fer et les quais situés sur la rive droite est beaucoup plus facile qu'avec des quais situés sur la rive gauche, parce que les trains devraient traverser l'Escaut, ce qui constituerait une entrave nouvelle et considérable à la navigation.

Cette dérivation améliorera notablement la rade d'Anvers en supprimant un coude très brusque, qui détermine une profondeur excessive sur une rive et, sur l'autre, insuffisante pour les manœuvres des navires.

Enfin, le redressement de l'Escaut entre le Kattendyk et le fort Sainte-Marie améliorera notablement le régime et la navigabilité de l'Escaut, dont l'importance croît proportionnellement à l'importance du port d'Anvers.

Quoique les besoins actuels du commerce n'exigent pas la construction immédiate de cette rectification, il est cependant très important de ne créer aucun ouvrage, militaire ou autre, qui empêcherait la réalisation de ce grand perfectionnement, lorsque le développement du port d'Anvers le réclamera impérieusement.

J'ai donc été voir M. l'inspecteur général des fortifications, afin de lui exposer les besoins du commerce et de la navigation et chercher avec lui le moyen de concilier les intérêts de la défense militaire avec les intérêts industriels que cette défense a pour but de sauvegarder.

M. le général Brialmont a bien voulu indiquer, dans la lettre ci-jointe, les modifications qui pourraient être apportées aux ouvrages militaires, dans l'intérêt de la navigation et du commerce.

Je remarque que le rapport de la commission des travaux publics de

la ville d'Anvers signale divers ouvrages militaires que lui ont imposés des dispositions qu'elle semble proposer à contre-cœur.

M. l'inspecteur général Lamal cite diverses pièces qui n'ont pas été communiquées au comité.

De mon côté, lorsque je compare la facilité et la promptitude des transbordements le long des quais en rivière avec l'obligation d'entrer et de circuler dans des bassins de plus en plus nombreux, l'avantage que procure à la navigation et au régime du fleuve la dérivation substituée au parcours sinueux et aux passes difficiles du cours actuel de l'Escaut entre Austruweel et Lillo, j'éprouve une impression pénible de voir créer des obstacles qui rendront à peu près impossible une amélioration que le développement du port d'Anvers rendra probablement nécessaire pour soutenir la concurrence avec les ports rivaux.

L'on voit, par ce qui précède, que les diverses questions relatives à la défense militaire, au commerce et au régime du fleuve, soulevées par l'amélioration du port d'Anvers, ont été examinées isolément et résolues à des points de vue différents.

Il me semble donc désirable que ces questions soient soumises à une commission représentant tous les services publics en cause et chargée de chercher une solution qui concilierait, dans une juste mesure, les intérêts de la défense militaire, du commerce et du régime du fleuve.

Je regrette que la rédaction de cette note ait retardé de quelques jours l'instruction de cette affaire; mais, ayant fait partie des diverses commissions qui ont été chargées d'émettre un avis sur les questions qui intéressent le régime de l'Escaut (barrage de l'Escaut oriental en 1866, alignement des quais d'Anvers en 1870, inondation en 1873 et nouvelles installations maritimes d'Anvers en 1874), j'ai cru remplir un devoir en émettant quelques réflexions qui résument quatorze années d'étude de la grande voie qui met Anvers et la Belgique en communication avec tous les ports des deux mondes.

*Le Directeur Général,*  
MAUS.

Bruxelles, le 19 juillet 1881.

Bruxelles, le 15 juillet 1881.

*A Monsieur le Directeur Général des ponts et chaussées,  
à Bruxelles.*

Après m'avoir donné lecture d'une note dans laquelle vous exposez d'importantes considérations en faveur d'une nouvelle extension des quais d'Anvers, vous m'avez demandé si la réalisation de ce projet, qui entraîne la démolition du front 1-2 de la citadelle du Nord et le déplacement du fortin à coupoles, pourrait se concilier avec les intérêts de la défense.

Cette question diffère notablement de celle qui a été posée au mois de mars dernier par la section centrale chargée de l'examen de la convention passée avec la ville d'Anvers, pour la cession des terrains intérieurs de la citadelle du Nord :

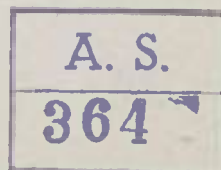
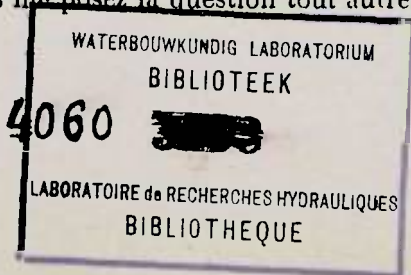
« Y aurait-il, demandait la section centrale, de l'inconvénient, au point de vue militaire, à permettre à la ville d'Anvers de placer le musoir des nouveaux bassins dans le front 1-2, tout en conservant ce front comme batterie de côte? »

Cette question me fut soumise par M. le Ministre de la Guerre, le 14 mars dernier.

Je répondis le même jour que la coupure demandée était inadmissible au point de vue militaire, parce qu'elle compromettrait la sécurité du front 1-2, qu'elle réduirait considérablement l'étendue de la batterie qui protège la rade, qu'elle interromprait les communications sur le terre-plein et au pied du rempart de l'enceinte, et qu'elle supprimerait l'écluse d'inondation qui se trouve au saillant n° 1.

Pour compenser ces inconvénients, il aurait fallu exécuter des travaux coûteux; or, l'entrée des nouveaux bassins par le musoir du front 1-2 était demandée comme un avantage pour la ville, ne devant entraîner aucun accroissement de la somme à payer par elle pour les terrains cédés. A ce point de vue, la demande était réellement inacceptable.

Aujourd'hui, vous me posez la question tout autrement.





Vous dites, et sur ce point je suis entièrement de votre avis : « Il importe qu'on trace les nouveaux quais et les nouveaux bassins de manière à ne pas rendre impossible dans l'avenir le redressement de l'Escaut, tel que l'ont préconisé MM. Stessels et Hawkshaw. Ce tracé rationnel exige qu'on démolisse le front 1-2 de la citadelle et qu'on déplace le fortin à coupoles. Il s'agit de savoir si l'intérêt militaire ne s'y oppose pas. »

Je répondrai que les nécessités militaires pourront se plier à l'immense intérêt qu'a la ville d'Anvers de pouvoir étendre indéfiniment ses établissements maritimes sur la rive droite de l'Escaut, et de voir supprimer les deux coudes de Sainte-Marie et d'Austruweel, qui sont un obstacle à la navigation et à l'amélioration du régime du fleuve.

Pour que la défense de la position n'en éprouve aucun préjudice, il suffira :

1° Que l'on mette à la disposition de l'autorité militaire la somme qu'exigeront la construction d'une nouvelle écluse d'inondation vis-à-vis du saillant n° 2 et l'établissement sur ce même saillant d'une coupole armée de deux canons de 28 centimètres ;

2° Que le fortin à coupoles soit placé en amont de l'écluse du Vorsche-Schyn au lieu d'être placé en aval.

Dans cette combinaison, le front 1-2, destiné à battre la rade, disparaîtra entièrement, mais il y aura compensation, parce qu'on agrandira le fortin-coupoles et qu'on établira deux gros canons cuirassés au saillant n° 2, où il n'y a actuellement que des canons à ciel ouvert de 15 centimètres.

Agréé, Monsieur le Directeur Général, l'assurance de ma parfaite considération.

*Le Lieutenant Général inspecteur général du Génie,*  
BRIALMONT.

— NOTE —

RELATIVE AUX

**NOUVELLES INSTALLATIONS MARITIMES D'ANVERS**

*dans l'emplacement de la Citadelle du Nord.*

# LE PORT D'ANVERS

## SES AMÉLIORATIONS

Le trafic du port d'Anvers a subi, dans le cours de ces dernières années, un mouvement ascensionnel des plus rapides et dont l'allure se trouve accusée d'une manière frappante dans les diagrammes de la planche A.

En vingt-cinq ans, le tonnage maritime du port a quintuplé. Il était de 1,118,158 tonnes en 1870; il a monté à 5,363,569 tonnes en 1895.

On peut lire sur les diagrammes comment la progression s'est effectuée d'une façon continue et presque constante et comment les ordonnées de la courbe grandissent d'année en année malgré les légères inflexions que cette courbe décrit de part et d'autre de sa position moyenne.

Pendant que le tonnage maritime progresse dans les proportions étonnantes que nous venons d'indiquer, celui du batelage augmente de même et passe de 1,030,785 tonnes en 1870 à 3,536,528 tonnes en 1895.

Chose remarquable, et qui s'observe dans plusieurs autres grands ports maritimes, le nombre des navires à voiles est réduit des trois quarts durant la période considérée, alors que l'on voit presque décupler le tonnage des bâtiments à vapeur.

C'est donc la navigation rapide qui progresse, c'est la vitesse qui devient de plus en plus la première et la plus essentielle des conditions des transports, c'est elle qui dicte les règles auxquelles doivent satisfaire les installations des ports.

Anvers a grandi et progressé grâce aux efforts et aux sacrifices de l'Etat et de la ville; grâce aux 80 millions que le Gouvernement a dépensés pour doter notre métropole commerciale d'une rade de 3,500 mètres de développement, bordée de quais installés et outillés

dans les conditions les plus parfaites, offrant à leur pied un mouillage de 8 à 10 mètres d'eau à marée basse : grâce enfin à une cinquantaine de millions de francs que la ville a payés de sa caisse pour creuser des bassins et fournir l'outillage du port dans toute son étendue. Les installations réalisées sont devenues insuffisantes. On est partout à l'étroit dans le port d'Anvers.

Le maximum de rendement est atteint, on tire tout le parti possible de ce qui existe et déjà les emplacements font défaut. De toute nécessité, on doit agrandir.

Depuis 1886, l'étendue des installations n'a pas varié, et le trafic maritime a augmenté de plus de 2 millions de tonnes, à ne considérer que l'entrée seulement, pendant que la navigation intérieure gagnait, de son côté, un accroissement de 1,100,000 tonnes.

Il serait impossible de maintenir plus longtemps une pareille situation sans imposer des sujétions et beaucoup de gêne à la grande navigation maritime.

Les escales, les lignes régulières se plaignent et réclament. Leur nombre augmente d'une façon rapide et continue et les espaces mis à leur disposition dans l'Escaut restent invariables. Nombre de ces lignes, ne trouvant pas d'accostage dans la rade, ont leur point d'attache dans les bassins, ce qui occasionne des retards, des difficultés et même des dangers.

Il y a donc urgence à étendre la rade d'Anvers, à créer de nouveaux accostages et à donner à la navigation rapide et régulière les emplacements qu'elle réclame.

Le Gouvernement, désireux de faire droit à des demandes aussi légitimes, a décidé d'agrandir la rade à la fois vers l'amont et vers l'aval d'Anvers.

Vers l'amont, le prolongement des quais existants peut se faire sans difficultés sur 2,000 mètres de longueur. Le tracé à suivre est tout indiqué (*voir* planche B) et n'a soulevé aucune discussion.

Les travaux vont être entamés incessamment; voici, dans ses grandes lignes, l'économie du projet dont l'adjudication vient d'avoir lieu :

Il s'agit d'établir dans l'Escaut, sur la rive droite, au sud d'Anvers, et suivant une courbe concave qui prolonge celle des quais existants, un mur de quai de 2,000 mètres de longueur, et de maintenir au pied de ce mur un chenal offrant à la navigation un mouillage minimum de 8 mètres sous le niveau de marée basse ordinaire, qui est à la cote + 0<sup>m</sup>15.



Le nouveau mur s'avancera dans l'Escaut de façon à se rapprocher des grandes profondeurs ; il empiétera en certains points d'une centaine de mètres sur la rive actuelle du fleuve et il se raccordera avec cette rive au moyen d'une digue de 1,220 mètres de longueur, revêtue, vers le large, de fascinages et de moellons et solidement enracinée dans le lit de la rivière. En plan, le tracé du mur et de la rive nouvelle qui sera créée sur 1,200 mètres, vers l'amont, sera formé au moyen de rayons dont les grandeurs iront en croissant d'une façon continue jusqu'au point d'inflexion et, de ce point, en décroissant jusqu'à la rive ancienne.

Afin d'obtenir les profondeurs que l'on a en vue au pied du nouveau quai et de diriger les courants le long de ce quai, les sections du fleuve iront en augmentant vers l'aval, mais en suivant les lois de Fargue.

Il sera établi à cet effet, sur la rive gauche du fleuve, une digue directrice de 4,000 mètres de longueur environ, enracinée dans le lit de la rivière, ne s'élevant pas au-dessus du niveau de mi-marée et formée jusqu'à ce niveau d'une série de plates-formes de fascinages lestées.

Le talus de la digue du côté de la rivière sera établi à huit quarts et revêtu de moellons.

La nouvelle rive sera reliée à l'ancienne par des traverses espacées tous les soixante mètres.

Un nouveau lit va donc être donné à l'Escaut, limité par le mur de quai et par la digue directrice ; les sections ainsi limitées varient selon la loi de Fargue. Au sommet de la courbe en amont, la largeur, d'après le projet actuel et qui pourra subir des changements en cours d'exécution, sera de 376 mètres ; elle se réduira à 325 mètres au point de passage, pour augmenter graduellement jusqu'à 400 mètres au sommet de la courbe en aval.

Comme il s'agit d'une rivière à marée, les points de changements de courbure des deux rives se trouvent presque en regard l'un de l'autre.

On estime à 4 million de mètres le cube des dragages à faire pour donner immédiatement au lit du fleuve la forme que l'on se propose de réaliser et de maintenir.

L'extension de la rade *vers l'aval* a fait l'objet de divers projets ; le choix du Gouvernement s'est arrêté sur celui proposé jadis par M. Stessels, et au sujet duquel M. Pierrot, ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées, chef du service de l'Escaut maritime, s'exprime

comme il suit dans un rapport adressé au Gouvernement le 23 juin 1897 :

### **Projet Stessels.**

Son auteur, chef et créateur du service hydrographique en Belgique, a adressé son travail à M. le Ministre des Travaux publics par lettre du 2 juin 1874. Ce projet prévoit le creusement d'une coupure, dont le tracé, à courbure douce, quitte l'Escaut à Anvers, au Kattendyk, pour le rejoindre à Kruisschans; il supprime donc toutes les courbes qui, à l'aval d'Anvers, nuisent au régime du fleuve, gênent la navigation et entravent l'évacuation des glaçons.

M. Hawkshaw, célèbre ingénieur anglais, consulté par M. le Ministre des Travaux publics sur les travaux à exécuter à l'Escaut en vue de l'amélioration de la navigation et de l'extension de la rade d'Anvers, recommanda vivement l'adoption du projet Stessels dans son rapport du 3 août 1874.

M. Maus, directeur général des ponts et chaussées, dans une note datée du 19 juillet 1881 et présentée au Comité permanent des Ponts et Chaussées dans sa séance du lendemain, insistait fortement en faveur de l'exécution du projet Stessels, afin, disait-il, de procurer au port d'Anvers un développement en rapport avec celui de la navigation à vapeur. Pour M. Maus, la rapidité de la marche des navires sur le fleuve et la célérité de leurs opérations dans le port sont les seuls facteurs qui puissent assurer l'avenir de la place d'Anvers. Dans cet ordre d'idées, il demandait la suppression de toutes les entraves à la navigation et l'extension la plus grande possible des quais en rivière. M. Maus présentait sa note comme le produit des réflexions faites pendant les quatorze années qu'il avait été appelé à étudier notre fleuve en sa qualité de membre des diverses commissions qui ont eu à s'occuper du sort de la grande voie mettant Anvers et la Belgique en communication avec les ports des deux mondes.

Cette note était accompagnée d'une lettre, dans laquelle M. le lieutenant général Brialmont, inspecteur général du génie, émettait l'avis qu'il pouvait être facilement pourvu à la défense d'Anvers en cas d'exécution de la Coupure Stessels.

En 1894, vous avez, Monsieur le Ministre, demandé à M. Fran-



zius (1), ingénieur en chef directeur des travaux de la ville de Brême, de bien vouloir examiner les divers projets élaborés pour l'amélioration de l'Escaut. Dans un rapport que cet éminent ingénieur vous a adressé sous la date du 1<sup>er</sup> juillet 1895 (*voir* annexe A et annexes I à VII), il s'est prononcé catégoriquement pour la grande coupure, sous l'unique réserve que l'on exécutât, à l'amont et à l'aval de la dérivation, les travaux qu'exigera la situation de l'Escaut modifié.

En vue de conserver intacts le bassin America, la batterie-coupole et les terrains du Nord à l'intérieur de l'enceinte, M. Franzius proposa une variante au tracé Stessels.

Le 12 novembre 1896, M. Lindon W. Bates vous a soumis des propositions pour l'exécution, en deux années, de la coupure, avec 4,800 mètres de murs de quai en eau profonde, et de différents travaux accessoires. Le tracé adopté par lui figure sur l'extrait de la carte de l'état-major, formant l'annexe VIII à la présente. Vous avez bien voulu, Monsieur le Ministre, me charger de soumettre le tracé Bates à l'avis de M. Franzius et d'exposer au célèbre ingénieur allemand les défauts et les avantages des différents tracés proposés pour la grande dérivation.

M. Franzius a fait connaître son avis dans un rapport qu'il vous a adressé sous la date du 8 mars dernier (*voir* annexe B). Il se rallie entièrement au tracé Bates, et les avantages à résulter de l'exécution de la grande dérivation et des travaux qu'elle entraîne sur les parties amont et aval de l'Escaut, sont résumés par lui comme il suit :

1<sup>o</sup> Le régime du fleuve, tant à l'amont qu'à l'aval d'Anvers, subira une amélioration fort sensible et durable ;

---

(1) M. Franzius, par les travaux qu'il a exécutés au Weser maritime, entre Brême et Bremerhafen, s'est acquis une grande réputation et est devenu une réelle autorité en science hydraulique. Le Weser présentait jadis un cours des plus irréguliers, son lit à fond sableux et mobile, était encombré de bancs et d'îlots, la navigation sur Brême n'était possible que pour des bateaux dont le tirant d'eau ne dépassait pas 2<sup>m</sup>50 à 3 mètres. M. Franzius presenta un projet d'après lequel le Weser rectifié et amélioré devait porter des navires calant au moins 5<sup>m</sup>50. Les travaux exécutés sous sa direction ont répondu entièrement aux prévisions et ont même donné davantage, car aujourd'hui on remonte vers Brême avec un tirant d'eau de 6<sup>m</sup>50. Le développement du port à la suite de cette amélioration de la rivière a été fort considérable.

Actuellement, M. Franzius est occupé à des travaux d'amélioration du Weser extérieur. Dans un avenir prochain, on trouvera, même à marée basse, au moins 8 mètres d'eau devant le port de Bremerhafen. Ce moment est attendu avec impatience par le *Norddeutscher Lloyd*, qui pourra donner alors à ses services maritimes une régularité bien plus grande qu'à présent, puisqu'il pourra organiser ses départs à des heures fixes, sans avoir à tenir compte de la hauteur de la marée.

2° A l'aval de la ville, le chenal sera fixé le long de la rive droite, de sorte qu'on pourra étendre les quais selon les besoins du port ;

3° La navigation, même pour les navires à fort tirant d'eau, sera possible à tout moment de la marée ;

4° La suppression des coudes brusques suffira pour faciliter, par des hivers rigoureux, l'évacuation des glaçons, à tel point que l'emploi de brise-glaces deviendra inutile.

Le projet Stessels a donc rencontré l'appui des hommes les plus compétents dans l'art de l'ingénieur de rivières maritimes, et sa réalisation peut être poursuivie sans appréhension aucune. Je vais examiner les conditions dans lesquelles ce projet pourrait être exécuté et les conséquences qu'aurait cette exécution au point de vue d'autres questions connexes au déplacement de l'Escaut et à l'extension des installations maritimes d'Anvers.

**Tracé.** — De tous ceux qui ont été dressés jusqu'à ce jour, celui figuré sur la carte annexe VIII est le plus rationnel.

De l'origine amont des quais actuels jusqu'à Kruisschans, la rive droite, concave, est formée par une série de courbes dont le rayon augmente d'abord pour diminuer ensuite et tomber à un minimum au quai du Rhin ; puis, il reprend des valeurs croissantes jusqu'à Kruisschans.

Si cette coupure était réalisée, l'Escaut coulerait, de Burght à Kruisschans, dans un lit concave sur la rive droite, formé par une courbe fort régulière, ni trop ouverte ni trop fermée. Ces conditions sont des meilleures pour que le lit, sous l'action tant du jusant que du flot, prenne une forme stable, avec passe profonde et large du côté de la rive concave.

Toutefois, pour que ce chenal, dans la section future Burght-Anvers-Lillo, soit le plus favorable possible à la navigation, il ne suffit pas d'exécuter le redressement en question, il faut encore améliorer le cours actuel du fleuve, en amont et en aval, afin de faciliter le développement de la vague-marée et de rendre parfaitement régulier le mouvement de l'onde.

En amont, il y aura à exécuter les travaux dont les études entamées nous feront reconnaître l'utilité.

En aval, le lit devra être régularisé en plan, en largeur et en profondeur. M. l'ingénieur en chef directeur Franzius a indiqué, en tracé et en profils, une cunette à réaliser entre Bath et l'extrémité aval du redressement projeté.

Tout en partageant les idées de M. Franzius, je voudrais voir modifier son projet. D'une part, il faudrait adopter un tracé plus doucement courbé que le sien, par exemple celui du lit mineur que j'ai fait figurer en gros traits sur le plan (annexe IX) ci joint, qui est une réduction de la carte hydrographique néerlandaise; d'autre part, il faudrait prolonger le nouveau lit jusque dans le schaar de Waarde. Dans ce schaar, on ne trouve, à marée basse, pas moins de 13 mètres d'eau. Les dimensions exactes à donner au nouveau lit mineur devront être fixées ultérieurement.

En adoucissant les courbures des rives, j'ai pour but de réaliser un chenal de navigation à courbes peu sensibles, d'une bonne largeur et d'une profondeur non exagérée, en un mot le chenal présentant le plus de facilités possible.

En poussant l'amélioration jusqu'en face de Waarde, j'ai en vue, d'abord, de supprimer le passage sur le seuil du Zuidergat, où les grands navires ne trouvent assez d'eau qu'à mer un peu montée; ensuite et surtout, d'améliorer la situation près de Bath. Le fleuve forme en cet endroit un coude très prononcé et, de plus, son lit majeur est d'une largeur excessive. L'onde-marée ne pénètre et circule dans cette région qu'avec de grandes difficultés et elle y perd beaucoup de sa puissance hydraulique. En creusant dans cette section du fleuve un lit mineur bien proportionné, dont les rives concaves seraient fixées par des jetées constituées au moyen de plates-formes coulées jusqu'au niveau de marée basse et figurées sur la carte par un gros trait noir renforcé, on faciliterait la translation de la vague-marée, et ce, au grand profit de la partie améliorée du fleuve et de la partie située en amont d'Anvers. Au fur et à mesure de l'exécution des travaux, la puissance hydraulique de cette onde augmenterait et contribuerait grandement au creusement du lit à créer.

Ces travaux devant être effectués sur le territoire néerlandais, leur exécution suppose le concours du gouvernement des Pays-Bas; je ne doute pas un instant que ce concours ne nous soit accordé sans difficulté, voire même avec empressement.

Le lit du fleuve ainsi modifié, nous verrions les lieux géométriques des marées basses et des marées hautes prendre une allure plus régulière que celle qu'ils affectent aujourd'hui et, de plus, diminuer d'altitude dans la région améliorée, c'est-à-dire qu'à Anvers la marée marquerait une cote légèrement inférieure à celle qu'on lit aujourd'hui, tant à pleine qu'à basse mer. Le lit du fleuve se creuserait sensiblement et nous aurions un chenal de navigation régulier, d'une



profondeur supérieure à celle d'un peu plus de 8 mètres sur laquelle a compté M. Franzius. Il me serait impossible de dire en ce moment quelle sera cette profondeur, mais je ne crois pas m'avancer trop en la fixant à environ 10 mètres.

Une autre conséquence de ces travaux serait que la violence des courants en certains endroits serait réduite, et ce, au profit de la sécurité de la navigation : la vitesse moyenne serait légèrement augmentée, mais sans conséquence fâcheuse aucune.

En jetant un coup d'œil sur la carte hydrographique, on constate immédiatement que, si les améliorations préconisées — redressement entre Anvers et Lillo et régularisation du lit en aval jusqu'à Waarde — étaient réalisées, le lit de l'Escaut se composerait d'une suite de courbes et de contre-courbes fort bien raccordées et à courbures nullement exagérées. Les partisans de la prétendue loi dite « sinusoïdale » devront donc reconnaître que le tracé satisfait à toutes leurs exigences. Certains d'entre eux formuleront peut-être une réserve, à savoir que les courbes présentent un trop grand développement. Je ferai remarquer d'abord qu'en amont d'Anvers, l'Escaut se maintient fort bien sous profil sans dragage aucun, et cependant ses eaux y coulent dans des courbes longues et très ouvertes. Ensuite, je renseignerai qu'ayant fait relever, par gabarit, le tracé du lit futur entre Burght et Kruisschans et ayant fait présenter ce gabarit sur la section néerlandaise du fleuve, où celui-ci creuse son lit à sa fantaisie dans les bancs de sable qu'il couvre à pleine mer, j'ai trouvé qu'il existait deux chenaux sensiblement de même forme, l'un s'étendant de Waarde à Hoedekenskerke, l'autre des bancs d'Ossensisse à Ellewoutsdyk. Or, si le fleuve creuse lui-même des cunettes de l'espèce dans des bancs de sable où il opère en liberté, nous pouvons hardiment affirmer qu'il se plaira dans une cunette artificielle, dont la rive concave est garnie, sur les deux tiers de sa longueur, d'une paroi unie, laquelle attire et fixe le courant (1). Les adversaires des courbes à grande ouverture et les ingénieurs qui prétendent que l'Escaut obéit à des lois hydrauliques particulières, peuvent donc être rassurés sur l'avenir du fleuve, pour le cas où les travaux en question seraient exécutés. Cet avenir

(1) La courbe de Burght à Kruisschans aurait environ 14 kilomètres de longueur : elle ne présenterait rien d'exagéré en comparaison des courbes qu'on trouve sur d'autres fleuves à régime maritime, par exemple l'Elbe inférieur : la courbe Cuxhaven-Brunshüttel, entrée du canal de la Baltique, a 29 kilomètres de longueur, et la courbe suivante, Brunshüttel-Gluckstad, 24 kilomètres.

est des plus brillants, car il nous permettra de voir circuler à marée basse, entre Anvers et la mer, les navires du plus fort tonnage.

Le creusement de la coupure exige un déblai de 38,100,000 mètres cubes, mais comme ce travail peut être fait avec des dragues à cutter, il ne demanderait pas beaucoup de temps et ne coûterait pas cher.

Le nouveau lit absorbe la batterie-coupole et le bassin America, mais il respecte le bassin Africa ou Lefebvre, ainsi que le magasin à grains construit récemment sur la rive ouest de l'America, ce qui n'était pas le cas dans le tracé primitif. La suppression du bassin America, occupé par les pétroles, constitue un grand sacrifice, mais il aurait pour résultat heureux la relégation de cet article dangereux dans une partie du port où un incendie n'aurait pas les mêmes conséquences désastreuses qu'à l'emplacement actuel.

La rive concave du tracé est sensiblement en saillie sur le quai du Rhin. Il est possible, voire probable, que la reconstruction de ce mur de quai s'imposera dans l'avenir; il se peut toutefois qu'on échappe à cette obligation. En effet, comme conséquence du coude prononcé d'Austruweel, de grandes profondeurs règnent dans l'Escaut au droit du quai du Rhin; le fleuve creuse son lit au point que le pied du mur doit être défendu par des enrochements en moellons, à nourrir tous les deux ans. Si, la coupure faite, nous retirons une partie de ces moellons, le lit prendra une forme en rapport avec le régime futur du fleuve — profondeurs réduites — et en rapport avec la nature des matières solides que charrie l'eau : sable et vase. Il est possible que les dépôts n'atteignent pas, à la rive droite, une hauteur suffisante pour empêcher l'accostage des navires. Si cependant cette éventualité se réalisait, on pourrait essayer des dragages; au cas où ceux-ci devraient être renouvelés souvent, on aurait à examiner s'il ne conviendrait pas de placer devant le mur de quai un embarcadère flottant à l'instar du Landingstation dans la Mersey, à Liverpool. Enfin, si, dans toutes ces directions, on ne rencontrait que déception, il faudrait bien se résigner à la reconstruction du mur de quai. Ce travail pourrait, en tous cas, être fait sans gêne aucune pour le mouvement en rade.

**Barrage du lit actuel de l'Escaut.** — Dès que la dérivation sera ouverte, elle sera pratiquée immédiatement par la navigation. Quant à la vague-marée, elle se divisera en deux parties, dont l'une, la plus importante, suivra la nouvelle cunette, et l'autre, l'ancienne. Les vitesses dans les deux lits seront moindres que celles qui seraient

réalisées dans un lit unique et des ensablements se produiront. Pour les réduire à un minimum, il faut hâter, autant que possible, la fermeture du bras gauche.

L'emplacement qui convient le mieux pour l'établissement d'un barrage est celui figuré sur la carte (annexe VIII). En cet endroit se rencontreront les courants de flot montant la cunette actuelle, avec ceux qui suivront la nouvelle cunette pour redescendre ensuite dans l'ancienne. Les vitesses des courants de flot seront donc nulles en ce point, ou à peu près, circonstance favorable à la construction d'un barrage.

Dans l'intérêt du régime du fleuve, il importe que l'ancien lit soit barré le plus rapidement possible. Différents modes de construction répondent à ce but ; en voici deux :

Constituer le noyau du barrage par une digue en plates-formes de fascinages coulées, les supérieures en retraite sur les inférieures ; verser du remblai des deux côtés de ce noyau et défendre ce remblai ;

Couler successivement des moellons en gradins, de manière à former les talus du barrage, et fouler du remblai entre les gradins par les tuyaux de décharge des dragueurs. Comme on pourra approvisionner d'avance des moellons en quantité suffisante, ce mode de construction me paraît être celui qui demanderait le moins de temps.

Qu'on ait recours à l'un ou à l'autre de ces deux modes de construction, les deux bras ne resteront jamais assez longtemps ouverts simultanément pour que, dans le lit nouveau, il puisse se former des dépôts compromettants pour la navigation ; de ceux qui se produiront, on aura facilement raison par quelques dragages.

**Murs de quai.** — Toute la rive concave de la dérivation, longue de 10 km. 5, est susceptible de recevoir un mur de quai ; si un jour ce mur était entièrement construit, nous aurions sur la rive droite 16 kilomètres de quais en rivière. Pour le moment, un mur de cette étendue n'est point nécessaire et on pourrait se contenter de 5 kilomètres, par exemple ; dès lors, l'écluse du Kattendyk deviendrait sensiblement le point central des installations en rivière, car on aurait à l'amont 5 km. 5 de quai et à l'aval 5 kilomètres.

Devant le nouveau mur on trouvera une bonne profondeur, car le courant non seulement serrera la rive, qui est concave, mais il la creusera, parce que le mur constitue une paroi lisse, laquelle sera cause d'une augmentation de vitesse de l'eau. Ainsi qu'il a été dit plus haut, il est impossible de préciser, dès maintenant, quelle sera la profon-



deur que nous aurons devant le quai, mais je ne crains nullement d'être taxé d'exagération en l'évaluant au minimum à 10 mètres sous marée basse. Ce mouillage suffira pendant longtemps encore, si pas toujours, aux besoins de la grande navigation.

Lorsqu'il s'agira d'élaborer un projet de mur à construire, il faudra tenir compte de l'existence et des conséquences du courant longeant le quai, donc descendre suffisamment les fondations et protéger celles-ci contre tout affouillement.

Le mur de quai en dérivation pouvant être établi à sec, bien entendu avec épuisement d'eau, il sera d'une construction fort rapide et relativement peu coûteuse.

**Bassins.** — Il ne m'appartient pas de rédiger un projet d'extension des bassins de la ville. Néanmoins, j'ai élaboré un avant-projet, qui figure sur la carte (annexe VIII), dans le but de montrer combien fautive est l'idée répandue que le redressement de l'Escaut aurait pour résultat d'empêcher ou de rendre difficile l'agrandissement des bassins d'Anvers.

Le dispositif que je préconise comprend un bassin principal, rectiligne, sensiblement parallèle au nouvel Escaut, d'une largeur suffisante pour que les plus grands navires puissent y virer malgré la présence à quai de bâtiments de mer. Ce bassin est en communication avec l'Escaut par une écluse à sas, laquelle pourra être pratiquée, à tout moment de la marée, par les bâtiments du plus fort tonnage, vu que nous aurons suffisamment de profondeur dans le fleuve. Cette écluse, si elle a des dimensions suffisantes et si elle est bien outillée, pourra suffire à un trafic fort considérable. Le bassin principal est relié au bassin Africa par un chenal de largeur convenable.

Perpendiculairement au bassin principal, s'implantent des darses A, B, C, D, E, de telle largeur qu'on jugera utile, séparées par des terre-pleins assez développés pour que les quais puissent recevoir des hangars desservis, des deux côtés, par une série de voies ferrées, et pour qu'au centre il reste encore assez de place pour la voirie, même pour des bâtisses. Il va de soi que ces bassins ne seraient creusés qu'au fur et à mesure des besoins du port.

A l'origine des darses on pourrait établir des ponts tournants, mais il ne faudrait le faire que si leur nécessité était démontrée d'une manière absolue, et ce, afin de ne pas entraver la manœuvre des navires.

Mieux vaudrait, me semble-t-il, assurer le passage des personnes

par des ferry-boats, du genre de ceux qu'on voit circuler en grand nombre dans le port de Hambourg.

L'exploitation par chemin de fer des nouveaux établissements maritimes se fera fort facilement, grâce aux dispositions suivantes : les parties nouvelles de quai au sud de la nouvelle écluse seront desservies par un embranchement se détachant de la ligne Anvers-Rotterdam au nord du pont fixe à établir sur la nouvelle section du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, et franchissant le chenal au nord du bassin Africa sur un pont mobile mais surélevé, qui livrera passage aux bateaux d'intérieur sans qu'il soit nécessaire de manœuvrer le tablier. Toutes les autres parties du mur de quai auront leurs voies dépendant d'une station nouvelle Anvers-Nord, à créer sur la ligne de Rotterdam. L'exploitation des voies ferrées pourra donc être faite sans passage sur l'écluse maritime, circonstance qui sera vivement appréciée par l'Administration des Chemins de fer.

La superficie des bassins nouveaux est considérable ; avec les quais et les bassins actuels et les quais à construire en rivière, elle suffira longtemps à tous les besoins d'Anvers. Le jour où l'on ne se trouvera plus à l'aise, il sera facile d'étendre encore cette superficie vers le Nord, pourvu que, dès maintenant, la ville se rende propriétaire des terrains dont elle pourra avoir besoin.

**Bassin d'industrie.** — En vue de tirer parti du bras de l'Escaut désaffecté, je propose de le barrer aussi bien à son extrémité aval qu'à son extrémité amont, selon ce qui est figuré sur la carte (annexe VIII). On créerait de la sorte un immense bassin, de 8 à 9 kilomètres de longueur, de 500 à 800 mètres de largeur en gueule, dont la régularisation, tant en tracé qu'en profondeur, ne coûterait pas cher. Une écluse maritime, à construire dans le coude concave de la rive gauche le plus proche de ce bassin, donc à Liefkenshoek, donnerait accès à un bout de canal à grande section, lequel conduirait au bassin ; un second accès, pour petits bateaux, pourrait être établi vers l'amont. Si, plus tard, ce bassin devenait insuffisant, il serait facile de l'agrandir en creusant des darses dans différentes directions.

L'État pourrait exploiter lui-même ce bassin, en concédant ou en vendant les rives aux industriels, ou bien il pourrait, par convention, en abandonner l'exploitation à la ville d'Anvers.

Je suis convaincu que ce bassin, accessible aux plus grands bâtiments de mer, attirerait, en fort peu de temps, un grand nombre d'industries mettant en œuvre des matières premières d'outre mer et

qui expédient par mer une partie ou la totalité de leurs produits manufacturés. L'immense superficie de terrain non bâti et peu coûteux, disponible le long du bassin, permettrait aux industriels et à leur personnel de s'établir dans les conditions les plus avantageuses possibles. Ce serait la solution la plus parfaite et la plus logique de la question dite « de la rive gauche ».

**Détournement du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut. —**

Au Dam, la navigation d'une part, la circulation ordinaire et l'exploitation des chemins de fer d'autre part, se gênent réciproquement au point qu'il faut, le plus tôt possible, porter remède à la situation, en tenant compte de l'extension des bassins vers le Nord.

La solution la plus simple et la plus complète serait, d'après moi, la suivante : la grande courbe du canal à la Porte de Bréda serait continuée sur une certaine longueur, puis le canal prendrait l'alignement du quai nord du bassin du Kattendyk ; il déboucherait dans celui-ci à son angle N.-E. Cette nouvelle section du canal pourrait être reliée au bassin dit « du Canal » ou « Asia », par un embranchement que figure un pointillé sur la carte. Le débouché actuel du canal serait comblé jusqu'en amont du pont tournant du chemin de fer ; au-delà, rien ne serait changé à l'état de choses existant, afin de respecter les situations acquises. La ligne du chemin de fer Anvers-Rotterdam franchirait le canal sur un pont fixe. La route vers Bréda, après avoir passé en viaduc sous le railway, quitterait sa direction actuelle pour obliquer à gauche, atteindre un pont fixe sur le canal et retrouver, sur la rive droite de celui-ci, le tracé qu'elle suivait jadis, avant le creusement du canal.

Le plan d'eau sur la nouvelle section du canal serait le même que celui des bassins de la ville. Il en résulterait que le déversoir régulateur du débit, qui se trouve maintenant à la porte de Bréda, ne pourrait être maintenu à son emplacement actuel, car les manœuvres qu'on y ferait influeraient sur la tenue des eaux à l'intérieur de la ville et pourraient engager gravement la responsabilité de l'Etat. Ce déversoir devrait être reconstruit en amont de l'écluse n° 16, sur l'une ou l'autre rive, selon la solution qu'on donnera à la question de l'écoulement des eaux extérieures de l'enceinte.



**Assèchement des terrains riverains et détournement  
des Schyn et autres cours d'eau.**

*Polders de la Flandre orientale.* — Si l'ancien lit de l'Escaut était laissé ouvert à l'aval, ces polders conserveraient leur écoulement actuel ; mais si l'on barrait ce lit à l'amont et à l'aval, il faudrait créer pour ces polders de nouvelles voies d'écoulement, débouchant à l'aval de Liefkenshoek.

*Ilot entre l'ancien et le nouvel Escaut.* — Si l'ancien lit n'était pas fermé à l'aval, cet ilot serait asséché par ses voies actuelles ; mais si la solution contraire prévalait, il faudrait évacuer les eaux sur la nouvelle section du fleuve.

*Terrains de la rive droite.* — Il faut considérer séparément ceux qui se trouvent à l'intérieur de la future enceinte et ceux qui sont situés à l'extérieur. Le tracé de cette enceinte m'est inconnu, mais, pour fixer les idées, je supposerai qu'il englobera Eeckeren et Wilmarsdonck.

Toutes les eaux extérieures à cette enceinte devront être conduites directement en rivière, sans traverser les remparts, comme il sera dit ci-dessous. Dès lors, à l'intérieur des fortifications, on n'aura plus à s'occuper que des eaux pluviales et des eaux ménagères. Les terre-pleins entre l'Escaut et les nouveaux bassins seront assainis par des égouts débouchant directement en rivière, et les terre-pleins situés derrière et entre les darses seront drainés par des égouts contournant les bassins et dirigés ensuite vers le fleuve par le nord et par l'ouest.

Il reste à résoudre la question de l'écoulement dans l'Escaut des nombreux cours d'eau qui se dirigent vers l'enceinte actuelle d'Anvers, supposée prolongée comme il a été admis ci-dessus. On peut y arriver de deux manières.

La première solution consisterait à conduire à l'Escaut, au sud d'Anvers, les eaux du Grand Schyn et du Petit Schyn augmentées du trop-plein du canal débité par un déversoir à construire dans la digue gauche du canal, en amont de l'écluse n° 16, à Merxem. Cet écoulement coûterait cher, à moins qu'on ne puisse jeter les eaux dans le fossé capital des fortifications, pour les évacuer par l'écluse militaire du sud, ce qui exigerait la démolition de nombreux batardeaux dans le fossé, chose à laquelle le Génie militaire ne consentirait probablement pas. Les eaux des ruisseaux coulant à droite du canal de la Campine seraient dirigées vers le nord, comme il va être dit.

La seconde solution consisterait à conduire, par siphon, les eaux du Grand Schyn et du Petit Schyn vers la rive droite du canal, où elles se joindraient au trop-plein du déversoir établi cette fois dans la digue septentrionale, à l'amont de l'écluse de Merxem; ces eaux réunies s'écouleraient par une cunette unique, dirigée vers l'enceinte future d'Anvers, dont elle deviendrait l'avant-fossé. Cet émissaire recueillerait le débit de tous les cours d'eau qu'il couperait, et il déboucherait dans l'Escaut par une écluse à marée; il serait prudent d'accoler à cette écluse une machine d'épuisement, afin de pouvoir parer à toutes les éventualités, principalement pendant les périodes de pluies abondantes et persistantes.

Le tracé de l'enceinte future m'étant inconnu, j'ai dû me borner à indiquer sur la carte une direction approximative de la cunette à creuser; de l'amont de l'écluse n° 16, elle se dirige vers l'extrémité orientale de la digue d'Eeckeren, qu'elle longe ensuite jusqu'à l'Escaut.

ANNEXE A.

Bremen, den 1 Juli 1895.

*An Seine Excellenz dem Minister für Landwirthschaft  
und öffentliche Arbeiten, Herrn Leon De Bruyn,  
Brüssel.*

EURER EXCELLENZ,

Beehre ich mich anbei mein Gutachten über die zweite und dritte der mir unter dem 6 November v. J. s. vorgelegten drei Fragen nebst einer Mappe, 2 Karten und 5 Blatt Zeichnungen enthaltend, vorzulegen.

Bei meiner Anwesenheit in Brüssel im Herbst vorigen Jahres sprach ich bezüglich der mir zur Begutachtung vorgelegten Projekte für die Ausbildung der Schelde unterhalb von Antwerpen die Ansicht aus, dass das Projekt der Herren Bovic-Dufourny genügen würde, um allen Anforderungen zu entsprechen.

Das eingehende Studium der Verhältnisse und namentlich die mir eingesandten Berichte über die Eisverhältnisse auf der Schelde zu Anfang dieses Jahres überzeugten mich jedoch, dass der von den Herren Bovic und Dufourny projektirte Verlauf der Schelde nicht im Stande sei, der Gefahr einer Abschliessung Antwerpens von der See in Folge von Eisversetzungen genügend vorzubeugen; ausserdem werden durch dieser Trace die Schwierigkeiten, welche die Navigation auf einem gewundenen Flusslauf bietet, nicht beseitigt, während andererseits eine Verschiebung von Antwerpen in grössere Entfernung von der See mit allen daraus entstehenden Consequenzen für die Antwerpener Rhede sich bei diesem Projekt erheben. Alle diese Nachtheile, die sich erst nach eingehende Studium dieses Projektes und durch Vergleich mit dem Hawkshaw-Brialmont'schen einstellten, bestimmten mich, gegen meine erste Meinung diesem letzteren den Vorzug zu geben.



ANNEXE A.

Brême, 1<sup>er</sup> juillet 1895.

*A Son Excellence Monsieur Léon De Bruyn,  
Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics,  
à Bruxelles.*

EXCELLENCE,

J'ai l'honneur de vous faire parvenir par la présente ma réponse à la deuxième et à la troisième des trois questions qui m'ont été posées le 6 novembre dernier, ainsi qu'une farde renfermant deux cartes et cinq feuilles de dessins.

Lors de ma présence à Bruxelles pendant l'automne dernier, j'ai exprimé l'avis, au sujet des projets qui m'étaient soumis pour l'amélioration de l'Escaut en aval d'Anvers, que le projet de MM. Bovie et Dufourny suffirait à faire face à toutes les exigences.

L'étude approfondie de la situation et notamment les rapports qui m'ont été envoyés au sujet de la débâcle des glaces sur l'Escaut, au commencement de cette année, me donnèrent toutefois la conviction que le tracé de l'Escaut projeté par MM. Bovie et Dufourny n'était pas capable d'obvier dans une mesure suffisante au danger d'une rupture de communications entre Anvers et la mer par suite des glaces; de plus, ce tracé n'évite pas les inconvénients que le cours sinueux d'un fleuve présente pour la navigation; d'autre part, il a pour résultat un plus grand éloignement d'Anvers de la mer, avec toutes les conséquences qui en dérivent pour la rade anversoise.

Tous ces désavantages, qui se révélèrent seulement après une étude approfondie et par la comparaison avec le projet Hawkshaw-Brialmont, m'amènèrent à donner la préférence à ce dernier projet, contrairement à mon opinion primitive.

Wenn ich auch nach Lage der Verhältnisse mir nicht verhehlen konnte, dass es bei dem *embarras de richesses* eine, ich möchte sagen, undankbare Aufgabe war, zu all den Projekten noch eins hinzuzufügen, so habe ich doch nicht gezögert, die in der Karte Anlage II dargestellte Variante zu dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt als beste Lösung zu bezeichnen, weil sie in Bezug auf die Erhaltung der bestehenden Anlagen gegenüber dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt grosse Vorzüge besitzt und die in dieser Lösung gebotene Möglichkeit, eine so erhebliche Erweiterung der Quai-Anlagen unmittelbar vor der Stadt vorzunehmen, mir von ungeheurem Vortheil erschien.

Wenn ich in meinem Gutachten aus mangelnden Kenntnissen der in Frage stehenden Werthobjekte, davon Abstand nehmen musste, die finanzielle Seite der Projekte zu beleuchten, so glaube ich, dass am Ende die Ausführung einer Korrektion nach der als Variante zu dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekte in Anlage II dargestellten Trace, nicht mehr Kosten verursachen wird, als nach dem Vorschlage der Herren Hawkshaw-Brialmont. Im Gegensatz zu diesem werden aber neue Anlagen geschaffen, während jenes die Zerstörung bestehender und zum Theil recht werthvoller Anlagen erheischt.

Genehmigen Eure Excellenz die Versicherung meiner grössten Ergebenheit.

FRANZIUS,  
*Oberbaudirektor.*

Quoique je ne puisse me dissimuler que, dans les circonstances actuelles, eu égard à l'embarras des richesses, ce soit une tâche ingrate d'ajouter encore un projet à tous ceux existants, je n'hésite pas, néanmoins, à désigner la variante du projet Hawkshaw-Brialmont, dessinée à l'annexe II, comme la meilleure solution, attendu qu'elle présente un grand avantage sur le projet Hawkshaw-Brialmont, résultant du maintien des installations existantes, et que la possibilité de réaliser au moyen de cette solution une si grande extension des quais immédiatement au droit de la ville me paraît constituer un avantage énorme.

Quoique je doive renoncer, dans mon avis, à examiner le côté financier des projets, attendu que je ne connais pas les valeurs engagées, je crois néanmoins que l'exécution d'une correction du fleuve d'après le tracé indiqué à l'annexe II comme variante au projet Hawkshaw-Brialmont, n'occasionnera, en fin de compte, pas plus de dépenses que la proposition de ces messieurs. Cette solution procurerait, par contre, de nouvelles installations sans exiger, comme le projet Brialmont, la démolition d'installations existantes et, partiellement, très précieuses.

Veillez agréer, Excellence, l'assurance de mon entier dévouement.

FRANZIUS,  
*Ingénieur en chef directeur.*



**Gutachten des Oberbaudirector Franzius zu Bremen  
über eine Korrektion der Schelde.**

Die II<sup>e</sup> und III<sup>e</sup> der von dem Herrn Minister für Landwirthschaft, Industrie und öffentliche Arbeiten unter dem 6 November 1894 mir vorgelegten drei Fragen lauten :

II. Welche Linie und welche Form muss dem Schelde-Bett abwärts von der Schleuse Kattendijk gegeben werden, um folgende Bedingungen zu erfüllen :

Verbesserung des Regime des Flusses, Beständigkeit in der Lage der Fahrrinne, Leichtigkeit für die grosse Seeschifffahrt, möglichste Ausdehnung der Rhede entsprechend den Bedürfnissen des Verkehrs, leichter Eisabgang?

III. Um ein möglichst gutes Regime und die besten Schiffahrtsverhältnisse der Schelde unterhalb Antwerpen zu erlangen, wie und nach welchen Principien muss die Korrektion des Hauptflusses oberhalb der Stadt und seiner Nebenflüsse fortgeführt werden?

Für die Aufstellung eines Special-Projektes ist es unumgänglich nothwendig, den Zustand des Flusses selbst als seiner Nebenflüsse in ihren ganzen den Einwirkungen einer eventuellen Korrektion unterworfenen Theilen zu kennen.

Obwohl das mir zur Verfügung stehende Material keine Angaben über die sekundlichen Wassermengen und Geschwindigkeiten enthält, giebt es über die Querschnitte, Breiten und Tiefen der Schelde abwärts von Antwerpen Aufschluss, dagegen ist es für die Beurtheilung der Verhältnisse der Schelde und ihrer Nebenflüsse von Antwerpen bis zur Fluthgrenze bei Gent unzureichend. Da nun die Kenntniss aller dieser Verhältnisse bei der Bearbeitung eines Projektes für den gesammten Lauf der Schelde und ihrer Nebenflüsse unumgänglich nöthig ist und eine Wechselbeziehung der einzelnen Theile eines jeden Flusses in der Weise stattfindet, dass alle Eingriffe und Verbes-

**Avis de l'Ingénieur en chef Directeur Franzius, à Brême,  
sur une correction de l'Escaut.**

La deuxième et la troisième des trois questions qui m'ont été posées le 6 novembre 1894 par M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics, sont les suivantes :

II. Quel tracé et quelle forme faut-il donner au lit de l'Escaut en aval de l'écluse du Kattendyk pour satisfaire aux conditions suivantes :

Amélioration du régime du fleuve, fixité de la passe navigable, facilités pour la grande navigation maritime, extension de la rade dans la mesure des besoins du trafic, évacuation plus facile des glaces.

III. Afin d'avoir un régime aussi bon que possible pour l'Escaut en aval d'Anvers et les meilleures conditions de navigabilité, comment et d'après quels principes faut-il poursuivre la correction du fleuve en amont de la ville, et de ses affluents ?

Pour pouvoir dresser un projet détaillé, il est indispensable de connaître la situation du fleuve et de ses affluents dans toutes leurs parties qui seraient soumises à l'influence d'une correction éventuelle.

Quoique les documents que j'ai à ma disposition ne renferment pas de données sur les volumes d'eau par seconde ni sur les vitesses, ils donnent des renseignements sur les sections, les largeurs et les profondeurs de l'Escaut en aval d'Anvers ; par contre, ils sont insuffisants pour juger des conditions de l'Escaut et de ses affluents, d'Anvers jusqu'à la limite de la section fluviale près de Gand. Comme la connaissance de toutes ces conditions pour l'ensemble du cours de l'Escaut et de ses affluents est nécessaire pour l'étude complète d'un projet, et que les rapports réciproques des diverses parties d'un même fleuve s'établissent de telle manière que toute emprise ou amélioration

serungen auf einer Flusstrecke Veränderungen im Regime der übrigen Flusstrecke zur Folge haben, so kann es sich in dem nachstehenden Gutachten nur um Aufstellung eines generellen Projekts handeln und zwar nur für denjenigen Theil des Flusslaufes, für welchen die wesentlichen Mittel zur Beurtheilung des gegenwärtigen Zustandes vorliegen.

Hinsichtlich der Ausdehnung der Korrektion auf den Scheldelauf oberhalb von Antwerpen werden die für die untere Schelde im Nachstehenden entwickelten Principien in der Hauptsache auch anzuwenden sein. Bei der Bearbeitung eines Special-Projektes wird jedoch die Aufstellung genauer Wassermengen-Berechnungen mit Rücksicht auf die bedeutenden Nebenflüsse der Schelde nicht zu umgehen sein.

Das umfangreiche Werk von Rochet, *Description hydrographique de l'Escaut depuis son embouchure jusqu'à Anvers*, bildet die wesentliche Grundlage, auf welcher das vorliegende Gutachten basirt; daneben sind einzelne Angaben der Brochure, welche die Herren Troost und Vandervin anlässlich des V<sup>en</sup> Internationalen Binnenschiffahrts-Congresses zu Paris herausgegeben haben, entnommen.

Für die Aufstellung eines generellen Projektes zur Korrektion der Schelde abwärts von Antwerpen konnte mit Rücksicht auf die bei der Schelde in Vergleich zur unkorrigirten Weser einfacheren Verhältnisse, ein Verfahren eingeschlagen werden, welches schneller zum Ziele führte, als dasjenige welches bei Aufstellung des Projektes zur Korrektion der Unterweser nicht zu umgehen war. Die zahlreichen Spaltungen und die innerhalb sehr grosser Grenzen wechselnden Hoch- und Niedrigwasserbreiten, welche die Unterweser vor der Korrektion aufwies, nöthigten langwierige Wassermengen-Berechnungen auszuführen, um bei der Bestimmung der dem korrigirten Fluss zu gebenden Querschnittsgrössen und Niedrigwasser-Breiten die erforderlichen Unterlagen zu erhalten.

Die untere Schelde, womit der zwischen Antwerpen und Bath liegende Theil der Schelde bezeichnet werden soll, dagegen hat einen einheitlichen Lauf, das Niedrigwasser- und das Hochwasserbett nehmen, abgesehen von einzelnen allerdings erheblichen Abweichungen oberhalb und unterhalb der Belgisch-Holländischen Grenze ziemlich allmählich von oben nach unten zu; das Fluthintervall und der Verlauf von Hoch- und Niedrigwasserlinien sind günstig und die Fahrwassertiefen, unter Berücksichtigung des erheblichen Fluthintervalls, trotz der veränderlichen Lage des Fahrwassers für die



effectuée sur une section du fleuve a pour résultat de modifier le régime des autres sections, il ne peut s'agir, dans l'avis émis ci-après, que d'un avant-projet limité à la partie du fleuve pour laquelle on possède les données permettant d'apprécier la situation actuelle.

En ce qui concerne l'extension de la correction du cours de l'Escaut en amont d'Anvers, les principes développés ci-après pour l'Escaut inférieur seront, au fond, également d'application. Cependant, pour l'élaboration d'un projet détaillé, on ne saurait se passer de données précises sur les volumes d'eau, en ce qui concerne les affluents importants de l'Escaut.

Le travail étendu de Rochet : *Description hydrographique de l'Escaut depuis son embouchure jusqu'à Anvers*, forme la base principale du présent avis ; en outre, certaines données sont empruntées à une brochure publiée par MM. Troost et Vandervin à l'occasion du cinquième Congrès international de navigation intérieure à Paris.

Pour l'élaboration d'un avant-projet de la correction de l'Escaut en aval d'Anvers, on peut, eu égard aux conditions plus simples de l'Escaut en comparaison de celles du Wésér avant son amélioration, adopter une méthode qui conduit plus rapidement au but que celle qui a dû être inévitablement employée pour la correction du Wésér inférieur. Les nombreuses ramifications et les différences beaucoup plus grandes de largeur à marée haute et à marée basse que présentait le Wésér inférieur avant la correction, nécessitaient de longs calculs sur les volumes d'eau, afin d'avoir les bases voulues pour la détermination des sections et des largeurs à marée basse à donner au fleuve amélioré.

L'Escaut inférieur — dénomination qui servira à désigner la partie de l'Escaut située entre Anvers et Bath — a, par contre, un cours unique ; les lits majeur et mineur augmentent graduellement de largeur de l'amont vers l'aval, à part toutefois quelques exceptions importantes en amont et en aval de la frontière hollando-belge ; l'amplitude des marées et l'allure des lignes de marée haute et de marée basse sont favorables, et la profondeur de la passe navigable, eu égard à l'amplitude considérable des marées et malgré le manque de fixité de cette passe, est suffisante pour les navires de mer actuels.

jetzigen Seeschiffe genügend. Die Mängel des gegenwärtigen Zustandes der Schelde sind mit anderen Worten verschiedener Natur, als sie bei der Weser waren.

Im nachstehenden soll zunächst eine Beschreibung der Mängel des gegenwärtigen Flusslaufes erfolgen, dann sollen diejenigen Massregeln besprochen werden, welche zur Beseitigung dieser Mängel anzuwenden sein werden, und schliesslich sollen die vorliegenden Projekte der Herren Bovie-Dufourny und HawkshawBrialmont mit Bezug auf die von ihnen zu erwartende Erfüllung der in der II<sup>en</sup> und III<sup>en</sup>. Frage gestellten Forderungen beurtheilt werden. Von einer Besprechung des Troost'schen Projektes ist Abstand genommen, weil dasselbe den grössten Mangel des gegenwärtigen Zustandes, die Krümmung bei Austruweel, nicht beseitigt.

## I.

### BESCHREIBUNG DER MÄNGEL DES SCHELDE-FLUSSES.

Die bestehenden Mängel lassen sich wie folgt zerlegen :

1<sup>o</sup> Mängel, welche vorzugsweise das Regime des Flusses benachtheiligen;

2<sup>o</sup> Mängel, welche vorzugsweise Hindernisse für die Schifffart und den Eisabgang bilden.

Für das *Regime der Schelde* oder mit anderen Worten für das Verhalten der Fluthwelle in der Schelde sind die Fortschrittsgeschwindigkeiten von Hoch- und Niedrigwasser, Dauer der Fluth und der Ebbe und der Verlauf der Hoch- und Niedrigwasserlinien massgebend.

Betrachtet man den Verlauf der Fluthwelle in der Schelde, so erscheint derselbe, abgesehen von einer Verzögerung, welche das Hochwasser zwischen Hoofdplaat und Borsselen erleidet, bis Bath durchaus normal, wie aus folgender Tabelle, welche auf Grund der Angaben von Rochet, Seite 106, 107, 108, sowie der Tafeln Planche 163 und 170 aufgestellt ist, hervorgeht :

Les défauts de la situation actuelle de l'Escaut sont, en d'autres termes, différents de ceux qui existaient au Wéser.

Ci-après viendra d'abord une description des défauts du cours actuel du fleuve ; je discuterai ensuite les mesures à employer pour remédier à ces défauts, et finalement j'examinerai les projets de MM. Bovie-Dufourny et Hawkshaw-Brialmont, au point de vue de ce qu'il faut en attendre quant aux desiderata formulés dans les questions II et III. J'ai renoncé à discuter le projet Troost, attendu que celui-ci n'écarte pas le plus grand défaut de la situation actuelle : le coude d'Austruweel.

## I.

### DESCRIPTION DES DÉFAUTS DU COURS DE L'ESCAUT.

Les défauts existants peuvent s'énumérer comme il suit :

1° Les défauts qui nuisent particulièrement au régime du fleuve ;

2° Les défauts qui constituent principalement des obstacles à la navigation et à l'évacuation des glaces.

En ce qui concerne *le régime de l'Escaut* ou, en d'autres termes, les conditions de propagation du flot, il faut envisager les vitesses de propagation de l'eau à marée haute et à marée basse, la durée du flot et de l'ebbe et l'allure des lignes de marée haute et de marée basse.

Si l'on considère la marche du flot dans l'Escaut, celle-ci paraît tout à fait normale jusqu'à Bath, abstraction faite du retard que la marée haute subit entre Hoofdplaat et Borsselen, ainsi que cela ressort du tableau suivant dressé d'après les données de Rochet, pages 106, 107, 108, et des planches-tableaux 163 et 170 :



BEZEICHNUNG DER PEGELSTATION.	ENTFERNUNG ZWISCHEN PEGELST.	HÖHE DES		FLUTH INTERVALL	DAUER		EINTRITTSZEIT des		Fortschrittgeschwindigkeit pro Sekunde des	
		Hochwassers.	Niedrigwassers.		der Fluth.	der Ebbe.	Hochwassers.	Niedrigwassers.	Hochwassers.	Niedrigwassers.
Vlissingen . . . . .		+ 3.78	+ 0.11	3.67	6 h. 05	6 h. 25	0 h. »	6 h. 25	m.	m.
Hoofdplaat . . . . .	9,200	+ 3.88	+ 0.07	3.81	»	»	0 h. 18	»	8.52	} 6.67
Borsselen . . . . .	2,100	+ 3.92	+ 0.08	3.84	»	»	0 h. 33	»	2.33	
Terneuzen . . . . .	8,700	+ 3.96	+ 0.02	3.94	5 h. 57	6 h. 28	0 h. 47	7 h. 15	10.03	
Hansweert . . . . .	16,000	+ 4.09	- 0.07	4.16	»	»	1 h. 29	»	6.35	} 6.68
Bath . . . . .	16,350	+ 4.39	- 0.08	4.52	»	»	2 h. 07	»	7.17	
Liefkenshoek . . . . .	10,950	+ 4.51	- 0.00	4.58	5 h. 52	6 h. 38	2 h. 25	9 h. 03	10.14	
Antwerpen . . . . .	15,000	+ 4.54	+ 0.13	4.41	5 h. 40	6 h. 50	2 h. 44	9 h. 34	13.16	8.01

DESIGNATION DES STATIONS D'OBSERVATION.	DISTANCES ENTRE LES STATIONS.		HAUTEUR		DIFFÉRENCE DE NIVEAU.	DURÉE		MOMENT DU COMMENCEMENT		VITESSE DE PROPAGATION PAR SECONDE	
	de la marée haute.	de la marée basse.	de la marée haute.	de la marée basse.		du flot.	de l'ebbe.	de la marée haute.	de la marée basse.	de la marée haute.	de la marée basse.
Flessingue. . . . .	9,200	+ 3.78	+ 0.11	3.67	6 h. 05	6 h. 25	0 h. »	6 b. 25	m.	m.	
Hoofdplaat . . . . .	2,100	+ 3.88	+ 0.07	3.81	»	»	0 h. 18	»	8.52	6.67	
Borsselen . . . . .	8,700	+ 3.92	+ 0.08	3.84	»	»	0 h. 33	»	2.33	10.03	
Terneuzen. . . . .	16,000	+ 3.96	+ 0.02	3.94	5 h. 57	6 h. 28	0 h. 47	7 h. 15	6.35	6.68	
Hansweert. . . . .	16,350	+ 4.09	— 0.07	4.16	»	»	1 h. 29	»	7.17	6.68	
Bath . . . . .	10,950	+ 4.39	— 0.08	4.52	»	»	2 h. 07	»	10.14	6.68	
Liefkenshoek. . . . .	15,000	+ 4.51	— 0.06	4.58	5 h. 52	6 h. 38	2 h. 25	9 h. 03	13.16	8.01	
Anvers. . . . .		+ 4.54	+ 0.13	4.41	5 h. 40	6 h. 50	2 h. 44	9 h. 34			

Von Bath aufwärts ist die ungeheure Zunahme in der Fortschrittsgeschwindigkeit des Hochwassers ganz besonders auffallend, während auf dieser Strecke die Fortschrittsgeschwindigkeit des Niedrigwassers innerhalb der zulässigen Grenzen bleibt.

Diese auffallende Erscheinung erklärt sich durch die zu geringen Breiten des Hochwasser-Profils oberhalb Bath, welches die von unten andringenden grossen Wassermengen nicht in genügendem Maasse aufzunehmen vermag und dadurch sowohl ein reichliches Auflaufen der Fluthhöhe als ein so zu sagen sprungweises Vorrücken des Hochwassers veranlasst und bedeutet einen Kraftverbrauch, durch welchen der obere Lauf benachtheiligt wird.

Nach dem an Schlusse des Buches von Rochet aufgetragenen Querprofilen ist das Verhältnis zwischen Hochwasserbreite  $B$  und Niedrigwasserbreite  $b$  im Durchschnitt :

1° auf der Strecke Bath-Lillo, zwischen den Sektionen 4 und 10 :

$$B : b = 1.21 : 1.$$

2° zwischen Lillo und Austruweel :

$$B : b = 1.11 : 1.$$

Ferner, nach den Angaben im Werk, *Voies navigables de la Belgique* :

3° bei Burght  $B : b = 1.25 : 1$  ;

4° bei Hemixem  $B : b = 1.29 : 1$  ;

5° bei Tamise  $B : b = 1.46 : 1$  ;

6° bei Mariakerke  $B : b = 1.43 : 1$ .

Obwohl Angaben über Fortschrittszeiten des mittleren Hoch- und Niedrigwassers und der mittleren Dauer der Ebbe und Fluth für die Flussstrecke oberhalb Antwerpens fehlen, lassen die Beispiele Rochet Pl. 172 und Troost-Vandervin Tafel IV erkennen, dass die Fortschrittsgeschwindigkeit sowohl für Hoch- wie für Niedrigwasser aufwärts von Antwerpen wesentlich geringer sind, als zwischen Antwerpen und der See. Die Kraft der Fluthwelle erlahmt thatsächlich auf der untern Schelde. Im Uebrigen geben Dauer von Fluth und Ebbe unterhalb Antwerpen zu Bermerkungen keinen Anlass.

Auf der Tafel Planche 175 (Rochet) und den Tafeln XI und XII der Brochure Troost-Vandervin, Verbesserung der Schelde-Mündung, in welchen der Verlauf der Hoch- und Niedrigwasserlinien, sowie der gleichzeitigen Wasserstände (Stundenlinien) dargestellt wird, erscheint die Hochwasserlinie sowohl als die Niedrigwasserlinie bis



L'accroissement énorme de la vitesse de propagation de la marée haute, à partir de Bath vers l'amont, est particulièrement remarquable, alors que sur cette section la vitesse de propagation de la marée basse reste dans des limites admissibles.

Ce phénomène remarquable s'explique par les largeurs trop petites du profil de marée haute en amont de Bath ; ce profil n'est pas capable de recevoir dans une mesure suffisante les volumes d'eau considérables venant de l'aval ; il occasionne ainsi un relèvement important de la hauteur du flot, ainsi qu'une propagation, en quelque sorte saccadée, de la marée haute, signes d'une dépense de force nuisible au cours d'amont.

D'après les profils en travers indiqués dans les conclusions du livre de Rochet, le rapport moyen entre la largeur à marée haute  $B$  et la largeur à marée basse  $b$  est le suivant :

1° Sur la partie Bath-Lillo, entre les sections 4 et 10 :

$$B : b = 1.21 : 1.$$

2° Entre Lillo et Austruweel :

$$B : b = 1.11 : 1.$$

Ensuite, d'après les données de l'ouvrage *Voies navigables de la Belgique*, on a :

3° près de Burght  $B : b = 1.25 : 1 ;$

4° près de Hemixem  $B : b = 1.29 : 1 ;$

5° près de Tamise  $B : b = 1.46 : 1 ;$

6° près de Mariakerke  $B : b = 1.43 : 1.$

Quoique les données fassent défaut sur le temps de la propagation de la marée haute moyenne et de la marée basse moyenne et sur la durée moyenne du flot et de l'ebbe, pour la section du fleuve en amont d'Anvers, les exemples cités par Rochet, planche 172, et Troost-Vandervin, tableau IV, font voir que la vitesse de propagation, aussi bien de la marée haute que de la marée basse, en amont d'Anvers, est réellement moindre qu'entre Anvers et la mer. La force de l'onde du flot diminue en fait sur l'Escaut inférieur. Pour le surplus, la durée du flot et de l'ebbe en aval d'Anvers ne donne pas lieu à observations.

Il ressort du tableau planche 175 (Rochet) et des tableaux XI et XII de la brochure Troost-Vandervin, *Amélioration de l'embouchure de l'Escaut*, dans lesquels sont indiqués l'allure des lignes de marée haute et de marée basse ainsi que les niveaux simultanés (niveaux par heure), que les niveaux de marée basse et de marée haute jusqu'à

etwa Thielrode normal. Von dieser Station bis nach Gent macht sich ein Abfallen der Hochwasserlinie bemerkbar, welches um so stärker ist, je höher das Hochwasser in See war. (Vergl. Troost-Vandervin, Tafeln XI und XII : Verlauf einer Nippfluth und einer Springfluth). Die in dem Verlauf des Springfluth-Hochwassers besonders auffallende Erscheinung des normalen Verlaufs bis Thielrode, des allmählichen Abfallens von Thielrode bis Baesrode und des starken Gefälles der Hochwasserlinie von Baesrode bis Wetteren ist auf die ungenügenden Abmessungen des Hochwasserbettes zwischen Antwerpen und Bath zurückzuführen, daher auf dieselben Ursachen, welche die Steigerung der Fortschrittsgeschwindigkeit für Hochwasser zwischen Bath und Antwerpen veranlasst. Die ungenügenden Breiten des Hochwasserbettes verhindern den Durchfluss der Wassermengen, welche dazu erforderlich sind, um den oberen Theil des Flusslaufes, welcher gleichsam als Reservoir zu betrachten ist, anzufüllen.

Die Fluthdauer bei Springfluth ist dieselbe wie bei Nippfluth. Bei Springfluth oder bei stärkerer Fluthentwicklung ist die Einwirkung der ungenügenden Abmessungen des Hochwasserprofils stärker bemerkbar, als bei Nippfluthen, weil bei geringerem Fluthintervall in See geringere Wassermengen das Bestreben haben, in den Fluss einzudringen. Der Aufstau im unteren Flusslauf nimmt daher mit der Zunahme des Fluthintervalls in der See ebenfalls zu, was auch durch die Darstellungen der Tafeln XI und XII Troost-Vandervin bestätigt wird.

Die Niedrigwasserlinie auf der Strecke Gent-Thielrode zeigt eine abnorme Gestalt, welche auf mangelhafte Ausbildung des Niedrigwasserbettes zurückzuführen ist.

Als grösster *Mangel* des gegenwärtigen Zustandes der Schelde zwischen Bath und Antwerpen *für die Schiffahrt und den Eisgang* muss der sehr gewundene Lauf betrachtet werden. Die kleinen Krümmungsradien und namentlich die damit verbundenen grossen Centriwinkel erschweren die Schiffahrt dadurch, dass in diesen Krümmungen sich begegnende Schiffe der Gefahr von Collisionen in hohem Grade ausgesetzt sind.

Für den Eisabgang bilden namentlich die Krümmungen bei Austruweel, beim Fort de la Perle und bei de Kruisschans die Haupthindernisse, wie aus den Berichten aus der Zeit vom 7 Februar bis 20 Februar 1893 hervorgeht.

Für das Regime des Flusses sind starke Krümmungen auch sehr nachtheilig, indem die starken Richtungsänderungen einen Theil der lebendigen Kraft der Fluthwelle verzehren und die mit starken

Thielrode sont normaux. Depuis ce point jusqu'à Gand, on remarque un abaissement du niveau de marée haute, qui est d'autant plus fort que la marée haute est plus élevée en mer (comparer les tableaux XI et XII Troost-Vandervin : Marche d'une marée en mortes eaux et d'une marée en vives eaux). Le phénomène remarquable de la marche normale de la marée haute en vives eaux jusqu'à Thielrode, l'abaissement progressif de Thielrode jusqu'à Baesrode et la chute rapide du niveau de marée haute de Baesrode à Wetteren, doivent être attribués aux dimensions insuffisantes du lit majeur entre Anvers et Bath, donc aux mêmes causes que celles qui produisent l'accroissement de la marée haute entre Bath et Anvers. Les largeurs insuffisantes du lit majeur contrarient le passage des volumes d'eau nécessaires pour remplir la partie amont du fleuve, laquelle doit être considérée, pour ainsi dire, comme un réservoir.

La durée du flot en vives eaux est la même qu'en mortes eaux. En vives eaux, c'est-à-dire lors d'un développement plus rapide du flot, l'influence des dimensions insuffisantes du lit majeur se fait sentir davantage qu'en mortes eaux ; effectivement, lorsque la différence du niveau des marées est plus petite en mer, des volumes d'eau moindres sont destinés à pénétrer dans le fleuve. Le relèvement dans le cours inférieur du fleuve s'accroît, par conséquent, lorsque la différence de niveau des marées en mer est plus grande, ce qui est constaté également par les renseignements des tableaux XI et XII Troost-Vandervin.

Le niveau de marée basse sur la section Gand-Thielrode accuse un profil anormal qui doit être attribué au manque de développement du lit mineur.

Comme défaut principal de la situation actuelle de l'Escaut entre Bath et Anvers, *au double point de vue de la navigation et de l'évacuation des glaces*, il faut signaler le cours très sinueux du fleuve. Les petits rayons de courbure rendent la navigation difficile, en ce sens que les navires qui se rencontrent dans les courbes sont très exposés aux collisions.

Pour l'évacuation des glaces, les courbes d'Austruweel, de Fort-la-Perle et de Kruisschans constituent les obstacles principaux, ainsi qu'il résulte des rapports du 7 au 20 février 1895.

Au point de vue du régime du fleuve, les fortes courbures sont également très nuisibles, attendu que les brusques changements de direction absorbent une partie de la force vive du flot et que l'irrégu-



Krümmungen verbundene Ungleichmässigkeit des Profils (Vertiefung auf der concaven und Anlandung auf der convexen Seite) eine Ungleichförmigkeit der Form des Bettes oberhalb und unterhalb zur Folge hat, wobei der Uebergang in die benachbarte grade oder anders gekrümmte Strecke fast regelmässig mit der Bildung von Untiefen verbunden ist.

## II.

### MASSREGELN ZUR BESEITIGUNG DER AUFGEFÜHRTEN MÄNGEL.

Obwohl, wie bereits erwähnt, die Verhältnisse auf der Schelde wesentlich verschieden sind, als sie bei der unkorrigirten Weser waren, werden bei der Schelde zur Erzielung :

- 1° einer von oben nach unten gleichmässig zunehmenden Tiefe.
- 2° von allmählich nach der Mündung hin grösser werdenden Querschnittsgrössen.
- 3° einer im Gegensatz zum gegenwärtigen Zustand allmählich breiter werdenden Fahrrinne,

Dieselben Mittel, wie bei der Korrektur der Unterweser anzuwenden sein; diese Mittel bestehen in :

- I. Beseitigung aller scharfen Krümmungen.
- II. Festlegung des Niedrigwasserbettes durch Ziehung von Leitdämmen an den Stellen, wo zu grosse Niedrigwasserbreiten vorhanden sind.
- III. Senkung des Ebbespiegels auf der oberen Schelde, namentlich auf der Strecke Gent-Thielrode, durch Ausführung von Baggerungen zur Vergrösserung der sich im ganzen Fluthgebiete bewegenden Wassermengen.

Für die selbstthätige Erhaltung des tiefen Niedrigwasserbettes ist eine thunlichste Vergrösserung des hydraulischen Vermögens, oder der sich im ganzen Flusse bewegenden Wassermenge anzustreben.

Eine Senkung des Ebbespiegels auf der oberen Strecke, namentlich zwischen Gent und Thielrode durch Tieferlegung der Sohle wird, wenn das Hinaufdringen grösserer Wassermengen von unten her nicht



larité du profil, inhérente aux fortes courbures (approfondissement sur la rive concave et atterrissement sur la rive convexe), entraîne une déformation du profil du lit en amont et en aval, ce qui a pour conséquence que le passage à la section suivante, droite ou courbée en sens inverse, est accompagné presque régulièrement de la formation de hauts-fonds.

## II.

### MESURES DE NATURE A REMÉDIER AUX DÉFAUTS MENTIONNÉS.

Quoique, comme nous l'avons déjà dit, les conditions de l'Escaut soient réellement différentes de celles du Wésér non corrigé, il faudra appliquer à l'Escaut les mêmes moyens qu'au Wésér inférieur pour obtenir :

- 1° Une profondeur augmentant uniformément de l'amont vers l'aval;
- 2° Des sections croissant graduellement vers l'embouchure ;

3° Une passe navigable s'élargissant graduellement, contrairement à la situation actuelle.

Ces moyens sont les suivants :

I. — Suppression de toutes les fortes courbures;

II. — Fixation du lit mineur par l'établissement de digues conductrices aux endroits où les largeurs sont trop grandes à marée basse;

III. — Abaissement du niveau d'ebbe sur l'Escaut supérieur, notamment sur la section Gand-Thielrode, au moyen de dragages destinés à augmenter les volumes d'eau qui se meuvent dans toute la longueur du fleuve.

Pour l'entretien naturel de la profondeur du lit mineur, il faut s'efforcer d'augmenter, autant que faire se peut, la puissance hydraulique, c'est-à-dire la masse de l'eau qui se meut dans toute la longueur du fleuve.

Un abaissement du niveau d'ebbe, entre Gand et Thielrode notamment, au moyen d'un approfondissement du plafond, restera sans résultat si on ne rend pas possible la propagation de plus grands

ermöglicht wird, keinen Erfolg in Aussicht stellen. Es muss durch Schaffung eines gehörigen Hochwasserbettes zwischen Antwerpen und Lillo die Bewegung der Fluthwelle erleichtert werden. Die erste Bedingung, welche zur Vergrößerung der sich im Fluss bewegenden Wassermengen erfüllt werden muss, ist daher eine Vergrößerung der Hochwasserbreiten hauptsächlich zwischen Antwerpen und Lillo, wobei eine anderthalbfache Breite der Niedrigwasserbreiten als genügend anzusehen ist. Erst nachdem das Hinaufdringen grösserer Wassermengen in die obere Schelde in dieser Weise ermöglicht sein wird, kann eine Senkung des Ebbespiegels in der oberen Schelde zur Vergrößerung des hydraulischen Vermögens des ganzen Flusses beitragen.

Da, wie bereits in der Einleitung erwähnt, die erforderlichen Grundlagen zur Aufstellung von Wassermengen-Berechnungen für den ganzen der Ebbe und Fluth unterworfenen Fluss und seine Nebenflüsse mir nicht zur Verfügung stehen, müssen die für ein Korrekptions-Projekt anzunehmenden Querschnittsgrößen für Niedrigwasser in anderer Weise bestimmt werden, als dies bei Aufstellung des Korrekptions-Projektes für die Unterweser geschah.

Der eingeschlagene Weg beruht zunächst auf der von Rochet (Seite 79) erwähnten Thatsache, dass die Kapazität des Flusses bei Niedrigwasser sich im Laufe von nahezu einem Jahrhundert nur unbedeutend verändert hat. Rochet giebt die Kapazität des Scheldebettes zwischen Austruweel und Bath zur Zeit Beautemps-Beaupré (im Jahre 1800) zu 139,390,000 cbm, zur Zeit de Jongs (im Jahre 1891) zu 113,182,000 cbm. an.

Die Berechnung der Kapazität nach der letzten Aufnahme vom Jahre 1893 ergibt 128,413,000 cbm. Die für diese Betrachtung verhältnissmässig gute Uebereinstimmung dieser Zahlen während eines so langen Zeitraumes ist auffallend und berechtigt zu der Ansicht, dass diese Kapazität beibehalten werden muss.

Für die Projektirung muss zunächst eine Sohlentiefe angenommen werden. Da die vor etwa einem Jahrzehnt erbauten Scheldekais darauf eingerichtet sind, dass eine Tiefe von 8 m. unter Niedrigwasser vor denselben erhalten werde, erscheint es zweckmässig, für die Sohle des korrigirten Flusslaufes diese Tiefe von 8 m. unter Niedrigwasser bei Antwerpen beizubehalten. Die Niedrigwasserlinie von Antwerpen bis Bath hat nur 21 cm. Gefälle, es kann daher der projektirten Sohlentiefe auch nur ein mässiges Gefälle gegeben werden; eine Sohlentiefe von 8<sup>m</sup>45 unter Niedrigwasser bei Bath erscheint zweckentsprechend.

volumes d'eau venant de l'aval. Il faut faciliter le mouvement du flot entre Anvers et Lillo par la création d'un lit majeur convenable sur cette section. La première condition à remplir pour augmenter la masse des eaux qui se meuvent dans le fleuve est, par conséquent, un accroissement des largeurs à marée haute, principalement entre Anvers et Lillo; on peut considérer comme suffisante, pour cet accroissement, la proportion d'une fois et demie les largeurs à marée basse. C'est seulement après que l'afflux de plus grands volumes d'eau vers l'Escaut supérieur aura ainsi été rendu possible, qu'un abaissement du niveau de l'ebbe dans l'Escaut supérieur pourra contribuer à une augmentation de la puissance hydraulique sur toute la longueur du fleuve.

Comme, ainsi que je l'ai déjà dit dans l'introduction, les bases nécessaires au calcul des volumes d'eau pour toute la partie du fleuve soumise à la marée et pour ses affluents, ne sont pas à ma disposition, je suis obligé, pour déterminer les sections de marée basse à adopter comme bases d'un projet de correction, de recourir à des procédés différents de ceux employés pour dresser le projet de la correction du Wésér inférieur.

La méthode que je vais suivre repose sur le fait cité par Rochet, page 79, que la capacité du fleuve à marée basse ne s'est modifiée que d'une manière insignifiante pendant le cours de près d'un siècle. Rochet cite comme capacité de l'Escaut entre Austruweel et Bath, du temps de Beautemps-Beaupré (1800) : 139,390,000 mètres cubes et, du temps de de Jong (1891) : 115,182,000 mètres cubes.

Le calcul de la capacité, d'après les derniers relevés de 1893, donne 128,413,000 mètres cubes. La concordance relative qui existe entre les chiffres constatés au cours d'un si long intervalle de temps, est remarquable et justifie la conviction que cette capacité doit être maintenue.

Pour l'élaboration du projet, il faut, avant tout, convenir d'une profondeur au plafond. Comme les quais de l'Escaut, construits il y a environ dix ans, sont établis de telle manière qu'une profondeur de 8 mètres à marée basse est maintenue au droit de ces quais, il semble rationnel de conserver cette profondeur de 8 mètres sous marée basse pour le plafond du fleuve corrigé près d'Anvers. Le niveau de marée basse d'Anvers à Bath ne présente que 21 centimètres de pente; on ne peut dès lors donner au plafond qu'une pente également modérée; une profondeur de plafond de 8<sup>m</sup>45 sous marée basse, près de Bath,



Auf der Tafel Anlage III, in welcher das Längenprofil des Fahrwassers der Schelde zwischen Antwerpen und Bath nach dem Angaben von Rochet Planche 58 aufgetragen ist, bleibt die projektirte Sohle, welche Trace man auch verfolge, im Allgemeinen in derselben Tiefe, wie das jetzige Fahrwasser. Einzelne Untiefen, namentlich diejenigen unterhalb und oberhalb des Forts S<sup>t</sup> Philippe, bei Lillo und an der Belgisch Holländischen Grenze, welche zum Theil durch den gekrümmten Lauf, zum Theil durch übermässige Niedrigwasserbreiten veranlasst sind, werden bei Durchführung eines einheitlichen Korrektions-Planes, sofern sie nicht von selbst durch die vermehrte Stromkraft verschwinden, durch Baggerungen zu beseitigen sein.

Geht man nun davon aus, dass das korrigirte Bett der Schelde auf einer Länge von 25 51 km. (der Flusslänge entsprechend, für welche die Kapacitäts-Berechnung durchgeführt ist, nämlich zwischen dem Profil 19 bei Austruweel und Profil 1 bei Bath) unter Niedrigwasser 128,413,000 cbm. fassen soll, so ist die nächste Frage, welche Querschnitte müssen dem korrigirten Flusslaufe gegeben werden, um dieses Fassungsvermögen zu erhalten?

Auffalender Weise giebt es ein Profil, nämlich Profil 11 bei Kruisschans, dessen Querschnittsgrößen und Niedrigwasserbreiten im Laufe von nahezu 100 Jahren fast constant geblieben sind.

Es betrug nämlich der Querschnitt :

Im Jahre 1800 :	4,750 qm,	die Breite 670 <sup>m</sup>
— 1862 :	4,840 qm,	— 625 <sup>m</sup>
— 1877 :	4,360 qm,	— 647 <sup>m</sup>
— 1891 :	4,440 qm,	— 652 <sup>m</sup>
— 1893 :	4,350 qm,	— 680 <sup>m</sup>

Oder im Durchschnitt Querschnitt  $F_0 = 4,550$  qm, die Breite  $B_0 = 655^m$ .

Da dieses Profil für die betrachtete Zeit nahezu ein und dieselbe Breite und fast denselben Querschnittsinhalt aufweist, scheinen diese beiden Faktoren in einem so günstigen Verhältniss zu einander zu stehen, dass zu erwarten ist, dass der bisherige Gleichgewichtszustand unter Beibehaltung von Querschnitt unter Niedrigwasser und Niedrigwasserbreite ebenfalls erhalten wird.

Bei der angenommenen Sohlenlinie ergiebt sich für das Profil 11 eine Sohlentiefe von rund 8<sup>m</sup>20. Nimmt man eine trapezförmige



paraît convenir. Dans le tableau-annexe III, où se trouve indiqué le profil en long de la passe navigable de l'Escaut entre Anvers et Bath d'après les données de Rochet, planche 58, le plafond projeté, quel que soit d'ailleurs le tracé que l'on poursuive, reste en général à la même profondeur que la passe navigable actuelle. Certains hauts-fonds, notamment ceux en aval et en amont du fort Philippe, près de Lillo, et à la frontière hollando-belge, qui sont occasionnés, en partie par le cours sinueux, en partie par l'excès de largeur à marée basse, devront être enlevés au moyen de dragages, si l'on exécute une correction d'après un plan d'ensemble, pour autant qu'ils ne disparaissent pas d'eux-mêmes par suite de l'accroissement de la puissance du flot.

Si l'on part de cette considération que le lit corrigé de l'Escaut, sur une longueur de 25<sup>km</sup>51 (correspondant à la longueur de fleuve pour laquelle le calcul de la capacité est fait, c'est-à-dire entre le profil 19 à Austruweel et le profil 1 à Bath), doit contenir à marée basse 128,413,000 mètres cubes, la question qui se pose avant tout est celle de savoir quelles sections il faut donner au fleuve corrigé pour assurer cette capacité.

Il est remarquable qu'un des profils, le profil 11 près de Kruischans, a conservé, pour ainsi dire d'une manière constante, les dimensions de sa section, ainsi que sa largeur à marée basse, pendant une durée de 100 ans environ.

La section était, en effet :

En 1800 :	4,750 mètres carrés,	la largeur	670 mètres.
En 1862 :	4,840	—	625 —
En 1877 :	4,360	—	647 —
En 1891 :	4,440	—	652 —
En 1893 :	4,350	—	680 —

Ou, en moyenne, la section  $F_0 = 4,550$  mètres carrés, la largeur  $B_0 = 655$  mètres.

Comme ce profil accuse, à fort peu de chose près, une même largeur et la même surface de section pendant la durée considérée, ces deux facteurs semblent se trouver dans un rapport tellement favorable qu'il est à présumer que l'équilibre actuel sera également conservé par le maintien de la section à marée basse, ainsi que de la largeur à marée basse.

La pente adoptée pour le plafond indique pour le profil 11 une profondeur du plafond d'environ 8<sup>m</sup>20. Si on adopte une section tra-

Querschnittsform an, so ergibt sich aus Querschnittsinhalt, Niedrigwasserbreite und Sohlentiefe eine Sohlenbreite von

$$b_0 = \frac{4550 \cdot 2}{8.20} - 655 = 455^m.$$

das Böschungsverhältniss wird 1 : 12.2.

Es mag hier schon bemerkt werden, dass eine darüber hinausgehende zukünftige Vertiefung in der Mitte der Fahrrinne unter Beibehaltung der beiden Faktoren Querschnittsinhalt (F) und Niedrigwasserbreite (B) demnächst von selbst durch den Umstand, dass die Flussquerschnitte thatsächlich der Form nach sich mehr der Parabel als der Trapezform nähern, eintreten wird.

Da der Inhalt einer Parabel

$$F = \frac{2}{3} B t \text{ wobei } t = \text{Tiefe}$$

ergibt sich für Profil 11 bei

$$F^0 = 4550, B^0 = 655$$
$$t_0 = \frac{3 F}{2 b} = \frac{3 \cdot 4550}{2 \cdot 655} = 10.40 \text{ m.}$$

Diese Vertiefung wurde allerdings auf Kosten der Fahrwasserbreite geschehen, denn während bei dem trapezförmigen Profil die ganze theoretische Sohlenbreite von 455 m. als Fahrwasserbreite anzusehen ist, würde bei parabelförmiger Querschnittsform die halbe Breite zwischen den Tiefen von 8 m. sich für Profil 11 wie folgt berechnen :

Da  $y^2 = p x$  (Parabelgleichung)

$y =$  halbe Niedrigwasserbreite  $= 327.5$

$x =$  grösste Tiefe des Parabelquerschnitts  $= 10.4$

$$p = \frac{(327.5)^2}{10.4} = \frac{107256.25}{10.4} = 10313.1$$

und für  $x_1 = 10.4 - 8.0 = 2.4$

$$y_1 = \sqrt{p x_1} = \sqrt{10313.1 \cdot 2.4} = \sqrt{24751.4} = 157.3$$

es beträgt somit die Fahrwasserbreite zwischen den Tiefen von 8 m. unter Niedrigwasser für Profil 11 bei parabelförmigem Querschnitt

$$2 \cdot 157.3 = \text{rot. } 315 \text{ m.}$$

pézoïdale, on déduit de la surface de la section, de la largeur à marée basse et de la profondeur du plafond, une largeur au plafond de

$$b_0 = \frac{4550 \cdot 2}{8.20} - 655 = 455 \text{ mètres ;}$$

les talus seront ainsi inclinés à 1 : 12.2.

On peut faire remarquer, dès maintenant, qu'il se produira naturellement, dans l'avenir, un approfondissement du milieu de la passe navigable, les deux facteurs : surface de section (F) et largeur à marée basse (B) étant maintenus, par suite du fait que la section du fleuve se rapprochera en réalité plus de la forme parabolique que de la forme trapézoïdale.

Comme la surface de la parabole est donnée par la formule

$$F = \frac{2}{3} B t, \text{ dans laquelle } t = \text{profondeur,}$$

on obtient, pour le profil 11, en admettant :

$$F_0 = 4550, B_0 = 655,$$

$$t_0 = \frac{3F}{2b} = \frac{3 \cdot 4550}{2 \cdot 655} = 10^m.40$$

Cet approfondissement se fera, bien entendu, au détriment de la largeur de la passe navigable, car si on peut considérer, avec la forme trapézoïdale, toute la largeur théorique au plafond, de 455 mètres, comme largeur de la passe navigable, avec la forme parabolique la 1/2 largeur entre les profondeurs de 8 mètres se calculera comme suit pour le profil 11 :

Puisque  $y^2 = px$  (équation de la parabole)

$y$  = demi-largeur à marée basse = 327.5

$x$  = profondeur maxima de la section parabolique = 10.4.

$$p = \frac{(327.5)^2}{10.4} = \frac{107256.25}{10.4} = 10313.1$$

et pour  $x_1 = 10.4 - 8.0 = 2.4$

$$y_1 = \sqrt{p x_1} = \sqrt{10313.1 \cdot 2.4} = \sqrt{24751.4} = 157.3$$

La largeur de la passe navigable entre les profondeurs de 8 mètres sous marée basse au profil 11 est donc, pour une section parabolique,

$$2 \cdot 157.3 = \text{environ } 315 \text{ mètres.}$$

Nachdem festgestellt ist, dass die 3 angenommenen Faktoren : Querschnittsgrösse, Sohlentiefe, Niedrigwasserbreite bei Profil 11 zweckmässige Böschungsverhältnisse und Sohlenbreite ergeben, kann die Bestimmung der weiteren Querschnittsgrössen erfolgen.

Der Berechnung der Kapazität der 14.41 km. langen Strecke unterhalb Profil 11 nach den letzten Aufnahmen von Rochet (1893) ergibt einen kubischen Inhalt unter Niedrigwasser von 87,685,660 cbm.

Für das Querprofil CC 14.41 km., unterhalb Profil 11 berechnet sich daher der Querschnittsinhalt  $F_1$  da :

$$\frac{4550 + F_1}{2} \cdot 14.410 = 87685660 \text{ sein muss } F_1 = 7620 \text{ qm.}$$

Für Querprofil AA 11.10 km. oberhalb von Profil 11 ergibt sich, da die Kapazität dieser Strecke unter Niedrigwasser, zunächst ganz davon abgesehen, welche Trace verfolgt wird, 40,727,400 cbm. betragen soll, da  $\frac{4550 + F_2}{2} \cdot 11.100 = 40727400$ , ein Flächeninhalt von  $F_2 = 2788$  qm. Wenn für das untere Profil CC ein Böschungsverhältniss 1 : 15 angenommen wird, ergibt sich die Niedrigwasserbreite  $B_1$  bei einer Sohlentiefe von  $t_1 = 8.45$  m. Da :

$$B_1 + \frac{(B_1 - 8.45 \cdot 2 \cdot 15)}{2} \cdot 8.45 = 7620$$

$$B_1 = 4029 \text{ m. und die Sohlenbreite}$$

$$b_1 = B_1 - 2 \cdot 8.45 \cdot 15$$

$$b_1 = \text{rot. } 776 \text{ m.}$$

Bei einem Böschungsverhältniss 1 : 10 berechnet sich für das obere Profil AA (11.10 km. oberhalb 11) in analoger Weise die Niedrigwasserbreite  $B_2$  da :

$$B_2 + \frac{(B_2 - 8.00 \cdot 2 \cdot 10)}{2} \cdot 8.00 = 2788$$

$$B_2 = \text{rot. } 429 \text{ m.}$$

und die Sohlenbreite

$$b_2 = B_2 - 2 \cdot 8.00 \cdot 10 = 269 \text{ m.}$$

Für 3 Punkte des zu korrigirenden Flusslaufes wären somit die Hauptfaktoren bestimmt und zwar für



Après avoir constaté que les 3 facteurs adoptés : grandeur de la section, profondeur au plafond et largeur à marée basse, donnent au profil 11 une inclinaison de talus et une largeur au plafond convenables, on peut procéder à la détermination des autres sections.

Le calcul de la capacité de la partie de 14<sup>km</sup>41 de longueur, en aval du profil 11, donne, d'après les dernières observations de Rochet (1893), une capacité sous marée basse de 87,685,660 mètres cubes.

Pour la section CC, à 14<sup>km</sup>41 en aval du profil 11, la surface de la section  $F_1$  se calcule donc comme il suit :

$$\text{Puisque } \frac{4550 + F_1}{2} \cdot 14.410 = 87685660, F_1 = 7620 \text{ mètres carrés.}$$

Pour la section AA, à 11<sup>km</sup>10 en amont du profil 11, on obtient, en considérant que la capacité de cette section sous marée basse, indépendamment du tracé adopté, doit être de 40,727,400 mètres cubes et que, par conséquent,  $\frac{4500 + F_2}{2} \cdot 11.100 = 40727400$ , une surface de  $F_2 = 2788$  mètres carrés. Si, pour le profil d'aval CC, on adopte des talus inclinés à 1 : 15, la largeur à marée basse  $B_1$ , avec une profondeur de plafond  $t_1 = 8^m45$ , se détermine comme il suit :

$$\text{Puisque } B_1 + \frac{(B_1 - 8.45 \cdot 2 \cdot 15)}{2} \cdot 8.45 = 7620.$$

$$B_1 = 1029 \text{ m. et la largeur au plafond}$$

$$b_1 = B_1 - 2 \cdot 8.45 \cdot 15$$

$$b_1 = \text{environ } 776 \text{ m.}$$

En adoptant des talus inclinés à 1 : 10, la largeur à marée basse  $B_2$  se calcule d'une manière analogue pour le profil d'amont AA (11<sup>km</sup>10 en amont du profil 11) :

$$B_2 + \frac{(B_2 - 8.00 \cdot 2 \cdot 10)}{2} \cdot 8.00 = 2788$$

$$B_2 = \text{environ } 429 \text{ m.}$$

et la largeur au plafond

$$b_2 = B_2 - 2 \cdot 8.00 \cdot 10 = 269 \text{ m.}$$

De cette manière, les facteurs principaux sont déterminés pour trois points du fleuve à corriger, et notamment pour :

	Entfernung zwischen den Profilen. km	Querschnitt qm.	Sohllentiefe unter N. W.	Breiten N. W. B. m.	Sohlen B. m.
Oberes Profil AA		2,788	8.00	429	269
	11.10				
Mittleres Profil BB		4,550	8.20	655	455
(Profil 11 Rochet)	14.41				
Unteres Profil CC		7,620	8.45	1,029	776

Für die zwischen diesen Hauptprofilen liegenden Punkte können die entsprechenden Weite durch Interpolation bestimmt werden oder aus den graphischen Darstellungen direkt abgegriffen werden.

Hält man an die für diese 3 Profile festgesetzten Abmessungen fest, so ist ohne Weiteres klar, dass die Querschnittsgrösse, Sohlentiefe und Breite der vor Antwerpen liegenden Flussstrecke um so grösser werden, je kürzer der Weg Antwerpen-Bath sein wird. Dementsprechend sind die Abmessungen des Profils bei Burght — 00 der für die graphischen Anlagen angenommenen Stationirung — von der Entfernung zwischen Burght und dem oberen Profil AA abhängig. Je geringer diese ist, desto grösser werden die diesem Profil zu gebenden Abmessungen sein.

1° Nach der von Bovie-Dufourny projektirten Trace beträgt die Entfernung 0 bis AA : 8,100 m.

2° Nach dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt : 5,300 m.

3° Nach der in Anlage II beigegebenen Variante dieses Projekts : 4,500 m.

Unter der Annahme, dass die Abnahme der Querschnitte oberhalb AA nach demselben Verhältniss geschehe, wie von der Strecke BB bis CC auf der Strecke AA bis BB und bei gleichmässigem Sohlengefälle, ergeben sich bei Verfolgung der unter 1°, 2°, 3° angeführten Tracen für das Profil 00 bei Burght :

Trace.	Entfernung (0) bis AA.	Querschnitt qm.	Sohllentiefe unter N. W.	Breiten N. W. B. m.	Sohlen B. m.
1° Bovie-Dufourny . . .	8,100	2,000	7.85	333	176
2° Hawkshaw-Brialmont.	5,300	2,280	7.90	368	210
3° Variante . . . . .	4,500	2,350	7.92	376	218

	Distance entre les profils. km.	Surface m <sup>2</sup> .	Profondeur au plafond sous M. B.	Largeurs	
				à marée basse. m.	au plafond. m.
Le profil AA d'amont.		2,788	8.00	429	269
	11.10				
Le profil BB moyen (profil 11 Rochet) .	14.41	4,550	8.20	655	455
Le profil CC d'aval . .		7,620	8.45	1,029	776

Pour les points situés entre ces profils principaux, les valeurs correspondantes peuvent être calculées par interpolation, ou être déterminées directement sur les tracés graphiques.

Les dimensions de ces trois profils une fois admises, on conçoit, sans qu'il soit besoin d'autres explications, que la section, la profondeur et la largeur de la partie du fleuve qui s'étend en amont d'Anvers seront d'autant plus grandes que la distance d'Anvers à Bath sera plus courte.

C'est ainsi que les dimensions du profil près de Burght (point d'origine du dessin graphique) dépendent de la distance entre Burght et le profil d'amont AA. Plus celle-ci sera réduite, plus les dimensions à donner à ce profil seront grandes.

1° D'après le tracé Bovie-Dufourny, la distance est de 8,100 mètres, de 0 à AA;

2° D'après le projet Hawkshaw-Brialmont, elle est de 5,300 mètres;

3° D'après la variante à ce projet, indiquée à l'annexe II, elle est de 4,500 mètres.

En admettant pour la diminution de la section en amont de AA le même rapport qu'entre la section BB-CC et la section AA-BB, et en supposant la même pente au plafond, on obtient pour le profil 00 à Burght :

D'après le tracé :	Distance de 00 à AA.	Section. m <sup>2</sup> .	Profondeur du plafond sous marée basse.	Largeurs	
				sous M. B. m.	au plafond m.
1° Bovie-Dufourny . . .	8,100	2,000	7.85	333	176
2° Hawkshaw-Brialmont	5,300	2,280	7.90	368	210
3° Variante . . . . .	4,500	2,350	7.92	376	218

### III.

#### BEURTHEILUNG DER VORGESCHLAGENEN TRACEN.

Wie in Vorstehendem bereits erwähnt, ist, wenn man darnach trachtet, für die Antwerpener Rhede möglichst grosse Tiefen und Breiten zu erzielen, demjenigen Projekt der Vorzug zu geben, welches den Weg von Antwerpen bis Bath möglichst abkürzt. Die Entfernung zwischen der Kattendyk-Schleuse und Bath (Profil 1 Rochet) beträgt bei Verfolgung der Dufourny'schen Trace 26.41 km., nach dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt 23.61 km., nach der Variante 22.81 km., während die gegenwärtige Entfernung 26,41 km beträgt.

Auf den Tafeln Anlagen III, IV, V, VI sind die Sohllentiefen nach der Aufnahme 1893, sowie die Querschnittsgrössen, Niedrigwasserbreiten, Sohlenbreiten oder Fahrwasserbreiten seit 1800 und wie sich diese bei Verfolgung der 3 Projekte gestalten, dargestellt. Tafel Anlage VII, in welcher die Zunahme der Querschnitte von Burght bis zur Grenze dargestellt ist, bildet gleichsam eine Zusammenstellung der Anlagen III bis VI.

Dagegen ist auf den Uebersichtskarten, Anlage I und Anlage II der Verlauf des korrigirten Schelde-Laufes angegeben. Wie aus diesen Darstellungen hervorgeht, weichen die für die Korrektion anzunehmenden Querschnittsgrössen unter Niedrigwasser nur unwesentlich von den bisher vorhandenen Querschnitten ab, dagegen ergeben sich von Lillo abwärts erheblich geringere Niedrigwasserbreiten, als jetzt dort angetroffen werden. Diese Einschränkung der Niedrigwasserbreiten wird zur Folge haben, dass die nach der Korrektion zu erwartenden nutzbaren Fahrwasser-Breiten durchgehend annähernd doppelt so gross werden, als gegenwärtig. (Vergl. Tafel Anlage VI.)

Das Bovie-Dufourny'sche Projekt vergrössert die jetzige Entfernung zwischen Antwerpen und der See um 300 m. und bietet neben der sich hieraus ergebenden geringeren Niedrigwasserbreite vor Antwerpen im Vergleich zu den anderen Projekten folgende Nachtheile :

1° Die Krümmung bei der Kruisschans bleibt unverändert, die beiden anderen Krümmungen beim Fort de la Perle und bei Austruweel werden allerdings gemildert, sie bleiben aber immerhin so



### III.

#### AVIS SUR LES TRACÉS PROPOSÉS.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, si l'on veut obtenir pour la rade d'Anvers les plus grandes profondeurs et largeurs possibles, il faut donner la préférence au projet qui raccourcit le plus la distance d'Anvers à Bath. La distance entre l'écluse du Kattendyk et Bath (profil 1 Rochet) est de 26 kil. 41 suivant le tracé Dufourny, de 23 kil. 61 d'après le tracé Hawkshaw-Brialmont et de 22 kil. 81 d'après la variante, alors que la distance actuelle est de 26 kil. 41.

Les tableaux-annexes III, IV, V et VI indiquent les profondeurs au plafond d'après les observations de 1893, les surfaces des sections, les largeurs à marée basse et les largeurs au plafond, c'est-à-dire celles de la passe navigable, depuis 1800, ainsi que les renseignements correspondants dans l'hypothèse de l'exécution de chacun des trois projets. Le tableau-annexe VII, où sont indiqués les accroissements de section de Burcht à la frontière, résume en même temps les données des annexes III à VI.

D'autre part, les plans d'ensemble, annexes I et II, montrent le cours de l'Escaut rectifié. Ainsi qu'il ressort de ces plans, les grandeurs des sections sous marée basse à adopter pour la rectification, ne s'écartent que très peu des profils existants; par contre, en aval de Lillo, les largeurs à marée basse sont beaucoup plus petites que celles qui s'y rencontrent actuellement. Cette diminution de largeur à marée basse aura pour conséquence que les largeurs utiles de la passe navigable après la rectification deviendront à peu près doubles de ce qu'elles sont à présent. (Comparer au tableau-annexe VI.)

Le projet Bovie-Dufourny augmente la distance actuelle entre Anvers et la mer d'environ 300 mètres et présente, outre la largeur moindre à marée basse devant Anvers qui en résulte, les désavantages suivants, en comparaison des autres projets :

1<sup>o</sup> La courbure près de Kruisschans n'est pas modifiée; les deux autres courbures près de Fort-la-Perle et près d'Austruweel sont adoucies, mais restent néanmoins si fortes que les dangers de collision

stark, dass die bestehenden Gefahren von Collisionen für sich begegnende Schiffe nicht beseitigt werden und der Eisabgang nicht genügend erleichtert wird. Ausserdem werden sich, trotz der vorgesehenen Verengungen an den Uebergängen von einer Concave in die nächste, Unregelmässigkeiten in den Fahrwassertiefen und eine Veränderlichkeit in der Lage des Fahrwassers einstellen.

Die Kostenersparniss gegenüber den beiden anderen Projekten kann, wenn überhaupt vorhanden, im Verhältniss zu den Vortheilen, nur unbedeutend sein. Es sind bei dem Bovie-Dufourny'schen Projekt ein Durchstich und eine Abgrabung herzustellen, deren Gesammtlänge 5.07 km. beträgt. Bei dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt ist ein Durchstich von 7.55 km., nach der Variante ein Durchstich von 6,44 km. Länge und eine Uferbegradigung herzustellen. Nach dem Bovie-Dufourny'schen Projekt muss die Einfassung des Niedrigwasserbettes auf der Strecke km. 12 bis km. 15 durch einen Leitdamm in grossen Wassertiefen erfolgen, wodurch, da während der Bauausführung der Schiffsverkehr aufrecht erhalten werden muss, erhebliche Schwierigkeiten und bedeutende Kosten verursacht werden.

Das Hawkshaw-Brialmont'sche Projekt bietet in Bezug auf das Regime des Flusses insofern die grössten Vortheile, als dem Flusslauf von der Schleuse Kattendyk abwärts ein sehr günstiger Verlauf gegeben wird.

Es erscheint jedoch fraglich, ob es gerechtfertigt ist, diesen Vortheil mit so schweren Opfern zu erlangen als :

- 1° die Beseitigung des Bassins America;
- 2° die Beseitigung der Kammerschleuse zu den Bassins Lefebvre und America ;
- 3° die Beseitigung der Batterie Coupole, und
- 4° der Eingriff in das für alle künftigen Erweiterungen so werthvolle Gebiet in unmittelbarer Nähe der Stadt.

Die aufgestellte Variante zum Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt umgeht die bestehenden Hafenanlagen und das Stadtgebiet durch Schaffung eines Hafens, wobei ein Theil des linksseitigen Ufers beseitigt werden muss. Obwohl ich den Werth der durch diese Abgrabung betroffenen Grundstücke nicht zu beurtheilen vermag, erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass der Werth dieser an der Convexen belegenen daher vom Wasser aus schwer zugänglichen Grundstücken ganz wesentlich niedriger sein muss, als bei Grundstücken in unmittelbarer Nähe der Stadt. Ausserdem bietet dieses Projekt verschiedene Vortheile :

actuels pour les navires qui s'y rencontrent ne sont pas évités et que l'évacuation des glaces n'est pas suffisamment facilitée. De plus, malgré les rétrécissements prévus aux endroits de passage d'une courbe concave à la suivante, il se produira des irrégularités dans les profondeurs de la passe navigable et de l'instabilité dans la position de cette passe.

L'économie à réaliser, en comparaison des deux autres projets, ne peut être, somme toute, qu'insignifiante eu égard aux avantages de ces projets. Le projet Bovie-Dufourny exige une coupure et un détournement dont la longueur totale est d'environ 5 kil. 07. Dans le projet Hawkshaw-Brialmont, il y a une coupure de 7 kil. 55; d'après la variante, la coupure serait de 6 kil. 44 et il y aurait à exécuter un aplanissement de la rive. D'après le projet Bovie-Dufourny, le lit mineur doit être limité au moyen d'une digue conductrice en eaux profondes, sur la partie comprise entre le kilomètre 12 et le kilomètre 15, ce qui entraîne, par suite de la nécessité de maintenir la navigation pendant l'exécution, des difficultés importantes et des frais considérables.

Le projet Hawkshaw-Brialmont présente, quant au régime du fleuve, le plus d'avantages, en ce sens qu'il procure au fleuve un cours très favorable en aval de l'écluse du Kattendyk.

Mais la question se pose de savoir si l'on peut justifier la poursuite de cette amélioration au prix de sacrifices aussi considérables que les suivants :

- 1° La démolition du bassin America;
- 2° La démolition de l'écluse d'accès aux bassins Lefebvre et America;
- 3° La démolition de la batterie-coupole, et
- 4° L'emprise sur le territoire avoisinant la ville, si précieux pour les extensions futures.

La variante proposée au tracé Hawkshaw-Brialmont respecte, en les contournant, les installations existantes du port ainsi que le territoire de la ville; elle crée un bassin qui nécessite la disparition d'une partie de la rive gauche. Quoique je ne puisse pas juger de la valeur des terrains à entreprendre pour ce travail, il m'est permis de supposer que la valeur des terrains situés le long de la rive convexe et, par conséquent, difficilement accessibles par eau, doit être beaucoup moindre que celle des terrains situés dans le voisinage immédiat de la ville. Ce projet présente, en outre, divers avantages :



1° Anstatt die Beseitigung jetzt bestehender Hafenanlagen zu erfordern, ist die Möglichkeit gegeben, die am offenen Strome liegenden Quais um rund 2,000 m. zu erweitern und ausserdem ein Bassin zu schaffen, dessen Zugänglichkeit wesentlich günstiger sein wird, als bei den jetzigen senkrecht zum Strome belegenen Einfahrten in die bestehenden Docks der Fall ist. Wenn auch beide Seiten der Hafenzunge in der üblichen Weise mit Schuppen belegt werden, wird in der Mitte der Zunge, deren geringste Breite 80 m. und deren grösste Breite 300 m. beträgt, reichlicher Raum zur Herstellung eines Rangirbahnhofes vorhanden bleiben.

2° Die zwischen dem rechten Scheldeufer und dem linken Quai der projektirten Hafenzunge begrenzte Wasserfläche kann als offenes Hafenbecken oder als geschlossenes Becken ausgebildet werden. Da mir nicht bekannt ist, im welchem Maasse eine Verschlickung des offenen Bassins zu befürchten sein würde, und ich auch nicht zu beurtheilen vermag, in welchem Maasse das Bedürfniss, die Docks zu erweitern, vorliegt, muss ich die Wahl zwischen diesen beiden Lösungen anheim geben.

3° Bei Eisgang, welcher die Abfertigung von Schiffen an den offenen Schelde-Quais erschwert, oder unmöglich macht, bietet das Bassin einen ganz gesicherten Hafen; ausserdem wird das Ein- und Auslaufen von Schiffen aus den verschiedenen bestehenden Docks ganz wesentlich erleichtert werden und selbst bei schwerem Eisgange im Strom ohne Gefahr für die Schiffe erfolgen können.

Soweit ich die Verhältnisse zu beurtheilen vermag, erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass die Bauausführung dieses Hafens in allen seinen Theilen ohne jegliche Störung des Schiffsverkehrs wird stattfinden können.

Dieses Hafenbecken wird als Vorhafen zu betrachten sein, in welches sämtliche bestehenden Docks einmünden. Bei Ausführung eines geschlossenen Beckens wird die Aufhebung der Schleusen zu den bestehenden Docks möglich sein, wodurch die gesammten Betriebskosten des Hafens erheblich eingeschränkt werden.

Im Uebrigen bietet die Variante die nämlichen Vortheile, wie das Hawkshaw-Brialmont'sche Projekt, und bietet wie jenes die Gewähr, dass die Bedingungen der zweiten Frage am besten erfüllt werden, d. h.

1° Dass das Regime des ganzen Flusses bei Herstellung eines begrenzten Niedrigwasserbettes und eines genügend breiten Hochwasserbettes sowohl oberhalb wie unterhalb Antwerpens dauernd verbessert wird;



1° Au lieu d'exiger la démolition des installations du port existantes, il offre la possibilité de prolonger les quais situés le long du fleuve, d'environ 2,000 mètres, et de créer un bassin dont l'accès sera beaucoup plus favorable que celui des bassins existants dont les chenaux sont dirigés perpendiculairement au fleuve. Alors même que les deux côtés du môle seraient couverts, suivant le système en usage, de hangars, il resterait au milieu du môle, dont la largeur minima est de 80 mètres et la largeur maxima de 300 mètres, toute la place nécessaire pour l'installation de voies ferrées ;

2° La nappe d'eau limitée par la rive droite de l'Escaut et le môle projeté, peut être aménagée soit comme bassin ouvert, soit comme bassin fermé.

Comme je ne puis apprécier dans quelle mesure l'envasement d'un bassin en libre communication avec le fleuve serait à craindre, ni dans quelle mesure une extension des docks est nécessaire, je dois renoncer à faire un choix entre ces deux solutions ;

3° Lors de la débâcle des glaces, qui rend difficile et même impossible l'accès des navires aux quais ouverts de l'Escaut, le bassin offre un port de refuge tout à fait sûr ; de plus, l'entrée des navires dans les bassins existants et leur sortie de ces bassins seront sensiblement facilitées et pourront se faire sans danger, même lorsque le charriage des glaces sera très considérable sur le fleuve.

Pour autant que je puisse juger de la situation, je considère comme probable que la construction de ce bassin pourra se faire dans toutes ses parties sans dérangement pour la navigation.

Ce bassin devra être considéré comme un avant-port dans lequel tous les docks existants viendront déboucher. En établissant un bassin fermé, on rendra possible la suppression des écluses d'accès aux bassins existants, ce qui réduira considérablement les frais d'exploitation du port.

Au surplus, la variante présente les mêmes avantages que le projet Hawkshaw-Brialmont et offre, comme celui-ci, la garantie que les conditions de la deuxième question seront le mieux remplies, c'est-à-dire :

1° Que le régime du fleuve tout entier, tant en amont qu'en aval d'Anvers, sera amélioré d'une façon durable par la création d'un lit mineur nettement délimité et d'un lit majeur suffisamment élargi ;

2° Dass auf eine Beständigkeit in der Lage der Fahrrinne entlang der Concaven gerechnet werden kann;

3° Dass die grosse Schifffahrt auf einem von jeder scharfen Krümmung befreiten Stromlauf ohne jede Gefahr fast bei jedem Wasserstand ausgeübt werden kann :

4° Dass künftige Erweiterungen sowohl der Dock-Bassins als auch der offenen Quais ohne Beanspruchung des innerhalb der bestehenden Stadtwälle liegenden Gebiets je nach den Bedürfnissen des Verkehrs ausgeführt werden können;

5° Dass, nachdem alle scharfen Krümmungen, in welchen sich allein gegenwärtig Eisversetzungen bilden, beseitigt sein werden die Schifffahrt im Winter voraussichtlich durch den Verkehr der Dampfer selbst wird aufrecht erhalten werden können.

Nach diesen eingehenden Erörterungen darf ich mein Urtheil in dem Sinne zusammenfassen, dass das Hawkshaw-Brialmont'sche Projekt vor den übrigen Projekten entschieden zu bevorzugen ist und unbedenklich zur Ausführung gebracht werden kann, wobei ich mir jedoch die Empfehlung auszusprechen gestatte, die diesseits aufgestellte Variante zu dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekte dortseits einer weiteren Prüfung unterziehen zu wollen.

Bremen, im Juni 1895.

FRANZIUS,  
Oberbaudirektor.

2° Que l'on pourra compter sur la fixité de la position de la passe navigable le long de la concavité des courbes;

3° Que la grande navigation pourra s'effectuer sur un fleuve dépourvu de toute courbure prononcée, sans danger et, pour ainsi dire, quel que soit l'état de la marée;

4° Que les extensions futures, tant des docks-bassins que des quais ouverts, pourront être réalisées, au fur et à mesure des besoins du trafic, sans emprises sur le territoire situé à l'intérieur des fortifications actuelles;

5° Qu'après la disparition de toutes les fortes courbures dans lesquelles se forment actuellement les embâcles de glaces, la navigation pourra vraisemblablement être maintenue en hiver par la seule circulation des steamers.

Après cette discussion approfondie, je crois pouvoir résumer mon avis en disant que le projet Hawkshaw-Brialmont doit être préféré résolument aux autres projets et qu'il peut être exécuté sans hésitation; je recommande néanmoins de soumettre à un examen approfondi la variante que je propose à ce projet.

Brême, juin 1895.

FRANZIUS,  
Ingénieur en chef Directeur.

ANNEXE B.

Bremen, den 8 März 1897.

*An Seine Excellenz den Minister für Landwirthschaft  
und öffentliche Arbeiten Herrn Léon De Bruyn,*

*Brussel.*

Unter Bezugnahme auf die vor einigen Tagen mit dem Ingénieur en chef Directeur Herrn Pierrot stattgehabte Rücksprache in Betreff der in meinem Gutachten vom Juni 1895 vorgeschlagenen Variante zum Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt, beehre ich mich Ew. Excellenz das Nachstehende ganz ergebenst zu unterbreiten.

Bei meiner Anwesenheit in Brüssel in Herbst 1894 hatte ich den Eindruck bekommen, dass schwerwiegende Bedenken gegen die Ausführung des sogen. Hawkshaw-Brialmont'schen Projekts vorlagen wegen der mit der Ausführung dieses Projekts verbundenen Inanspruchnahme von städtischem Terrain innerhalb der Festungswerke und wegen der Beseitigung der sogen. batterie coupole. Andererseits glaubte ich, dass seitens der Stadt Antwerpen ganz besonderes Gewicht nicht nur auf die *Erhaltung* aller bestehenden sondern auch auf die *Schaffung* neuer Dockbassins gelegt werde.

Die meinem Gutachten vom Juni 1895 beigegebene Variante sollte lediglich darthun, dass es möglich sei, das Hawkshaw-Brialmont'sche Projekt auszuführen und den oben angeführten Bedenken, deren Berechtigung ich vorausgesetzt hatte, Rechnung zu tragen. Wie ich am Schlusse meines Gutachtens ausdrücklich betont habe, ist dem Hawksahw-Brialmont'schen Projekt vor den übrigen von mir gepruften



ANNEXE B.

Brème, 8 mars 1897.

*A Son Excellence Monsieur Léon De Bruyn,  
Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics,  
à Bruxelles.*

Me référant à l'entretien que j'ai eu, il y a quelques jours, avec M. l'Ingénieur en chef Directeur Pierrot, au sujet de la variante au projet Hawkshaw-Brialmont, proposée dans mon avis de juin 1895, j'ai l'honneur d'exposer à Votre Excellence ce qui suit :

Lors de ma présence à Bruxelles pendant l'automne 1894, je reçus l'impression que des considérations importantes étaient invoquées à l'encontre de l'exécution du projet Hawkshaw-Brialmont par suite de la nécessité qui en découlerait d'entreprendre une partie du territoire de la ville à l'intérieur des fortifications et de démolir la batterie-coupole. Je croyais, d'autre part, que la ville d'Anvers attachait une importance toute particulière non seulement *au maintien* des bassins existants, mais aussi *à la création* de nouveaux bassins (1).

La variante annexée à mon avis de juin 1895 avait simplement pour but de montrer qu'il était possible d'exécuter le projet Hawkshaw-Brialmont tout en tenant compte des considérations prémentionnées que je supposais justifiées. Ainsi que je l'ai expressément signalé à la fin de mon avis, il convient de donner au projet Hawkshaw-Brialmont, sans restriction, la préférence sur les autres

---

(1) Le déplacement tout au moins partiel de l'enceinte est la conséquence du travail projeté et permettra de donner aux bassins toute l'extension désirée par la ville d'Anvers.

Projekten unbedingt der Vorzug zu geben; ich empfahl nur die von mir skizzierte Variante einer *Prüfung* zu unterziehen, weil ich annahm, dass der Regierung ein Vorschlag, welcher das Stadtgebiet von Antwerpen mehr schont, als dies beim Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt der Fall ist, erwünscht sein könne. Wenn nun die Voraussetzungen, die mich bei Aufstellung der Variante geleitet haben, nicht zutreffen, was ich aus den Mittheilungen des Herrn Pierrot entnommen habe, so bin ich selbstverständlich bereit, die Variante, die ohne genauere Kenntniss aller örtlichen Verhältnisse als Studie bearbeitet war, fallen zu lassen und bin demgemäss damit einverstanden, dass alle diejenigen Stellen in meinem Gutachten, die auf diese Variante Bezug nehmen, in Wegfall kommen.

Wie ich in meinem Gutachten ausführlich begründet habe, empfehle ich dringend, bei Ausführung der Korrektion ganz besonderes Gewicht auf die Schaffung eines Hochwasserbettes, welches zur Aufnahme der sich demnächst im Flussbett bewegendem, rechnungsmässig noch genau zu ermittelnden Wassermenge genüge, zu legen. Im Uebrigen entspricht das von Herrn Pierrot mir vorgelegte Projekt für den Durchstich durchaus den von mir vertretenen Grundsätzen, sodass ich dessen Ausführung nur empfehlen kann.

Dieselben Vortheile, welche bei Durchführung des Durchstichs nach dem Hawkshaw-Brialmont'schen Projekt zu erwarten stehen wird die Ausführung des vorliegenden Projekts ebenfalls gewähren. Diese Vortheile glaube ich in ähnlicher Weise, wie ich dies am Schlusse meines Gutachtens bereits gethan habe, in Folgendem zusammenfassen zu können :

1. Das Regime des ganzen Flusses wird sowohl oberhalb als unterhalb der Stadt Antwerpen eine ganz erhebliche und dauernde Verbesserung erfahren.

2. Das Fahrwasser wird eine beständige Lage entlang dem neuen herzustellenden rechten Ufer abwärts der Stadt beibehalten sodass die Wassertiefen eine Erweiterung der Quaianlagen dem Bedürfnisse entsprechend ermöglichen werden.

3. Die Schifffahrt wird auf der Schelde, selbst für tiefgehende Seeschiffe, ohne Rücksicht auf den Stand der Tide jederzeit möglich sein, und

4. Die mit der Korrektion verbundene Beseitigung aller scharfen Krümmungen wird allein genügen, um den bei strengen Wintern zu erwartenden Eisgang derart zu erleichtern, dass die Anwendung von Eisbrechdampfern voraussichtlich nicht nothwendig sein wird.

projets qui m'ont été soumis; si j'ai recommandé l'examen de la variante dont il s'agit, c'est uniquement parce que je supposais qu'il pouvait être désirable que le Gouvernement eût connaissance d'une solution ménageant davantage le territoire de la ville d'Anvers que ne le faisait le projet Hawkshaw-Brialmont. Puisque les hypothèses qui m'ont conduit à proposer la variante ne sont pas conformes à la réalité des faits, ce qui ressort des communications de M. Pierrot, il va de soi que je suis prêt à abandonner cette variante, qui avait été élaborée à titre d'étude sans que les circonstances locales me fussent exactement connues, et je déclare, par conséquent, que toutes les considérations de mon avis ayant rapport à cette variante doivent disparaître.

Ainsi que je l'ai longuement établi dans mon avis, je recommande instamment de veiller d'une manière toute spéciale, lors de l'exécution de la correction, à ce que le lit majeur à créer soit suffisant pour contenir les volumes d'eau qui auront à se mouvoir dans le lit du fleuve et dont l'importance sera déterminée exactement par le calcul. Au surplus, le projet de coupure qui m'a été soumis par M. Pierrot répond entièrement aux principes que j'ai défendus, de sorte que je ne puis que recommander son adoption.

On peut attendre de l'exécution de ce projet les mêmes avantages que de l'exécution de la coupure d'après le projet Hawkshaw-Brialmont. Je crois pouvoir résumer ces avantages, comme je l'ai fait déjà à la fin de mon avis, de la manière suivante :

1° Le régime du fleuve tant en amont qu'en aval de la ville d'Anvers sera amélioré d'une manière notable et durable;

2° La passe navigable conservera une position stable le long de la nouvelle rive droite à établir en aval de la ville, de sorte que les mouillages permettront en tout temps l'extension des quais dans la mesure des besoins ;

3° La navigation sera rendue possible sur l'Escaut, même pour les navires de mer du plus fort tirant d'eau, à tout état de la marée, et

4° La disparition de toutes les fortes courbures qu'implique la correction suffira à elle seule à faciliter l'évacuation des glaces pendant les hivers rigoureux, de telle manière que l'emploi de vapeurs brise-glaces ne sera probablement pas nécessaire.

Der unter 3) aufgeführte Vorthcil, welchen die Korrektion gewähren wird setzt allerdings voraus, dass die Fahrwasserverhältnisse unterhalb der Belgisch-Holländischen Grenze den Verkehr tiefgehender Schiffe selbst bei Niedrigwasser gestatten. Sollte dies nicht der Fall sein, so würde ich dringend empfehlen, die Beseitigung derartiger Hindernisse in den Rahmen der in's Auge gefassten Korrektion der Schelde aufzunehmen. Die hohen Anlagekosten der modernsten hauptsächlich dem transatlantischen Frachtverkehr dienenden Dampfer erfordern eine thunlichst intensive Ausnutzung mit Vermeidung aller unnützen Liegezeiten. Es muss daher in erster Linie angestrebt werden, die Zukömmlichkeit zu Häfen von der Bedeutung von Antwerpen so zu gestalten, dass die vor der Flussmündung ankommenden Schiffe ohne Aufenthalt ihre Fahrt nach dem Hafen fortsetzen können.

Mit der Versicherung meiner grössten Ergebenheit verbleibe ich,  
Ew. Excellenz,

Ganz ergebenster,  
FRANZIUS,  
Oberbaudirektor.



· La réalisation du 3<sup>e</sup> suppose, bien entendu, que les conditions de navigabilité existant en aval de la frontière hollando-belge permettent la circulation des navires à grand tirant d'eau, même à marée basse. Si tel n'était pas le cas, je recommanderais instamment de faire entrer la disparition d'inconvénients de l'espèce dans le cadre de la correction générale projetée. Le coût élevé des vapeurs modernes, de ceux surtout qui desservent le trafic transatlantique, exige une utilisation intensive incompatible avec les jours de planches inutiles. Il faut donc s'efforcer, en toute première ligne, d'aménager l'accès des ports de l'importance de celui d'Anvers, de telle façon que les navires arrivant à l'embouchure du fleuve puissent poursuivre leur voyage sans éprouver aucun retard.

Je prie Votre Excellence d'agréer l'assurance de ma considération la plus distinguée.

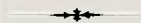
FRANZIUS,

Ingénieur en chef Directeur.

# LETTRE AVEC ANNEXES

*adressée le 29 mars 1898*

**par M. le Bourgmestre de la Ville d'Anvers à M. le Ministre De Bruyn**



## LETTRE AVEC ANNEXES

ADRESSÉE

le 29 mars 1898. par M. le Bourgmestre de la Ville d'Anvers à M. le Ministre De Bruyn

VILLE D'ANVERS

Anvers, le 29 mars 1898.

—  
*Cabinet du Bourgmestre.*

*A Monsieur Léon De Bruyn,  
Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics,  
à Bruxelles.*

J'ai l'honneur de vous adresser sous ce pli le résumé des arguments que notre ingénieur, M. Royers, a développés devant vous au cours de l'entretien que vous avez bien voulu nous accorder, jeudi dernier. Loin de moi de prétendre, Monsieur le Ministre, que ces arguments ne puissent prêter à aucune objection. Mais, je ne puis m'empêcher de croire que vous reconnaîtrez qu'il plane sur le projet dit de la *Grande Coupure* un doute, une chance de non-réussite, que nous ne pourrions raisonnablement braver qu'en présence d'une nécessité majeure. Cette nécessité n'existerait certainement pas en cas de réussite du travail au Krankeloon. Il me paraît donc absolument nécessaire que nous ayons, au sujet de la situation en cet endroit, des renseignements précis. Vous jugerez sans doute utile, Monsieur le Ministre, de les faire recueillir. Le Collège échevinal a appris avec bonheur votre projet de faire établir des appontements provisoires en rivière et, tout en vous exprimant sa reconnaissance, il me prie d'insister encore auprès de vous pour que l'étude soit poussée activement. Notre gêne croissante justifie cette insistance.

Recevez, Monsieur le Ministre, l'hommage de mes sentiments les plus dévoués.

VAN RIJSWIJCK.

ADMINISTRATION COMMUNALE  
D'ANVERS

Anvers, le 2 novembre 1897.

—  
Direction des Travaux communaux

—  
INGÉNIEUR EN CHEF

—  
Cabinet

—  
N° 25,322

—  
OBJET :  
*Modification du cours de l'Escau  
Projet du Gouvernement.*

*A Messieurs les Bourgmestre et Echevins de la ville d'Anvers.*

MESSIEURS,

Vous avez bien voulu demander mon avis sur le projet auquel s'est arrêté le Gouvernement, à la suite de la décision qu'il a prise d'agrandir la rade d'Anvers vers l'aval.

Ce projet est à peu près celui présenté par feu M. Stessels le 2 juin 1874.

D'après la brochure qui m'a été remise, il a été vivement recommandé par l'ingénieur anglais Hawkshaw, dans un rapport du 3 août 1874.

Sept ans plus tard, en juillet 1881, M. Maus, directeur général des ponts et chaussées, insistait pour l'exécution de ce projet, et produisait une note du général Brialmont, inspecteur général du Génie, exprimant l'avis que le tracé Stessels permettait de pourvoir facilement à la défense d'Anvers.

Enfin, en 1896, M. Lindon-Bates a indiqué un tracé très peu différent, qui est celui que le Gouvernement a adopté.

Sur ces entrefaites, M. l'ingénieur en chef Franzius, qui, en automne 1894, avait émis l'avis que le projet de MM. Bovie et Dufourny aurait suffi à faire face à toutes les exigences, écrit, en juin 1895, un rapport dans lequel il donne la préférence au tracé Stessels, tout en préconisant l'étude d'une variante qui s'écartait assez sensiblement de ce tracé, mais qui permettait de conserver des installations existantes (bassin America, etc.). En mars 1897, M. Franzius écrit qu'il abandonne la variante élaborée à titre d'étude et qu'il recom-



mande l'adoption du tracé qui lui a été soumis par l'ingénieur en chef Pierrot (tracé Bates).

Comme vous le savez, Messieurs, ce tracé, définitivement choisi par le Gouvernement, consiste en une coupure au travers des Polders, raccordant par une courbe unique la rade actuelle d'Anvers au Kruisschans. Après l'exécution, l'Escaut coulerait de Burght à Kruisschans dans un lit, concave sur la rive droite, formant une ligne régulière qu'on peut se représenter *grosso modo* par un arc de cercle de de 4 1/2 à 5 kilomètres de rayon et d'un développement d'une dizaine de kilomètres, suivi d'un arc de cercle dans le même sens d'une vingtaine de kilomètres de rayon et d'un développement de 6 kilomètres.

L'amélioration de l'Escaut ne se bornerait pas à cette correction partielle. Il y aurait à faire des travaux en amont d'Anvers, travaux en ce moment à l'étude et, par suite, non encore définis.

De plus, on projette à l'aval du Kruisschans la régularisation et le prolongement du nouveau lit bien en aval de Bath jusque dans le schaar de Waarde.

Ce travail permettrait de supprimer le passage sur le seuil du Zuidergat et d'améliorer la situation près de Bath. On établirait un lit mineur entre des digues submersibles. Ces travaux, à exécuter sur le territoire néerlandais, supposent le concours du Gouvernement des Pays-Bas.

A la suite de ces divers travaux, M. l'ingénieur en chef Pierrot estime qu'on obtiendrait un chenal de navigation régulier et ne croit pas s'avancer trop, dit-il, en fixant à environ 10 mètres sous marée basse la profondeur de ce chenal.

Le but que le Gouvernement a en vue est donc, par le creusement d'une coupure en travers le Polder, par des travaux à exécuter en amont d'Anvers et par la régularisation du lit en aval au moyen de digues submersibles, de rendre la navigation très facile en tout temps, même aux plus grands navires, et de faciliter aussi l'évacuation des glaces.

\* \* \*

Savoir si l'on pourra obtenir des profondeurs aussi considérables au travers les hauts-fonds de Bath, si l'exécution de jetées submersibles pour modifier la situation des passes est un travail exécutable et compatible avec le maintien de la navigation pendant le cours des travaux; savoir si le Gouvernement Néerlandais approuvera ces tra-

vaux, et estimer quel en peut être le coût dans les sables excessivement mobiles qui constituent le lit de l'Escaut, ce sont là autant de questions qu'il est bien difficile d'aborder en ce moment (1).

Il suffit de remarquer qu'elles sont, pour ce qui concerne l'aval du Kruisschans, tout à fait indépendantes de ce qui sera exécuté en amont de ce point. En d'autres termes, ces améliorations sont techniquement, administrativement, financièrement et pratiquement exécutables ou non, quelle que soit la solution admise entre Anvers et le Kruisschans.

Entre ces deux points il faut prendre la meilleure et la plus sûre, et, quel que soit le résultat obtenu, il faut exécuter à l'aval tous les travaux jugés de nature à faciliter la navigation.

Nous pouvons donc nous borner à examiner le projet entre Anvers et le Kruisschans, rechercher s'il est bon, s'il est le meilleur et le plus sûr, ou s'il en est d'autres de nature à rendre la rivière excellente au point de vue des grands navires. Il reste bien entendu que, ce travail étant exécuté, il y aura en tous cas un pas de plus à faire pour arriver à la perfection sur le trajet complet d'Anvers à la mer.

Est-il certain que le tracé adopté par le Gouvernement donnera un tirant d'eau permettant aux plus grands navires de naviguer à marée basse entre Anvers et le Kruisschans, — offrant donc un chenal de quelque 8 mètres de profondeur minima, — ou tout au moins ce projet créera-t-il sûrement une situation meilleure que la situation actuelle, ou meilleure que celle que d'autres projets permettraient de réaliser?

Je suis d'avis qu'il faut répondre négativement à cette question.

Sur quelles raisons se fonde-t-on pour la résoudre affirmativement? On a fait des calculs, se basant sur l'existence déjà séculaire d'un certain volume du lit sous le plan de la marée basse. On a trouvé des sections transversales d'une surface constante depuis longtemps; on en a conclu, avec beaucoup de raison, que le fleuve est capable de maintenir pareil volume de lit et de semblables sections transversales.

Au moyen de ces éléments, on lui a assigné des profils transversaux,

---

(1) Il résulte des dernières expériences de M. Vernon-Harcourt que « des digues » submersibles ne peuvent être établies dans la partie d'un estuaire sujette aux atterrissements, lorsque le maintien de sa capacité est indispensable pour conserver la profondeur du goulet d'un grand port situé en aval. » (*Annales des Travaux Publics de Belgique*, 1897.)

Or, il est évident que le débouché de l'Escaut dans la mer du Nord, à travers la côte en plage de sable, dépend surtout du volume de l'estuaire intérieur.

régulièrement croissants, on lui a assigné une profondeur d'environ 8 mètres à marée basse sur une largeur de quelque 300 mètres à Anvers, allant à quelque 450 mètres au Kruisschans.

On a fait remarquer avec raison que plus court sera le tracé entre Kruisschans et Anvers, plus large sera le lit profond à Anvers. Voilà, en résumé, la méthode qui a servi à donner au projet un caractère de précision.

Seulement, il faut remarquer que le résultat des calculs ne signifie pas plus que ceci : volume du lit connu, section d'aval connue, *longueur* du tracé connue, sections d'amont déduites de ces éléments.

Une critique à laquelle le projet se prête, c'est que la courbure du lit nouveau ne sera pas suffisante pour assurer la stabilité du régime. Les calculs précités ne combattent pas cette critique, pour l'excellente raison qu'ils ne tiennent pas compte de la forme du fleuve en plan.

Il n'est d'ailleurs pas possible de déterminer scientifiquement le degré de courbure qui assurera un régime stable. Chacun sait que dans les parties *droites* des cours d'eau le régime est instable, et qu'il est au contraire très stable dans les courbes brusques, mais on ne peut dire exactement quel degré de courbure il faut pour assurer la stabilité du régime. C'est un problème dans lequel il entre à la fois trop d'éléments inconnus.

Aussi, que trouvons-nous à ce sujet dans les documents que le Gouvernement a fournis :

1° L'avis de M. Pierrot qui dit (p. 8) (1) « que si les améliorations » préconisées — redressement entre Anvers et Lillo *et régularisation* » du lit en aval jusqu'à Waarde — étaient réalisées, le lit de l'Escaut » se composerait d'une suite de courbes et contrecourbes *fort bien* » raccordées et à courbures nullement exagérées. »

Et plus loin :

« . . . en amont d'Anvers, l'Escaut se maintient fort bien » sous profil sans dragage aucun et cependant ses eaux y coulent dans » des courbes longues et très ouvertes. »

Ensuite :

« Je renseignerai qu'ayant fait relever, par gabarit, le tracé du lit » futur entre Burght et Kruisschans et ayant fait présenter ce gabarit » sur la section néerlandaise du fleuve, où celui-ci creuse son lit à sa » fantaisie dans les bancs de sable qu'il couvre à pleine mer, j'ai » trouvé qu'il existait deux chenaux sensiblement de même forme, » l'un s'étendant de Waarde à Hoedekenskerke, l'autre des bancs

(1) Voir page 22 du présent recueil.



» d'Ossenisse à Ellewoutsdijk. Or, si le fleuve creuse lui-même des  
» cunettes de l'espèce dans des bancs de sable où il opère en liberté,  
» nous pouvons hardiment affirmer qu'il se plaira dans une cunette  
» artificielle, dont la rive concave est garnie, sur les deux tiers de sa  
» longueur, d'une paroi unie, laquelle attire et fixe le courant. »

Enfin, dans une note au bas de la page 9 (1), on lit :

« La courbe de Burght à Kruisschans aurait environ 14 kilomètres  
» de longueur; elle ne présenterait rien d'exagéré en comparaison  
» des courbes qu'on trouve sur d'autres fleuves à régime maritime,  
» par exemple l'Elbe inférieur : la courbe Cuxhaven-Brunsbüttel,  
» entrée du canal de la Baltique, a 29 kilomètres de longueur et la  
» courbe suivante, Brunsbüttel-Glückstadt, 24 kilomètres. »

Et, comme conclusion : « les adversaires des courbes à grande ouver-  
» ture et les ingénieurs qui prétendent que l'Escaut obéit à des lois  
» hydrauliques particulières peuvent donc être rassurés sur l'avenir du  
» fleuve pour le cas où les travaux en question seraient exécutés. »

Nous ne pensons pas que l'Escaut obéisse à des lois hydrauliques particulières.

Il est probable que ces lois sont générales, mais nous n'avons pas la prétention de connaître toutes ces lois.

Dès lors, il est bon de se défier et de se souvenir que les travaux hydrauliques dans les estuaires des fleuves et dans le lit des fleuves à marée ont généralement été précédés de prédictions extrêmement bien raisonnées, mais que l'évènement a souvent démenties.

Il y a des autorités qui sont d'avis que la courbure sera suffisante pour fixer le thalweg. Ce sont : Stessels, auteur du projet, Hawkshaw, Maus et M. Franzius.

Certes, il faut les écouter avec respect et, si la confiance suffisait en l'occurrence, on ne saurait mieux la placer qu'en ces ingénieurs. Mais les arguments sont préférables aux autorités.

Or, voyons ceux qu'on invoque :

« En amont d'Anvers, l'Escaut se maintient fort bien sous profil dans des courbes longues et très ouvertes... ». Il serait bon d'ajouter dans quel sol. Il est évident que dans un sol d'argile par exemple et là où la section n'est pas exagérée, il n'y aura ni dépôt ni déplacement si même le lit est rectiligne ou à très faible courbure. Or, sans que ce soit précisément de l'argile, on peut trouver un terrain stable par lui-même expliquant la fixité du régime dans certaines courbes longues et très ouvertes.

(1) Voir page 22 du présent recueil.



La même objection s'applique aux courbes de l'Elbe : Cuxhaven-Brunsbüttel et Brunsbüttel-Glückstadt.

Aussi longtemps qu'on n'aura pas précisé ces arguments en montrant que le fond des rivières invoquées comme exemples est de même nature que le fond futur de l'Escaut, et que les circonstances sont de tout point similaires, il est évident qu'on n'aura rien prouvé du tout : il ne viendra à l'idée de personne de soutenir qu'un cours d'eau absolument limpide, courant dans un lit de marbre, ne pourra pas parcourir des centaines de kilomètres en ligne droite sans que le régime devienne instable. Entre ce lit de fleuve un peu hypothétique, — et le lit excessivement mobile de l'Escaut à l'aval d'Anvers, se rangent tous les degrés intermédiaires de plasticité du fond et de teneur des eaux en matières solides.

Des exemples choisis dans l'Elbe sont d'ailleurs à récuser pour d'autres motifs. Le jusant y est considérablement plus important que le flot, car les eaux d'amont sont bien plus abondantes. Or, le jusant creuse les passes et par suite un jusant très fort peut tracer et entretenir un chenal très droit, alors qu'un jusant faible ne le pourra pas.

Force nous est donc de nous contenter des deux autres exemples cités : celui du chenal Waarde-Hoedekenskerke et celui du chenal Ossenisse-Ellewoutsdijk. Ceux-là sont bien dans l'Escaut et le fond en est, croyons-nous, semblable à celui de la coupure projetée. Seulement, là s'arrête l'analogie. En effet, ces schaar's se trouvent dans la partie tout à fait maritime du fleuve. Ils ont des sections énormes et sont parcourus par des volumes d'eau considérablement plus grands que dans la coupure projetée. Ils ont une largeur de plus de 1,200 mètres à 8 mètres sous marée basse. Il est évident que là où les chenaux ont cette importance et comme largeur et comme volume, ils sont moins courbés que des chenaux de moindre importance. Ils ne sauraient même l'être autant. Les méandres d'un fleuve iront en s'agrandissant de l'amont à l'aval, tant en largeur qu'en volume et qu'en rayon de courbure. Prendre pour termes de comparaison le schaar de Waarde ou la passe de Terneuzen, autant aller chercher ses comparaisons dans les Wielingen.

Il n'y a donc pas tant lieu d'être « rassurés sur l'avenir du fleuve » ou du moins cette tranquillité ne résulte pas des arguments employés. Nous n'en faisons pas un grief, bien entendu, car nous savons qu'il n'est pas possible de fournir ces arguments. Il ne reste donc ici, à défaut de la *science*, que la *foi* dans une espèce d'appréciation ou de

sentiment des défenseurs du projet, mais on ne peut, à notre avis, les suivre aveuglément, en pareille matière.

Si on était acculé par la nécessité, privé de tout moyen sûr de sortir d'une situation inextricable, il ne resterait qu'une voie à suivre :

choisir l'homme ou les hommes à qui l'on attribuerait un discernement supérieur, une espèce d'intuition, fruit de l'expérience, et de s'abandonner à leur avis. Mais pareille résolution serait inexcusable dans le cas qui nous occupe.

Il est une objection contre le tracé à laquelle il me semble extrêmement malaisé de répondre.

Au Kruisschans même, le fleuve sera, sur une longueur de 5 kilomètres, pour ainsi dire tout à fait droit.

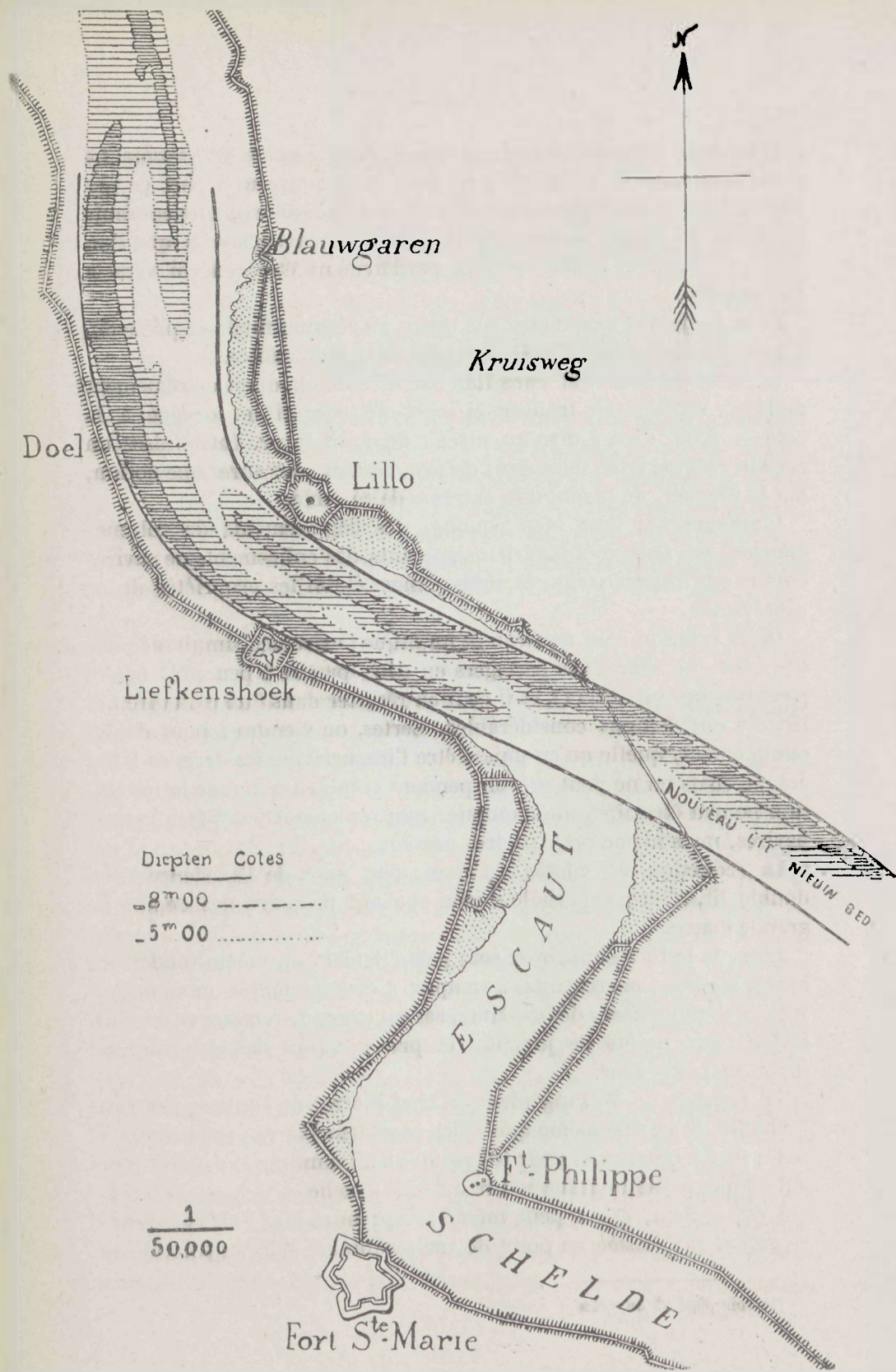
Un coup d'œil sur le croquis ci-contre (extrait de la planche VIII) le montre à l'évidence.

Les rives ne s'écartent d'une ligne droite que de quelques mètres de part et d'autre, sur une lieue de longueur.

Si cette partie droite était située entre deux courbes de même sens, comme la partie presque droite du quai Van Dyck et Jordaens (entre la courbe des quais du Sud et celle du quai du Rhin), ce ne serait pas trop redoutable, mais ici elle est entre la courbe de Wilmarsdonck où le thalweg tiendra la rive droite et celle de Liefkenshoek où il tiendra la rive gauche. La partie toute droite est donc à l'endroit où le thalweg change de rive. Qui peut dire ce qui va se passer en ce point ? La situation du croquis ci-après, par exemple, peut se réaliser parfaitement et, dans ce cas, la navigation peut être en cet endroit tout aussi mauvaise — plus mauvaise même — qu'au coude actuel de

Philippe, et avec cette circonstance aggravante que l'instabilité absolue résultant de la situation locale pourrait créer des bancs de configuration journallement variable créant les plus grands dangers pour la navigation.







Il est donc téméraire d'affirmer que la réussite finale est *certaine*. La porte reste ouverte à l'imprévu et, dans le lit nouveau, à part ce qui vient d'être dit pour son extrémité aval, il est possible que les courants de flot et de jusant ne pratiquent point la même passe et que l'un d'eux, notamment le flot, pourra parfaitement être réfléchi vers la rive gauche.

Si le projet est loin d'être sûr quant au résultat final, il présente, d'autre part, en cours d'exécution, des aléas redoutables.

Le fond du fleuve est constitué par un sable boulant extrêmement mobile. Veuillez en trouver ci-joint un échantillon dragué à la cote — 8.00, c'est-à-dire au niveau du fond futur. Introduisez un certain volume de ce sable dans un peu d'eau et vous aurez une notion, par le toucher, de la mobilité extrême de ce sable.

D'ailleurs, des faits bien connus, des déplacements de volumes énormes par suite d'obstacles insignifiants, des enlacements de navires entiers qui disparaissent ont suffisamment établi les propriétés de ce sable fluide.

Or, la création d'un nouveau lit implique l'existence simultanée des deux lits. Le courant se partagera en deux parties à peu près égales (voir brochure p. 40) (1), et il peut en résulter dans l'un et l'autre des lits des obstructions considérables. Certes, on viendra à bout de cet ensablement, quelle qu'en puisse être l'importance, les dragues Bates aidant, mais on ne peut prévoir pendant combien de temps la navigation pourra être ainsi interrompue, non seulement pour très grands navires, mais même pour navires moyens.

La réduction de vitesse de l'eau, par suite de l'existence d'un double lit, n'est pas la seule raison pouvant produire des dépôts de grande masse.

Lorsque le lit à supprimer sera partiellement ou même totalement barré, les tronçons restants, à remplir à chaque marée montante, à vider à chaque marée descendante, seront cause de remous et de tourbillons aux points de jonction et provoqueront des déformations qu'on ne peut éviter.

Le rapport de M. l'ingénieur en chef Pierrot ne conteste pas cette difficulté. Il affirme même que « des ensablements se produiront » et se borne à ajouter que, pour les réduire à un minimum, « il faut hâter autant que possible la fermeture du bras gauche ».

C'est évident, et on peut même comprendre que l'on se borne à ce *autant que possible* au point de vue technique. Mais au point de vue

(1) Voir page 23 du présent recueil.



commercial ? Que deviendront ceux qui vivent du trafic maritime, et où passeront les affaires ?

Pour barrer le lit ancien le plus promptement possible, on a d'excellents moyens d'après la brochure. Certes, mais on n'opère pas plus à coup sûr que pour l'endiguement d'un polder. Cette opération est des plus chanceuses. On choisira, pour établir le barrage, le point où « les courants de flot montant la cunette actuelle rencontreront ceux qui suivront la nouvelle cunette pour redescendre ensuite dans l'ancienne ».

Seulement, après chaque flot il y aura un jusant et, si des dépôts se forment dans le lit nouveau, il y aura tendance à ce que ce courant emporte ou mine le barrage. Comment chiffrer le temps qu'il faudra pour l'établir ? On reste devant la simple affirmation sans preuve : « les deux bras ne resteront jamais assez longtemps ouverts simultanément pour que, dans le lit nouveau, il puisse se former des dépôts compromettants pour la navigation. »

\* \* \*

Il est utile de signaler encore un aléa qui ne manque pas d'importance au point de vue commercial.

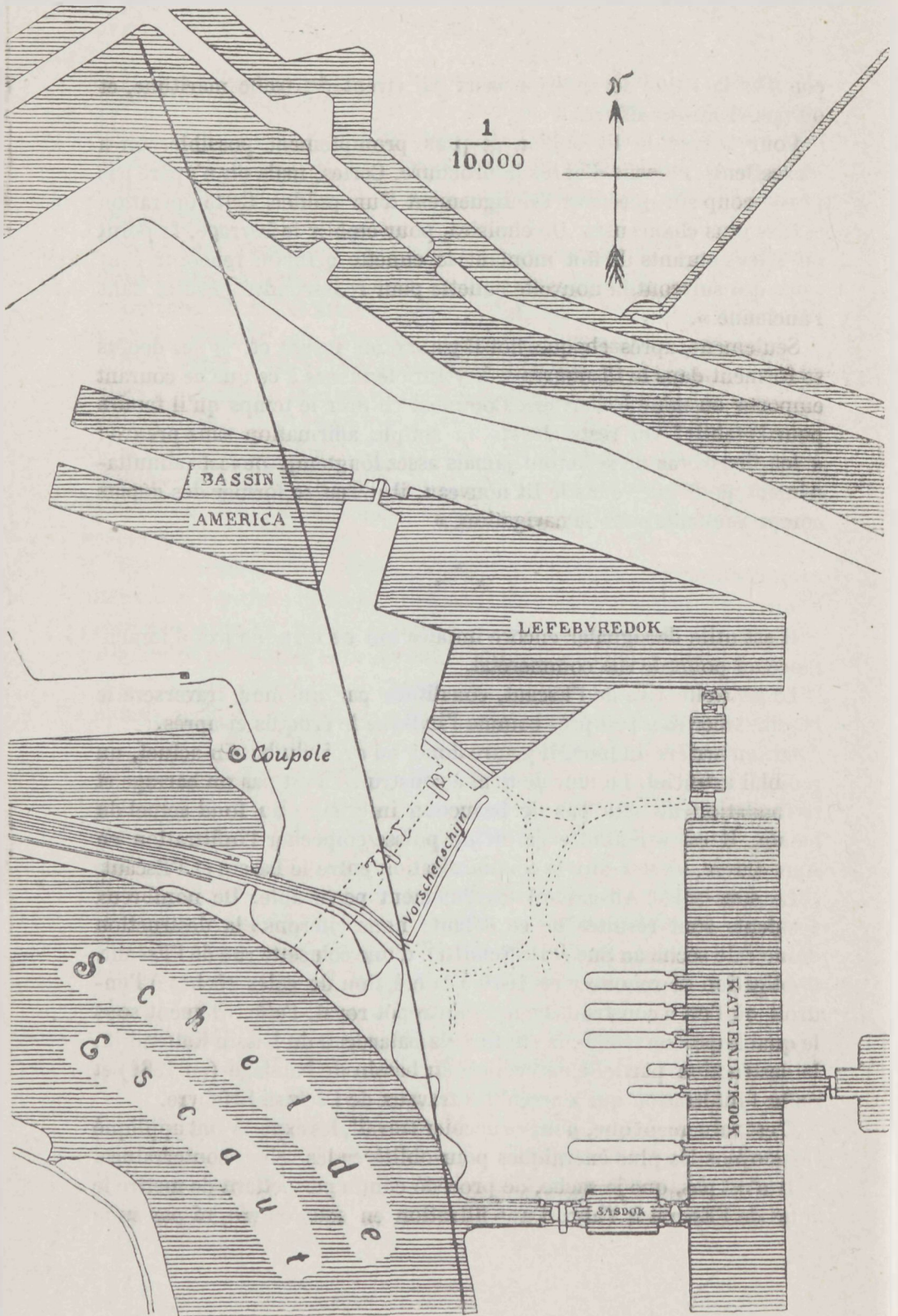
La nouvelle rive de l'Escaut, constituée par un mur, traversera le bassin America à peu près comme l'indique le croquis ci-après.

Or, en arrière du mur, il y aura donc, au droit du bassin actuel, un remblai artificiel. Le mur de quai à construire n'est pas un barrage et sa fondation ne sera pas de beaucoup inférieure au fond actuel du bassin. Il est à craindre qu'on ne puisse empêcher l'infiltration en sous-œuvre, c'est-à-dire la communication entre le bassin et l'Escaut.

Le sous-sol à Anvers est extrêmement perméable. De nombreux accidents sont résultés de ce défaut ; nous citerons : la destruction d'une cale sèche au Sud (cale Schültz), d'une écluette rue de l'Escaut, l'obligation de renoncer en 1810 à la création de cales sèches à l'endroit où l'on a construit depuis l'Entrepôt royal, l'affouillement sous le quai Napoléon (1869), la rupture du batardeau du bassin Kattendijk, la destruction partielle de l'écluse du bassin de batelage (en 1881) et enfin l'infiltration qui a arrêté les travaux de l'écluse Lefebvre.

C'est vainement que, pour ce dernier travail, les experts ont appliqué les moyens les plus énergiques pour oblitérer les veines souterraines.

Il n'est pas, que je sache, de procédé connu permettant de mettre le mur de l'Escaut à l'abri d'une filtration en sous-œuvre, ni par suite





le bassin Lefebvre et les navires qu'il contiendrait, à l'abri d'un accident grave.

Enfin, il est à noter que, quoi qu'on fasse, l'exécution du projet sera de longue durée et qu'aucune partie des installations nouvelles ne pourra servir avant l'achèvement complet. Certes, on peut achever, grâce à des moyens nouveaux, — et même sans l'emploi de ces moyens, — la coupure nouvelle en un temps relativement court, mais ce qui retardera la réalisation, ce sont les expropriations, les travaux accessoires, les études et l'exécution de nouvelles voies d'écoulement pour les eaux du Schijn et des Polders, les démolitions de murs de quai de bassins et de la coupole de la citadelle, etc.

Les dangers en cours d'exécution et le risque de ne pas arriver à un bon résultat final sont grands.

Nous ne disons pas : Il arrivera sûrement que l'existence simultanée des deux lits aura pour conséquence de les ensabler tous deux au point de rendre toute navigation impossible vers Anvers ; il faudra un temps prodigieux pour barrer l'ancien lit et il en résultera que la population ouvrière restera sans travail et que le commerce prendra d'autres voies qu'il ne quitte plus ; les bassins se videront par infiltration sous le nouveau mur et tous les navires seront échoués ; enfin, quand tout sera fini, le nouveau lit sera impraticable à la navigation, impossible par suite de l'instabilité du thalweg au Kruisschans !

Ce seraient là des affirmations aussi dénuées de *preuves* que les affirmations contraires que nous rencontrons dans la brochure.

Nous disons simplement que la raison défend de courir un *grand danger*, n'eût-il que *très peu de chances* de se présenter, à moins d'avoir pour ce faire un grand intérêt, de se trouver dans la *nécessité* de courir ce danger lorsqu'on sera assuré qu'en cas de réussite on aura obtenu un grand bien, qu'on ne peut se procurer qu'en courant ce danger.

Or, voilà précisément ce qui n'est point le cas.

D'après nous, on peut aisément se procurer les avantages que l'on attend de la grande coupure sans courir aucun des dangers signalés ci-dessus. Il suffit pour cela d'exécuter le projet présenté par un ingénieur dont l'Etat ne récusera pas la compétence puisqu'il l'a choisi pendant des années pour diriger le service de l'Escaut et qu'il l'a appelé depuis à de plus hautes fonctions.

D'après M. Pierrot, le projet Troost vaut celui de Bovie-Dufourny, et, d'après l'opinion qu'avait M. Franzius en 1894, ce dernier suffisait à faire face à toutes les exigences.

Ce projet échappe, du reste, à toutes les objections auxquelles

celui de M. Stessels prête le flanc, et est d'une réussite beaucoup plus assurée.

Les travaux actuellement en cours à l'aval d'Anvers constituent une exécution partielle de ce projet. Quelle est actuellement la situation de ces travaux de dragage ?

« Les sondages auxquels il est procédé périodiquement ont prouvé » qu'à mesure qu'on fait reculer la rive gauche, à mesure aussi les » profondeurs diminuent le long de la rive opposée, qui tend à être » abandonnée par les courants de jusant. On a constaté que cet effet, » qui était du reste prévu, est sensible et se manifeste surtout dans le » schaar de flot dit « schaar de la Pipe de Tabac », existant le long de » la rive droite à la hauteur du fanal du « Draaiende sluis » jusqu'à la » passe de jusant traversant la rivière, passe qui s'atterrit également » et qui doit être déplacée le long de la rive de Melsele. Le moment a » été jugé favorable pour déverser dans le schaar prémentionné une » partie des produits de dragage. Depuis octobre 1896, on procède à » l'amélioration, par voie de dragage, de la passe de Krankeloon et à » l'approfondissement à 8 mètres sous marée basse de la passe » déplacée de Melsele.

» A la fin de juillet 1897, on avait obtenu le résultat reproduit à la » figure 2 de la planche XXXIX. Ce résultat accuse une *nouvelle amé-* » *lioration* de la navigation entre la passe de Krankeloon et celle de » Melsele. » (*Annales des Travaux publics de Belgique*, octobre 1897.)

Voilà donc un travail pour lequel l'Etat a dépensé récemment plus de 4 millions. D'après les derniers renseignements, il donne de bons résultats... naturellement partiels puisque rien n'est achevé et que l'amélioration à atteindre est forcément graduelle.

Si la réussite est complète, à quoi bon recourir à une solution plus radicale? Si c'est un échec, n'est-ce pas encore là un motif de plus pour l'Etat de devenir défiant et de se dire que, lorsqu'il s'engageait dans une dépense de 4 millions, il croyait évidemment avoir tous ses apaisements, comme il déclare les avoir maintenant pour exécuter la grande coupure..., mais qu'il y a encore autre chose dans les travaux de l'espèce que des prévisions scientifiques, à savoir : l'imprévu !

A propos de projets d'amélioration, il a été souvent parlé de l'évacuation des glaces et, à ce point de vue, on a cité comme un grand avantage du projet Stessels, la facilité de cette évacuation.

A notre sens, aucun tracé n'aura pour conséquence d'apporter une amélioration sérieuse à la situation en cas de forte gelée. Ce qui est l'unique cause de l'encombrement par les glaces, c'est le régime de



l'Escaut. Dans les circonstances les plus favorables, et quel que soit le tracé du fleuve, un glaçon se trouvant devant Anvers ne sera pas transporté jusqu'à Flessingue en moins d'une quinzaine de jours.

Au bout de plusieurs jours de gelée, il y aura donc énormément de glaçons dans l'Escaut. Ils rendront difficile la navigation dans les passes, notamment dans les coudes. Le danger réside principalement dans la difficulté de se diriger en l'absence de bouées, de signaux visibles en cas de brume, etc. Le Gouvernement a adopté des moyens très efficaces pour éviter ces difficultés et les interruptions seraient sûrement fort rares à l'avenir.

Il est très utile, en tout état de cause, d'avoir des bateaux dits brise-glace, non pour briser les embâcles qui sont très rares, mais pour porter secours et assistance aux navires.

Il faut avoir de pareils bateaux. Accessoirement, ils briseront une embâcle s'il s'en présente encore jamais une.

En tout cas, ce n'est pas parce qu'on aura créé une courbe telle que celle de Stessels qu'on évitera l'embâcle. Celle-ci se produit aussi bien dans les parties droites (Burght) que dans les fortes courbes (Kattendijk) et pourrait parfaitement se produire dans le lit nouveau en cas de très forte gelée. D'ailleurs, l'embâcle en aval d'Anvers, qui ne s'est jamais produite, de mémoire d'homme, qu'une fois, pendant quelques heures et dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, est un phénomène négligeable.

Quant à l'évacuation des glaçons *flottants*, aucun *tracé* ne peut y contribuer efficacement.

Il y a cependant la question de navigation dans les amas de glaçons flottants. Pour être juste, il faut reconnaître qu'elle est plus facile si la courbure du lit est moindre. Sera-t-elle encore difficile dans un lit dont le rayon de courbure minima serait de plus de 1,000 mètres, comme c'est le cas pour les projets Bovie-Dufourny et Troost ?

S'il était permis d'employer, pour résumer ce qui précède, des formules qui, prises isolément, auraient peut-être un caractère absolu, mais qui demandent à être lues *après* les explications qui précèdent, nous dirions :

1° Il n'est pas prouvé que le projet de grande coupure adopté par le Gouvernement donnera les résultats annoncés, savoir : une amélioration du régime et une passe navigable stable le long de la nouvelle rive droite, permettant la navigation sur l'Escaut, même pour les navires du plus grand tirant d'eau à tout état de la marée ;

2° Il est certain que l'exécution occasionnera une perturbation sérieuse et une interruption de la navigation et qu'elle expose à d'autres dangers ;

3° Il existe au moins un projet dont la réussite finale est plus sûre et dont l'exécution n'a rien d'aléatoire.

*L'Ingénieur en chef,*  
*Directeur des travaux communaux,*  
G. ROYERS.

ADMINISTRATION COMMUNALE  
D'ANVERS

Anvers, le 2 décembre 1897.

Direction des Travaux communaux

INGÉNIEUR EN CHEF

Cabinet

N° 25,440

OBJET :

*Extension du Port d'Anvers.*

ANNEXE :

Un plan.

*À Messieurs les Bourgmestre et Échevins de la ville d'Anvers.*

**MESSIEURS,**

Vous avez bien voulu me demander mon avis au sujet de l'extension du port, au cas où le tracé nouveau adopté par le Gouvernement ne serait pas exécuté. Dans mon rapport précédent (2 novembre dernier, n° 25,322), je n'ai examiné que la seule question de la navigation vers Anvers, et il est certain que le problème qui se pose a encore d'autres faces. Notamment, il convient que la ville fasse connaître son opinion au sujet de l'extension des installations maritimes et ses vues pour l'avenir, en tenant compte de la possibilité de l'augmentation des dimensions des navires.

Le projet du Gouvernement suppose résolue la question de l'accès des très grands navires jusqu'au Kruisschans, sinon il était superflu de s'occuper de leur permettre de naviguer entre le Kruisschans et Anvers.

Nous pouvons donc aussi prendre le même point de départ et supposer le problème résolu quant à la navigation entre la mer et le Kruisschans.

Nous savons, d'autre part, qu'en ce moment déjà, la navigation des plus grands navires actuellement existants, à de très rares exceptions près (une demi-douzaine de navires pour services rapides de passagers), est possible jusqu'à Anvers. Il faut reconnaître qu'elle n'est

pas sans quelque difficulté. Il est certain, d'autre part, qu'on peut supprimer ces difficultés par quelques améliorations graduelles du cours de l'Escaut entre le Kruisschans et Anvers.

On peut donc dire que, pour tous les navires actuellement existants et capables de passer la passe de Bath, la situation actuelle, quelque peu améliorée, est suffisante. Il y a donc lieu d'en tirer tout le profit possible.

Il faudrait ensuite améliorer — si faire se peut — et avec l'autorisation des Pays-Bas, l'Escaut en aval du Kruisschans et notamment la passe de Bath.

Sur ces entrefaites, les dimensions des navires peuvent croître encore, mais, dans mon opinion, pas au point de les empêcher d'arriver jusqu'à Anvers par le cours actuel de l'Escaut quelque peu amélioré. Cependant, comme il est possible de se méprendre quant à ce point, je serais d'avis de prévoir dès aujourd'hui des murs de quai dans le coude de Kruisschans, qui deviendrait une annexe du port d'Anvers pour ces navires exceptionnels.

L'objection de l'éloignement n'existe pas quand on réfléchit bien. La distance des quais en eau profonde du Kruisschans aux bassins actuels d'Anvers est de 6 1/2 kilomètres. Les Victoria Docks sont à 8 kilomètres du pont de Londres, l'écluse de l'Albert Dock à 12 kilomètres et les Tilbury Docks sont à 23 kilomètres en aval des Victoria Docks.

D'ailleurs, en supposant l'exécution du tracé Stessels, la partie extrême des nouvelles installations serait également voisine de ce point soi-disant éloigné.

Que si l'on objectait qu'en cas d'adoption du tracé Stessels les navires ne seraient placés en ce point « éloigné » qu'après épuisement du quai en aval d'Anvers et à mesure des besoins, il faudrait répondre à cette objection que le projet que je préconise donne 3 kilomètres de quais à l'aval des quais actuels et que, d'après le Gouvernement, on en construirait 5 kilomètres. Il n'y aura pas très grande différence entre le temps où les 3 kilomètres seront épuisés et celui où les 5 kilomètres le seront, et, par suite, entre le temps où il faudra, dans une hypothèse comme dans l'autre, placer des navires aux environs du Kruisschans.

Si l'on objectait que 3 kilomètres de quais au Kruisschans pourraient ne pas suffire à ces très grands navires au cas où ils deviendraient très nombreux, tandis que le projet Stessels permet de placer ces *très grands* tout le long de la ligne des quais actuels — ce que le



projet que je préconise ne permet pas, — il faudrait remarquer que cette hypothèse est bien excessive, car sur quelque 3 kilomètres de quais au Kruisschans on peut placer mettons une quinzaine de ces très grands navires. Supposons-les de 15,000 tonnes seulement et accordons à chacun une semaine de stationnement, cela représenterait un trafic annuel de  $15 \times 52 \times 15,000 = 11,700,000$  tonnes, soit, rien que pour ces navires exceptionnels, le double du trafic actuel de tout le port d'Anvers.

Mais, si l'on veut se lancer dans une voie aussi hypothétique, pourquoi s'arrêter... et ne pas se poser la question de savoir ce qui arriverait si tous les quais actuels et ceux du tracé Stessels ne suffisaient plus au nombre toujours croissant de très grands navires ? A quoi faudrait-il recourir alors ?

Si l'on objecte que l'on ne veut pas que les navires soient arrêtés et mis en débarquement au Kruisschans, il y a lieu de répondre que cela ne sera pas évité par le tracé Stessels, ni d'aucune façon quelconque... et si l'on dit que l'on veut les très grands navires jusqu'aux quais actuels, on fera simplement de la poésie, car lorsque le commerce sera assez étendu pour occuper des quais comme ceux du tracé Stessels, ce sera du pur dilettantisme de vouloir que les gros navires soient plutôt près de la ville et les autres à l'extrémité aval des quais, que d'avoir le dispositif inverse.

Quoi qu'il en soit, le tout peut être complété par la création d'un canal — ou si on préfère ce nom — par le prolongement d'un bassin jusqu'au coude de Kruisschans et la construction d'une écluse en cet endroit. Il y aurait une autre écluse près de la ville.

Cette coupure éclusée est figurée au plan ci-joint avec une largeur entre murs de 183 mètres. On peut lui donner davantage, mais sans utilité, d'après moi.

Le dispositif général est indiqué à l'avant-projet que j'ai l'honneur de vous adresser ci-joint et qui demanderait à être encore un peu étudié quant aux détails.

Le dessin indique les 3 kilomètres de quais à l'Escaut à établir au coude du Kattendijk en aval des quais actuels et les 3 autres kilomètres à construire dans le coude de Kruisschans suivant le tracé de M. Troost, inspecteur général des ponts et chaussées.

Une première extension des bassins serait faite suivant le tracé que votre Collège a admis dans sa séance du 12 février 1891, sur ma proposition.

Le bassin America serait ultérieurement prolongé jusqu'au

Kruisschans et sur ce bassin plus ou moins parallèle au fleuve s'embrancheront autant d'autres bassins et de telle longueur que les besoins de l'avenir le comporteront.

La gare de formation et de manœuvre serait parallèle au long bassin ou canal et lancerait des embranchements de voies entre les autres bassins ou bassins transversaux.

Il est bien notoire que c'est aux facilités du trafic par chemin de fer que tout doit être subordonné. Rien ne servirait de réaliser de grandes économies de temps pour le *navire* en lui facilitant l'accès des bassins, sans le corollaire indispensable de fournir à proximité le matériel de chemin de fer pouvant recevoir la cargaison et amener un nouveau chargement.

Quant à savoir si les bassins transversaux doivent être traversés par des ponts, c'est une question à discuter. Ces ponts gênent dans une certaine mesure la navigation. Ils sont d'ailleurs fort onéreux, car ils exigent un personnel de jour et de nuit.

Par contre, ils peuvent être utiles à la circulation des hommes et des chariots, mais ce n'est qu'à la condition de ne pas se succéder, nombreux, sur la voie à suivre par ce trafic terrestre. Dans le projet ci-joint, j'ai supprimé les ponts, parce qu'il m'a semblé qu'il y en avait trop pour qu'ils donnent un résultat compensant le coût du personnel et la gêne de la navigation. Plutôt que d'en établir et de les exploiter, mieux vaudra organiser un service de transport de personnes gratuit par eau au moyen de petits vapeurs.

Il n'y a d'ailleurs pas à se dissimuler que la circulation des hommes et des véhicules sera difficile dans des installations étendues et nécessitera des habitudes spéciales : des cantonnements de chevaux et de chariots, des abris-restaurants pour les ouvriers, etc. Par la force des choses, la circulation d'hommes et de camions à de grandes distances prendra fin pour faire place à des exploitations sectionnées.

Le plan que j'ai l'honneur de vous soumettre permet d'envisager sans crainte un avenir très lointain. Il comporte aussi une véritable ville industrielle et commerciale, des chantiers de construction navale et, en général, des espaces immenses dont il serait aussi téméraire qu'inutile de fixer dès à présent la répartition précise.

A Rotterdam, l'administration érige en principe : ayez des terrains pour l'extension, exécutez sur ces terrains ce que les besoins comportent actuellement, sans prétendre deviner exactement ce que l'avenir exigera, en d'autres termes : ayez beaucoup d'étoffe avec laquelle vous vous habillerez à la mode du jour.

Le plan ci-joint est donc plutôt une indication de ce qu'on pourrait faire et ne ressemble sans doute que dans ses grandes lignes à ce que l'on fera.

Veillez remarquer, Messieurs, que le plan se prête, dans les meilleures conditions, à la création d'un port franc et d'un territoire industriel franc. Si pareil port est jugé utile, une clôture suffit pour l'établir, et, comme il est probable, ou tout au moins possible, qu'à côté du port franc subsisterait un port sous régime douanier, on pourra, par un simple déplacement de la limite douanière, proportionner chacune de ces subdivisions à l'importance qu'elle doit avoir.

Il est à remarquer aussi qu'il est toujours possible d'assurer, par des moyens appropriés, la navigation en temps de glaces sur un canal ou un bassin et que, par suite, le projet supprime entre Anvers et le Kruisschans cette difficulté pour la grande majorité des navires qui seront dans le port.

Le projet est plus vaste à tous égards que le projet de la grande coupure, mais il présente l'avantage de permettre une exécution à mesure des besoins, de n'offrir aucun aléa, de permettre de résoudre toutes les questions et de réserver, pour le jour où il deviendrait à son tour insuffisant (comme il peut arriver pour toute conception humaine), une ressource considérable pour l'utilisation de l'autre rive de l'Escaut.

*L'Ingénieur en chef,*  
*Directeur des travaux communaux,*  
G. ROYERS.

## NOTE

Voici, d'après M. Van den Broeck, la situation au Krankeloon :

« Comme on le sait, les travaux furent entamés en 1894 et n'ont pas coûté, jusqu'à présent, moins de 4,100,000 francs.

» En chiffres ronds, on a dragué 7,000,000 de mètres cubes, dont 5,600,000 ont été déposés au-delà des digues. Les 1,400,000 mètres cubes restants ont été ripés dans la rivière et de ces 1,400,000 mètres cubes, pas moins de 950,000 mètres cubes ont été emportés par le courant.

» Avant d'entamer ces travaux, on a, à marée haute, mesuré la contenance de la rivière entre la Pipe de Tabac et le fort Philippe. On a trouvé le contenu de 25,400,000 mètres cubes; actuellement, on a fait la même chose et l'on a trouvé 25,868,000 mètres cubes.

» Donc, après quatre années de travail, après avoir dragué 7 millions de mètres cubes et avoir dépensé 4,100,000 francs, on est arrivé à la persuasion que l'on a seulement gagné 468,000 mètres cubes et, ce qu'il y a de pis, l'on doit continuer à draguer, car, pendant qu'on travaille d'un côté, l'autre côté s'ensable, et vice-versa, de telle sorte que le dragueur doit opérer en permanence dans la passe.

» 4,100,000 francs pour 468,000 mètres cubes! Où nous conduira donc le ripage de 36,000,000 de mètres cubes et que reste-t-il de l'affirmation que le ripage ne présente point de danger pour l'avenir d'Anvers? »

Que résulte-t-il de ces chiffres?

Avant d'entamer les travaux, on avait un volume de 25 millions 400,000 mètres cubes.

On en retire à la drague 7,000,000 de mètres cubes; si donc on n'y rejette rien et s'il n'y a pas d'apports venant d'ailleurs, le volume sera devenu 32,400,000 mètres cubes. Mais on rejette (sur la rive droite) 1,400,000 mètres cubes. Le volume de vide restant devrait donc être de 31,000,000 de mètres cubes.

On en constate 25,868,000.



Conclusion : Il est venu de quelque part 5,132,000 mètres cubes, non compris les 1,400,000 mètres cubes qu'on a rejetés dans la rivière.

D'où M. Van den Broeck conclut que 950,000 mètres cubes ont été *emportés* par le courant !

Non seulement le courant n'en a pas emporté 950,000, il en a apporté 5,132,000.

Mais, dit M. Van den Broeck, puisqu'en 1894 le volume était de 25,400,000 mètres cubes et qu'il est aujourd'hui de 25,868,000 mètres cubes, on n'a gagné que 468,000 mètres cubes et cela a coûté 4 millions 100,000 francs !

D'abord, qui a jamais cherché à *gagner* quelque chose ? On ne demande pas à *gagner* du volume. M. Franzius base tout son système de calcul sur la constance du volume du fleuve.

Si on veut riper le fleuve, le déplacer en *prenant* sur une rive *ce que l'on perd* sur l'autre, on n'augmentera en rien le volume du fleuve. Si même on n'avait pas gagné du tout au lieu de gagner 468,000 mètres cubes, cela ne prouverait donc absolument rien.

D'autre part, si on les a gagnés, cela prouvera que le fleuve avec son nouveau tracé est capable de maintenir un lit plus volumineux qu'avant le travail, et alors tant mieux.

Mais, dit encore M. Van den Broeck, si on doit payer 4,100,000 fr. pour gagner 468,000 mètres cubes, combien faudra-t-il payer pour riper 36,000,000 de mètres cubes ? Encore un peu, il allait appliquer la règle de trois !

Pourtant, la réponse à la question est simple : Si, pour 7,000,000 de mètres cubes extraits et remblayés à concurrence de 5,600,000 mètres cubes sur la rive et à concurrence de 1,400,000 mètres cubes dans le fleuve, on a payé 4,100,000 francs, soit environ fr. 0.60 le mètre cube en moyenne, on paiera moins... la moitié probablement... quand tout le travail consistera à draguer d'un côté du fleuve et à remblayer de l'autre.

G. ROYERS.

# RÉPONSE

DE

**M. le Ministre De Bruyn à la Ville d'Anvers**

*du 10 décembre 1898.*

---

# RÉPONSE

DE

M. le Ministre De Bruyn à la Ville d'Anvers, du 10 décembre 1898.

MINISTÈRE  
DE  
l'Agriculture et des Travaux Publics

Bruxelles, 10 décembre 1898.

ADMINISTRATION  
DES PONTS ET CHAUSSÉES

2<sup>e</sup> DIRECTION

N<sup>o</sup> 52240

*Amélioration de l'Escaut  
en aval d'Anvers*

N<sup>o</sup> de Sortie : 9726

*Au Collège des Bourgmestre et Échevins de la Ville d'Anvers.*

MESSIEURS,

Sous la date du 29 mars dernier, vous m'avez fait l'honneur de me communiquer « le résumé des arguments » présentés par le service technique de la ville d'Anvers touchant le projet de rectification, adopté dans ses grandes lignes par le Gouvernement, et qui doit être apporté au cours de l'Escaut en aval de la rade actuelle depuis le quai du Rhin jusqu'au Kruisschans.

J'ai soumis au Comité permanent consultatif des ponts et chaussées les objections que vous m'avez transmises, en le priant de bien vouloir examiner chacune d'elles avec la plus sérieuse attention.

Les doutes et les craintes de non-réussite qui se trouvent énoncés dans votre lettre du 29 mars précitée ne sont point partagés par le Comité qui, répondant, point par point, à chacune des questions

envisagées par votre service technique, m'a fait parvenir les avis et conclusions ci après :

Les craintes exprimées par la Ville d'Anvers au sujet de la coexistence de deux lits à l'Escaut pendant le temps qui s'écoulera entre l'ouverture de la grande coupure et la fermeture de l'ancien bras ne sont pas fondées.

Il ne faut appréhender ni les « obstructions considérables » redoutées par le service technique de la Ville d'Anvers, ni les « dépôts de grande masse », ni « les interruptions de la navigation pour les grands navires et les navires moyens », ni la « déformation du lit du fleuve ».

Dès l'instant où deux lits seront ouverts à l'Escaut entre Kruisschans et Anvers, le réservoir de la marée se trouvera notablement accru et l'on verra s'accroître dans une mesure analogue le débit du flot vers Anvers.

L'histoire de l'Escaut est là pour attester qu'il en sera ainsi. Elle démontre que les sections du fleuve entre Bath et Kruisschans sont capables d'un tel débit et qu'à maintes reprises, même dans le courant de ce siècle, elles ont pu faire face à un débit notablement supérieur à celui qui va se produire et pendant des périodes forts prolongées, sans qu'elles aient subi des déformations ou des altérations dignes d'être signalées.

C'est donc en se basant sur l'expérience acquise et sur l'enseignement des faits, ce qui domine toute autre considération en pareille matière, que l'on peut affirmer que la coexistence momentanée des deux bras de l'Escaut entre Kruisschans et Anvers ne produira aucune nuisance; que le régime du fleuve ne sera point modifié d'une façon sensible; que des érosions importantes entre Bath et le Kruisschans ne sont point à craindre; que le remplissage des deux bras vers Anvers pourra s'opérer sans réduire le volume de flot passant devant cette ville et se propageant vers l'amont.

Le nouveau lit, beaucoup mieux aménagé que l'ancien au point de vue de l'écoulement des eaux, ayant moins de longueur, un tracé direct et sans sinuosités, des profils en long et en travers réguliers et des périmètres mouillés réduits presque au minimum, deviendra immédiatement le lit véritable de l'Escaut, l'ancien bras jouant le rôle de réservoir latéral.

C'est dans ce réservoir que les atterrissements tendront à se former, à raison de la faible vitesse dont seront animées les eaux de remplissage et de vidange. Dans la coupure, au contraire, passera le débit d'amont, avec une vitesse suffisante pour empêcher la production de dépôts importants.



En vue de mieux assurer ce résultat, on aura soin de guider les courants à l'entrée et à la sortie de la coupure au moyen de digues directrices et de créer dans le lit actuel de l'Escaut des obstacles au passage des courants de flot et de jusant, ce qui pourra se faire en quelques jours dans toute l'étendue du lit mineur.

En recourant à ces moyens artificiels, afin de renforcer les obstacles naturels qu'offre déjà l'ancien lit à la propagation des courants, on est certain de réduire ce lit aux seules fonctions de bassin de remplissage jusqu'au jour où il sera barré à ses deux extrémités. On est certain, d'autre part, que les atterrissements, dans le nouveau lit du fleuve, pendant la coexistence des deux bras, ne seront jamais d'une importance telle qu'on ne puisse aisément en avoir raison, au moyen de la drague et sans entraver la navigation.

C'est là, évidemment, le résultat essentiel que l'on doit avoir en vue.

Dans la note rédigée par le service technique de la ville, la fermeture du lit actuel de l'Escaut et la construction de barrages à ses extrémités est représentée comme « une opération des plus chanceuses » et, sans dire qu'il faudra un temps prodigieux pour la réaliser, la note laisse entendre « que la porte reste ouverte à l'imprévu ».

Le Comité permanent des Ponts et Chaussées est d'avis que l'on peut donner à ce sujet les apaisements les plus complets à la ville d'Anvers.

Les courants dans le bras de gauche du fleuve seront interceptés sitôt la mise en service du bras de droite, et l'on entamera de suite l'exécution des barrages aux deux extrémités de l'ancien lit.

Quelques semaines suffiront à réaliser ce travail.

On pourra, sans gêner en rien le service de la navigation, faire à l'avance les approvisionnements voulus, amener tout à pied d'œuvre, organiser les chantiers en vue d'une exécution rapide, amorcer et faire avant l'ouverture de la coupure des parties importantes et fort étendues des deux barrages à réaliser.

Ce sont autant de moyens de gagner du temps et d'aller vite. Il en est d'autres encore pour atteindre le même but.

L'outillage des travaux publics dispose aujourd'hui d'engins puissants et de procédés nouveaux dont l'application peut être faite aux barrages des rivières.

Aussi, l'administration s'est-elle adressée à plusieurs grandes maisons de construction, qui, se basant sur leur pratique et sur leur expérience, ont reconnu suffisants les délais prévus et se sont déclarées prêtes à exécuter l'entreprise dans la limite de ces délais.

Des idées ingénieuses se sont produites au cours de la consultation qui a eu lieu, démontrant que les projets de barrages, soumis à un concours, donneraient lieu à des offres multiples satisfaisant aux conditions requises.

Les deux objections qui viennent d'être rencontrées ont trait, l'une et l'autre, à la période d'exécution.

Il s'en trouve une troisième dans la note technique de la ville et qui paraît plus importante que les deux autres, parce qu'elle vise non plus une situation temporaire, mais le régime définitif lorsque le lit nouveau sera créé entre Anvers et Lillo.

Après avoir fait au projet du nouveau lit cette critique « que la courbure ne sera pas suffisante pour assurer la stabilité de régime », la note visée pose cette question à laquelle elle s'empresse de répondre négativement :

Est-il certain que la coupure donnera un tirant d'eau permettant aux plus grands navires de naviguer à marée basse entre Anvers et le Kruisschans, offrant donc un chenal de quelque 8<sup>m</sup>00 de profondeur minima, ou tout au moins ce projet créera-t-il sûrement une situation meilleure que la situation actuelle ?

Le Comité est d'avis, au contraire, qu'il faut répondre d'une façon affirmative à cette question.

Les conditions de navigation entre Anvers et Lillo seront meilleures qu'à présent, parce que :

Le chenal actuel est très sinueux ; les largeurs et les profondeurs des sections et du thalweg, à raison même des courbures exagérées du lit, y sont incessamment variables ; les courants de flot et de jusant ne peuvent unir leur puissance pour entretenir les mêmes passes ; il se trouve des seuils, des hauts fonds parmi lesquels celui de la Perle-Kruisschans, où l'on constate seulement 6<sup>m</sup>50 de profondeur à marée basse sur la route des navires.

Le nouveau chenal projeté constituerait, au contraire, une route directe sans entrave pour la navigation, rapprochant Anvers de plusieurs kilomètres de la mer, une route maritime dont le lit mineur serait façonné de manière à concentrer à la fois, dans la même passe, toute la force vive des courants de flot et de jusant, et dont les largeurs seraient déterminées en vue de maintenir une profondeur d'au moins 8<sup>m</sup>00 à marée basse sur toute l'étendue du plafond, c'est-à-dire un lit profond sur une grande largeur.

Toutes les dimensions du lit mineur seront déduites des indications données par la nature elle-même, en se basant sur des données

fournies par l'Escaut lui-même et qui se sont maintenues constantes pendant près d'un siècle d'observation. Le nouveau lit résultant de dimensions ainsi consacrées par l'expérience offrira le maximum de stabilité possible; il se trouvera *a priori* dans un état d'équilibre, il aura sous marée basse des profondeurs de 8<sup>m</sup>00 au moins, et la passe profonde règnera sur toute l'étendue du plafond.

Pour maintenir les formes d'équilibre ainsi réalisées, il y aura lieu de conserver, sur la partie de fleuve aménagée ainsi qu'il vient d'être dit, les actions de flot et de jusant, telles qu'elles s'exercent aujourd'hui sur la partie de fleuve équivalente et à supprimer.

Or, ces actions sont connues et seront soigneusement maintenues.

C'est donc par la succession continue et rationnelle des sections transversales, par la formation d'un lit mineur bien aménagé et par le débit bien normalisé des volumes de flot et de jusant que le maintien de la coupure sera assuré.

Le tracé en plan du lit, dont a parlé la ville d'Anvers, ne saurait avoir à cet effet une importance prépondérante. C'est là un élément dont l'importance diminue lorsqu'on se trouve dans une partie de fleuve maritime où les largeurs deviennent considérables comparativement à la profondeur.

Le rapport entre ces dimensions, dans la partie de fleuve considérée, va atteindre à peu près le chiffre cent. La profondeur est donc ici relativement très réduite.

Une faible courbure en plan, que l'on aura soin de déterminer de la façon la meilleure, peut être utile pour appuyer légèrement le courant vers la rive droite; une trop forte courbure serait nuisible, puisqu'elle introduirait, parmi les forces agissantes, une composante tendant à produire une perturbation dans les profondeurs de la rivière et à réduire l'étendue de la largeur de la zone où règnera un mouillage minimum de 8 mètres.

Moins forte sera la courbure et plus la largeur aura de facilité à se maintenir.

Envisagé comme nous venons de le faire, le tracé de la coupure apparaît donc comme devant offrir un équilibre stable.

Le courant ne pourra divaguer ni serpenter, puisque le lit mineur sera déterminé pour que, dans toute la largeur de la section, il y règne une vitesse assez considérable pour éviter les apports.

En donnant, conséquemment, au lit mineur, des dimensions basées sur les faits et sur l'expérience et en conservant aux courants leurs vitesses actuelles, on maintiendra le lit creusé sans avoir à craindre des déplacements de thalweg.



Entre le Kruisschans et Lillo, dans la partie du tracé où la courbure sera réduite au minimum, on déterminera les dimensions du lit mineur pour y concentrer les courants de flot et de jusant, ainsi qu'on l'aura fait pour l'amont. S'il faut opérer un resserrement, on rétrécira au point de passage pour conduire le thalweg vers Liefkenshoek, on fera le nécessaire comme on est tenu de le faire à tous les points de passage en général.

Cette partie de tracé n'a rien d'exceptionnel et les appréhensions qu'elle soulève dans la note du service technique de la Ville ne sont pas fondées.

Il est même à observer que le point de passage que nous considérons sera le seul depuis Anvers jusqu'à Liefkenshoek, tandis qu'à l'heure actuelle, il y a au moins trois points de passage, dont plusieurs avec seuils fortement surélevés.

En résumé, le Comité estime que le nouveau lit de l'Escaut peut être établi de façon à donner une situation meilleure que la situation actuelle, une passe navigable stable le long de la nouvelle rive droite, permettant la navigation des navires d'au moins 8<sup>m</sup>00 de calaison à tout état de marée.

Le nouveau lit, tracé suivant une même courbure à l'aval de la rade d'Anvers, fera de cette rade l'une des plus belles et des plus importantes du monde entier.

Une dernière question donne également matière à critique dans la note qui a été soumise au Comité.

Il y est dit que « la nouvelle rive de l'Escaut, constituée par un mur, traversera le bassin America et qu'il est à craindre qu'on ne puisse empêcher l'infiltration en sous-œuvre, c'est-à-dire la communication entre le bassin et l'Escaut ».

« Le sous-sol à Anvers est entièrement perméable ».

La critique semble prématurée, puisque le tracé de la ligne des quais reste encore à déterminer et que son point de passage par rapport aux bassins existants n'est pas définitivement arrêté.

L'Administration des Ponts et Chaussées, qui a fait de si importants travaux depuis quelques années dans la rade d'Anvers, en connaît le sous-sol ; c'est elle qui a dirigé les travaux des bassins de batelage et de l'écluse d'entrée de ces bassins à l'Escaut ; c'est elle encore qui a fondé, à très grande profondeur, le quai du Rhin, dont une partie se trouve fort rapprochée des bassins de la ville.

Elle a su prévenir tout accident jusqu'ici, elle saura de même user dans l'avenir, si la chose est nécessaire, de mesures de précaution



efficaces en vue d'empêcher la communication des eaux entre les bassins de la ville et l'Escaut par filtration sous les fondations des nouveaux murs de quai.

Les observations que vous avez bien voulu me communiquer, Messieurs, se trouvent ainsi rencontrées d'une manière qui me semble complète.

La solution de la grande coupure, sur laquelle le choix du Gouvernement s'est arrêté, réunit tous les éléments de succès. Elle s'impose au point de vue de l'avenir et du développement d'Anvers, parce que l'on est maître des moyens d'exécution, parce que les sections, les profils et les profondeurs du lit nouveau seront déduits des observations et des renseignements fournis par le lit de l'Escaut actuel, de manière à pouvoir réaliser la stabilité de régime la plus parfaite.

C'est en s'appuyant sur l'expérience et sur les faits, et non point seulement sur la science pure et sur la théorie, que le Gouvernement s'est formé une conviction. Il s'est inspiré de tous les travaux qui ont réussi à l'étranger et il a eu soin, avant de statuer, de recueillir sur la matière les avis des ingénieurs et des spécialistes les plus autorisés, comme aussi de recourir aux conseils des gens de pratique et des constructeurs qui ont réalisé des entreprises comparables à celle de la grande coupure.

La Chambre de commerce d'Anvers m'a demandé copie de la présente dépêche. Vous apprécierez, Messieurs, s'il est préférable de communiquer vous-mêmes cette copie ou si vous ne voyez aucun inconvénient à ce que je satisfasse à la demande de la Chambre de commerce.

Veillez, Messieurs, considérer la présente comme satisfaisant à votre lettre du 6 décembre courant, 4<sup>e</sup> bureau, n<sup>o</sup> 51298 B 4, et agréer l'assurance de ma considération très distinguée.

*Le Ministre,*  
L. DE BRUYN.

# RÉPONSE

DE LA

**Ville d'Anvers à M. le Ministre De Bruyn**

*du 20 avril 1899.*

---

# RÉPONSE

DE LA

Ville d'Anvers à M. le Ministre De Bruyn, du 20 avril 1899.

ADMINISTRATION COMMUNALE

D'ANVERS

4<sup>e</sup> Bureau, N° 18499

Anvers, le 20 avril 1899.

*Le Collège des Bourgmestre et Échevins,  
à M. Léon De Bruyn, Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics,  
à Bruxelles.*

MONSIEUR LE MINISTRE,

Par votre dépêche du 10 décembre dernier, 2<sup>e</sup> direction, n° 52240, de sortie 9726, vous avez bien voulu nous faire connaître que vous avez soumis au Comité permanent consultatif des Ponts et Chaussées les objections que nous avons transmises au Gouvernement le 23 décembre 1897 et itérativement le 29 mars 1898. Le Comité n'a point partagé nos doutes ni nos craintes de non-réussite quant au projet adopté préalablement par le Gouvernement pour la rectification du cours de l'Escaut.

Vous avez bien voulu nous faire part des avis et conclusions qui vous sont parvenus.

Nous avons l'honneur de vous faire connaître que nous avons, de notre côté, examiné ces avis et que nous n'avons pas cru pouvoir, en présence de la grande autorité dont jouit à bon droit le Comité, nous borner au seul avis de notre service technique.

Nous avons eu recours, dès le mois de septembre dernier, aux lumières de spécialistes étrangers, les plus éminents et les plus dignes

de foi que nous ayons pu découvrir, afin d'apprendre d'eux si nos objections étaient ou non fondées. Notre désir ardent de nous éclairer dans une question aussi grave pour l'avenir de notre port vous est un sûr garant que nous n'avons pas songé un instant à leur demander de défendre une thèse, et c'est d'ailleurs vainement, vous le savez, que nous leur eussions proposé pareille tâche. C'est, en effet, à M. Conrad, ancien inspecteur général, et à M. Welcker, ingénieur en chef du « Waterstaat néerlandais », que nous nous sommes adressés. Nous sommes en possession de leur avis, qui est entièrement d'accord sur les objections formulées par nous.

Appuyés sur leur opinion, nous croyons pouvoir, sans témérité, répondre aux considérations de votre lettre du 10 décembre.

Il y est affirmé d'abord que, du moment où deux lits seront ouverts à l'Escaut entre le Kruisschans et Anvers, le réservoir de la marée se trouvera accru, de même que le débit du flot vers Anvers.

La seule preuve alléguée se trouve dans des considérations historiques. Il serait arrivé précédemment que, pendant des périodes fort prolongées, l'Escaut d'aval aurait fourni un débit notablement supérieur au débit normal, et ce, sans qu'il y ait eu des érosions importantes entre Bath et le Kruisschans. Néanmoins, le volume du flot passant devant Anvers et se propageant vers l'amont n'aurait pas été réduit.

C'est vainement, Monsieur le Ministre, que nous avons essayé de nous convaincre de ce fait. Aucun document ne le prouve et les rares données que nous avons pu recueillir prouvent le contraire.

D'après votre lettre, l'Escaut d'aval a pu faire face à un débit notablement majoré sans subir des déformations ou des altérations dignes d'être signalées. Or, il nous est impossible de le savoir. Il n'y a eu aucun sondage de l'Escaut à la suite des ruptures des digues de Lillo et de Melsele auxquelles vous faites allusion. Le premier sondage suivant s'est fait trente ans plus tard (1862). A défaut de sondages, la navigation ne pouvait vous renseigner. Les érosions s'exerçaient dans toute la partie affectée à la navigation maritime, de la mer jusqu'à Anvers. Donc, point de difficultés pour la navigation, bien au contraire, et, par suite, point de plaintes. D'ailleurs, la navigation était très faible et ne comportait que des navires à petit tirant d'eau et pour lesquels la situation antérieure à 1830 et celle entre 1830 et 1860 dépassaient de loin tous les besoins.

Ces érosions pouvaient-elles être constatées lors du sondage de 1862? Évidemment non, elles avaient eu trente ans pour disparaître. Or, la



forme du lit du fleuve est la conséquence de l'équilibre entre les forces en jeu, et il est clair que, si l'on fait disparaître une cause de perturbation, cette perturbation elle-même n'existera plus nécessairement un quart de siècle plus tard.

Quant aux dépôts en amont, on ne saurait en contester l'énorme importance. Il suffit de lire la brochure de M. Van Haverbeke, ancien inspecteur général de la marine, ancien commissaire permanent de l'Escaut. Nous en joignons un extrait à la présente lettre.

Veillez remarquer, au surplus, qu'il n'y a pas de similitude entre les phénomènes qui ont accompagné l'inondation des polders de Lillo et de Melsele et ceux qui accompagneraient l'existence simultanée de deux lits entre le Kruisschans et Anvers en cas d'exécution de la grande coupure (1).

Enfin, il n'est pas concevable que, si on admet l'augmentation du volume du flot, c'est-à-dire l'augmentation du débit dans la partie en aval du Kruisschans, de façon à ce que le réservoir formé par le double lit s'alimente sans nuire à l'alimentation de l'amont, c'est-à-dire une augmentation de 30 p. c. dans ce débit, par suite l'entraînement de matières beaucoup plus pesantes, et si, d'autre part, le débit dans le double lit se trouve partagé par moitié environ, donc la vitesse réduite de près de moitié et, par suite, le pouvoir d'entraînement dans de très grandes proportions, il n'y aurait pas, dans cette énorme augmentation d'une part et dans cette énorme diminution d'autre part, la cause de dépôts dont on ne saurait chiffrer l'importance.

---

(1) Pour le démontrer, il suffit de remarquer qu'un réservoir latéral à la rivière, situé à un niveau voisin de la marée haute, ne produirait aucunement le même effet qu'un pareil réservoir situé vers le niveau de marée basse. Pour rendre l'argument tangible, prenons une tranche d'eau de débordement entre la cote (3,80) et la cote (4,20) en libre communication avec le fleuve et ayant un volume donné. Ce réservoir sera alimenté par la marée à partir du moment où le niveau atteint (3,80) et où, par suite, le fleuve coule déjà à pleins bords, et le contenu sera déjà évacué quand, à la descente, le niveau sera redescendu à (3,80), c'est-à-dire quand le fleuve coulera encore à plein bord vers la mer.

Supposons, par contre, un réservoir d'égale capacité situé entre la cote de marée basse et la cote (0,40) et se fermant quand l'eau atteint cette cote pour se rouvrir quand le fleuve sera descendu en dessous de ce niveau. Ce réservoir là se remplira dès que la marée commencera à monter, jusqu'à ce qu'elle ait atteint la cote (0,40), et se videra à la marée descendante depuis qu'elle sera descendue à la cote (0,40) jusqu'à ce qu'elle soit tout à fait basse, c'est-à-dire que le remplissage et l'évacuation se feront pendant que le fleuve coule dans un lit restreint.

Il est évident que, au point de vue de l'érosion, l'effet de ces deux réservoirs est absolument différent, non seulement parce que, ayant un égal volume à évacuer pendant le

Le raisonnement prouve donc qu'il y a des érosions et des dépôts incalculables, et l'expérience acquise, l'enseignement des faits, ne prouvent pas le contraire.

C'est d'ailleurs une pure hypothèse de dire que le débit d'aval a été augmenté et la hauteur de marée maintenue devant Anvers lors des ruptures de digues; c'est une autre hypothèse de dire que cette augmentation de débit n'a pas causé de corrosion à l'aval de Kruisschans. S'il n'y a pas eu d'érosion, c'est qu'il n'y a pas eu augmentation (sensible) de débit. S'il y en avait eu une, on n'en aurait rien su, n'ayant ni document ni sondage durant les trente années qui ont suivi l'incident. Ensuite, il n'y a pas identité entre le cas qui s'est présenté et celui auquel vous appliquez les soi-disant données de l'expérience, et, enfin, quant aux dépôts en amont qui ne devaient pas se produire non plus dans votre hypothèse, puisque le flot était maintenu d'après vous dans son ampleur en amont d'Anvers et qu'il ne venait pas de sables de l'aval (où, toujours d'après vous, il n'y avait pas de corrosion), il nous suffit de lire ce que dit M. Van Haverbeke dans sa brochure précitée, à savoir, que « de 1806 jusqu'en 1883, le fond de l'Escaut d'amont s'est relevé de 4<sup>m</sup>50 ». Ce relèvement peut être, en totalité ou en majeure partie, la conséquence des événements de 1832.

Nous ne saurions admettre non plus que le nouveau lit deviendra immédiatement le lit véritable de l'Escaut, et que l'autre lit, même avant le barrage, jouera le rôle de réservoir latéral. Les deux lits différeront un peu de longueur, la forme du nouveau sera moins

---

même temps, le débit qui provient d'eux est une fraction très différente du débit total du fleuve, suivant qu'il vient s'ajouter au débit du fleuve coulant à plein bord ou qu'il vient s'ajouter au débit du fleuve en basses eaux, mais encore et surtout parce que l'effet du premier se fait sentir à la fin du flot et au commencement du jusant et celui du second, au commencement du flot et à la fin du jusant, c'est-à-dire au moment où la corrosion exercée sur le fond est la plus forte.

Or, les polders inondés ressemblent comme effet au premier et le double lit (du moins pour la partie de son contenu voisine du niveau de marée basse) ressemble au second de ces réservoirs hypothétiques.

C'est vainement qu'on objecterait que dans les cas qui se sont présentés (inondation des polders), le débit du fleuve aurait augmenté de telle façon que cette augmentation aurait été proportionnellement aussi grande, voire plus grande, pour le fleuve coulant à pleins bords que ne le sera l'augmentation due à l'alimentation et à l'évacuation de la tranche inférieure du contenu du double lit, pour le fleuve coulant en basses eaux. De ces calculs, en effet, on ne saurait tirer que l'augmentation de la valeur de la vitesse moyenne dans les sections transversales. Or, la corrosion ne résulte pas de la vitesse moyenne, mais bien de la vitesse de fond. Personne ne connaît la loi qui lie ces vitesses et, par suite, ne peut conclure de ce qui s'est passé lors de l'inondation des polders à ce qui se passera lors de l'existence simultanée des deux lits.

sinueuse comme tracé, sans que toutefois on puisse prédire avec certitude que le courant n'y sera point sinueux. Quant au périmètre mouillé des sections, il n'y a point de différence si l'on recherche ces périmètres, non seulement dans le lit mineur, mais aussi dans le lit majeur.

Le débit sera partagé sensiblement dans la proportion de 7 à 6 et des digues directrices ne feraient qu'augmenter les perturbations déjà trop redoutables à chaque extrémité de la nouvelle coupure. C'est bien certainement dans les deux lits et non dans le lit ancien seul que les dépôts importants se produiront.

On ne saurait efficacement utiliser des obstacles artificiels pour détourner les courants. Dans un fleuve à fond mobile, on ne saurait établir de semblables obstacles sans qu'aussitôt le fleuve reprenne sa section par des corrosions latérales. Des obstacles de ce genre créeront un relèvement superficiel qui ne s'étendra pas assez loin vers l'amont pour détourner le courant vers l'autre lit, mais qui, par contre, majorera considérablement la vitesse dans la section qu'on aura essayé de réduire.

La fermeture du lit ancien sera sûrement une opération de longue durée. L'étude la plus minutieuse de ce travail a été faite par MM. Conrad et Welcker. Ils considèrent cinq mois comme le moindre délai, en supposant non seulement la plus grande activité et des préparatifs complets et parfaits, mais encore qu'aucun des nombreux contre-temps toujours à craindre dans les travaux de ce genre ne vienne les entraver, voire les détruire. Ces ingénieurs ont examiné, non pas seulement à l'occasion du présent travail, mais antérieurement, les moyens applicables et les soi-disant inventions de barrages rapides par caissons, parois, cloisons et tous les innombrables et souvent baroques projets qui ne peuvent séduire que des ingénieurs qui n'ont jamais été dans le cas de voir exécuter de semblables travaux. On peut en considérer la série des inventions comme épuisée.

En pareille occurrence, se baser sur ce que l'on pourrait trouver d'ici au moment de l'exécution, c'est s'exposer aux plus graves mécomptes.

Les deux objections qui viennent d'être reproduites seraient, comme vous le dites, Monsieur le Ministre, moins importantes que la troisième, qui se rapporte au régime définitif, si ce n'était qu'elles soulèvent une vraie question préalable. On pourrait dire avec raison : Qu'importe que le projet en lui-même soit parfait, s'il est inexécutable, ou si son exécution menace d'une perte irréparable le port d'Anvers.



Nous considérons donc les objections relatives à l'exécution comme étant d'importance primordiale, et quand bien même on serait unanime à dire qu'il est possible d'imaginer un tracé sans défaut, encore faudrait-il avoir la certitude de pouvoir le réaliser sans entraîner notre ruine.

Au sujet de la courbure du lit nouveau, nous avons dû revoir, et de très près, ce que l'on peut espérer et ce que l'on doit craindre. C'était d'autant plus nécessaire que nous nous trouvons, en ce moment, devoir examiner un tracé qui n'existe pas encore, un projet qui n'est pas fait.

Il paraîtrait que le Comité n'a pu se mettre d'accord sur la possibilité de faire un bon tracé que moyennant la condition que ce tracé lui-même reste dans la vague et l'indétermination.

D'après votre lettre, Monsieur le Ministre, ce tracé idéal n'est pas arrêté, pas même projeté, car vous nous dites « qu'une faible courbure en plan que l'on aura soin de déterminer de la façon la meilleure... peut être utile », et, plus loin : « s'il faut opérer un resserrement, on rétrécira au point de passage... »; plus loin encore : « puisque le tracé de la ligne des quais reste encore à déterminer et que son point de passage, par rapport aux bassins existants, n'est pas définitivement arrêté ».

Il pourrait sembler difficile de repousser comme insuffisamment courbe un tracé qui n'existe pas encore en projet. Nous avons l'opinion de MM. Conrad et Welcker pour l'ajouter à celle que nous avons nous-mêmes à cet égard, et ces ingénieurs sont affirmatifs non seulement quant à l'absolue instabilité du thalweg dans le lit nouveau tel qu'il était prévu jusqu'à présent, mais encore quant à l'impossibilité de faire un autre tracé ayant une courbure suffisamment prononcée, raccordant la rade actuelle d'Anvers au lit du fleuve en aval de Kruisschans.

Les démonstrations de votre lettre du 10 décembre, à ce sujet, se détruisent, à notre sens, elles-mêmes : « Moins forte sera la courbure et plus la largeur aura de facilité à se maintenir ». D'où il faudrait conclure qu'on pourrait faire le tracé en ligne droite. Certes, la largeur serait ainsi aisément maintenue, mais non la profondeur. On n'a de profondeur que là où la vitesse est suffisante et où, en outre, la direction des filets liquides est bien déterminée, c'est-à-dire dans des courbes dont le rayon est suffisamment petit.

Nous savons bien que les dimensions du lit mineur seront déduites des indications données par la nature, et que le tracé est étudié dans



le but et avec le désir de voir se maintenir ses formes et ses dimensions, que les projets seront faits en vue de maintenir les formes d'équilibre, que l'on se propose de maintenir l'action du flot et du jusant, qu'une trop forte courbure serait nuisible à ce point de vue, que l'on désire que le courant ne puisse ni divaguer, ni serpenter ; mais vous voudrez bien reconnaître, Monsieur le Ministre, que pas un mot dans votre lettre n'apporte la moindre preuve que ces intentions, ces désirs, ces projets deviendront la réalité des choses. Il n'y a, quant à ce point, que des affirmations.

Or, nous sommes en présence d'affirmations absolument contraires et tout aussi formelles.

MM. Conrad et Welcker nous disent que le thalweg ne serrera point la rive droite de la nouvelle coupure, qu'il quittera cette rive vers le kil. 12 pour se porter, au milieu du fleuve, vers le kil. 13, qu'il se portera ensuite vers la rive gauche, qu'il y aura, par suite de ce passage d'une rive à l'autre, des hauts fonds, et qu'on ne saurait admettre qu'il y aura partout dans le lit nouveau une profondeur de 8<sup>m</sup>00.

Ces ingénieurs sont d'avis qu'il serait inefficace d'exécuter un resserrement des rives pour parer à cet inconvénient. Les sections sont trop larges pour qu'on puisse escompter le succès d'un pareil travail. Il aura pour conséquence d'approfondir le lit mineur en général, mais non la passe de 8<sup>m</sup>00 et plus en particulier. Le bras nouveau ne représentera donc pas une situation meilleure au point de vue nautique — nous ne dirons pas que le lit actuel — mais que le lit actuel amélioré quelque peu.

Quant à savoir si le tracé du nouveau lit ferait de la rade d'Anvers « une des plus belles et des plus importantes du monde entier », cette phrase demanderait à être complétée, et nous nous demandons si on pourra dire aussi : « une des plus accessibles et une des plus sûres », car, pour la navigation des bateaux d'intérieur, si importante à Anvers, un alignement presque droit, pouvant être pris d'enfilade par le vent, peut devenir extrêmement dangereux.

Quant à la dernière question, celle du danger que courent les bassins actuels pendant l'exécution du nouveau tracé, nous ne pouvons nous ranger à votre manière de voir. La critique semble prématurée, dites-vous, puisque le tracé de la nouvelle coupure n'est point arrêté définitivement. Veuillez remarquer que cela ne fait absolument rien, car, quel que soit ce tracé, il traverse nécessairement le bassin America ou le bassin Lefebvre. Il coupe nécessairement deux murs

de quai existants, au moins. Or, notre objection portait sur le facile chemin qu'auront les eaux pour s'infiltrer suivant ces murs, ou suivant le fond des bassins actuels, ou suivant le remblai qui remplacera les parties de murs démolis, ou qui recouvrira le fond des bassins.

Nous disions et nous continuons à dire que des murs de quai ne sont pas des barrages et que le chemin des eaux sera court pour passer sous les murs. Nous disons que, s'il est très difficile d'établir même des ouvrages de retenue, qui sont longs, il est impossible de former ces retenues par des ouvrages forcément courts dans le sens où l'infiltration tend à se produire.

L'Administration des Ponts et Chaussées aurait, d'après vous, rencontré et vaincu des difficultés de l'espèce, notamment en fondant le quai du Rhin, dont une partie est fort rapprochée des bassins de la ville. Veuillez remarquer qu'ici « fort rapproché » signifie à 75 mètres et que, d'ailleurs, entre le bassin et le mur existait le terrain vierge et non un remblai. Le mur se construisait au-delà la digue du Kattendijk. Il n'y avait jamais eu de filtration sous cette digue. Pourquoi s'en serait-il produit une lors de la construction du mur ? Quant au bassin de batelage, dont l'Administration des Ponts et Chaussées a construit l'écluse de retenue, veuillez vous rappeler que cet ouvrage — d'ailleurs long dans le sens de la filtration — a précisément été emporté. On l'a reconstruit, mais ce qui pouvait se faire sans inconvénient devant le bassin de batelage non encore utilisé à cette époque, ne peut se faire devant les bassins du Nord sans les mettre hors de service. Les exemples invoqués ne prouvent donc rien, et le danger signalé est absolument certain.

Nous nous permettons de faire remarquer ici que dire : « Nous n'avons pas de projet arrêté pour la grande coupure, mais on peut en faire un ; nous n'avons pas de projet de barrage pour le lit ancien, mais on peut en inventer un ; nous n'avons pas de moyen déterminé d'empêcher la filtration sous les murs, mais l'administration saura user de mesures de précaution efficaces », c'est faire appel à une confiance que nous voudrions avoir, mais que malheureusement nous n'avons pas.

Monsieur le Ministre, si notre Collège raisonnait comme le Gouvernement, il pourrait se baser sur les avis suivants :

Celui de son ingénieur en chef, M. Royers, qui ne l'a jamais induit en erreur au cours d'une carrière de plus de vingt-trois ans, qui n'a pas de thèse à défendre, n'étant d'ailleurs l'auteur d'aucun projet de modification du lit du fleuve ;

L'avis unanime (sauf la voix d'un des parrains de la « grande coupure ») émis par le Comité permanent consultatif des Ponts et Chaussées, en juillet 1881, à une époque où le Gouvernement n'avait pas consulté ce haut corps technique, après s'être déjà arrêté à une idée. Cet avis était basé sur les mêmes raisons qu'on invoque encore aujourd'hui ;

L'avis de vos deux inspecteurs généraux actuels des voies navigables, les plus hauts fonctionnaires désignés par vous-même pour décider des questions de l'espèce ;

L'avis de M. Conrad, que l'on peut qualifier à bon droit de la plus haute autorité en la matière, ancien inspecteur général du Waterstaat hollandais, président de l'institut des ingénieurs néerlandais et du Congrès de navigation de La Haye, membre du Comité technique du canal de Suez, etc., et de M. Welcker, ingénieur en chef du Waterstaat, qui a été attaché pendant des années au service des grandes rivières des Pays-Bas et chargé de l'exécution et de l'amélioration du nouveau cours de la Meuse (Waterweg) de Rotterdam, deux techniciens que l'on peut considérer à bon droit comme les chefs de cette école d'hydrauliciens dont certains ingénieurs consultés par vous sont des élèves.

Si à ces opinions il ajoutait celle de M. Van Mierlo, un de vos anciens fonctionnaires, auteur de travaux remarquables sur l'hydrographie de notre fleuve, celle de l'unanimité des experts nautiques et de l'unanimité des anciens pilotes de l'Escaut, et bien d'autres encore, et si de tout cela notre collègue, incompetent par lui-même, inférait que le travail projeté est mauvais, comme les personnes précitées le déclarent toutes, serait-il plus téméraire que le gouvernement ? Il se borne à tirer de l'avis de M. Royers, du comité permanent de 1881, de M. Troost, de M. Debeil, de M. Conrad, de M. Welcker, des experts nautiques, de M. Van Mierlo, des anciens pilotes, etc., la conclusion que le problème est douteux puisqu'il y a tant d'avis respectables en sens contraire. Dans le doute, nous pesons le pour et le contre, nous évaluons ce que nous pouvons gagner et ce que nous pourrions perdre et nous concluons que nous devons nous opposer à l'exécution.

Vous êtes convaincu, Monsieur le Ministre, vous considérez le projet comme bon ; soit ! nous ne pouvons vous convaincre pas plus que vous ne pouvez nous convaincre. Vous venez nous proposer de nous associer à votre entreprise. Nous nous souvenons que, dans des affaires célèbres et récentes, un seul a eu raison contre tous. Nous admettons que vingt affirmations peuvent prévaloir contre dix négations, mais ne les



détruisent pas, et nous persistons dans notre opposition autant que nos forces nous le permettent.

Arrivés à ce point du débat qu'a soulevé le projet transmis par le Gouvernement le 16 octobre 1897, il nous reste, Monsieur le Ministre, à examiner où ce débat nous a conduits.

Il y a, d'après nous, deux solutions impossibles : c'est le *statu quo*, tant pour ce qui est de l'extension des installations, que même pour le cours du fleuve, d'une part ; c'est l'exécution de la grande coupure avec ses aléas et ses dangers, d'autre part.

Nous ne pouvons donc que demander au Gouvernement qu'il se rallie à nos projets ou à des projets faits sur les mêmes bases.

Nous avons la confiance, la certitude même, que le Gouvernement, qui est animé des meilleures intentions et du désir de soutenir, de sauver notre trafic commercial, voudra prendre une prompte décision, suivant les vœux de la Chambre de commerce. Il ne voudra pas laisser croire qu'il reculerait cette décision pour que l'incertitude à cet égard devienne une arme politique, que nous ne craignons pas d'ailleurs, mais dont l'usage en pareille matière serait coupable.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de notre haute considération.

Par ordonnance :

*Le secrétaire,*

AUG. POSSEMIERS.

*Le collègue,*

JAN VAN RIJSWIJCK.



ANNEXE

à la lettre de la Ville d'Anvers  
du 20 avril 1899.

EXTRAIT DE LA BROCHURE :

Quelques réflexions sur la situation de l'Escaut,  
par J. Van Haverbeke,  
Inspecteur général de la Marine pensionné.

La petite baie Sainte-Marguerite, située à l'embouchure du Rupel, répondit à toutes les conditions requises (pour le stationnement de la flotte française) à l'exception qu'à marée basse il ne s'y trouvait que 8 mètres d'eau.

Cette profondeur, eu égard aux dénivellations des marées de vive-eau, étant trouvée insuffisante pour maintenir à flot, sans danger, le vaisseau de soixante-quatorze canons le *César*, le plus grand navire de la flotte, l'amiral résolut la question en amenant par le débarquement d'une partie de l'artillerie du *César*, le tirant d'eau de ce bâtiment à 7 mètres.

Aucun courant ne se faisant sentir dans cette baie, l'hiver suivant les navires purent s'y fixer sur quatre amarres et y trouvèrent un abri parfait.

Ces détails paraîtraient oiseux si je n'avais pour but de prouver que la profondeur exacte de l'Escaut en travers du Rupel, en 1806, était incontestablement de 8 mètres.

Si je compare ces 8 mètres avec les 3<sup>m</sup>50 trouvés par M. l'ingénieur en chef hydrographe Petit, en 1883, dans la même partie du fleuve, il faut sans conteste conclure que le fond de l'Escaut s'est relevé, en septante-sept ans, de 4<sup>m</sup>50.

Pendant mes voyages jusqu'en 1832, année de mon entrée dans la marine de l'État, j'ai pu, de visu, constater, à quatre reprises différentes, la présence de ce banc (de Caloot), comme j'ai pu

en apprécier l'utilité, exposé, comme parfois je l'étais, aux attaques de violents coups de vent venant du large.

Depuis nombre d'années, la partie de ce banc, protégeant la rade de Rammekens, a complètement disparu ; là où jadis il émergeait de 4 mètres, on trouve à sa place une profondeur de 3 mètres.

A la même époque, trois autres bancs existaient dans les Wielingen, la principale passe de l'embouchure de l'Escaut, notamment : le Buiten-Paardemarkt, le banc de l'Ecluse et le Cadsand bank.

Ces dangers étaient d'autant plus à redouter pour les navires qu'ils se trouvaient plantés au milieu de la passe et n'étaient recouverts à marée basse que de 4 à 5 mètres d'eau.

Aujourd'hui, il ne reste plus la moindre trace ni de l'un ni de l'autre de ces atterrissements.

On peut donc affirmer qu'une partie du Caloot, le Buiten-Paardemarkt, le banc de l'Ecluse et le Cadsand bank, formant réunis une masse de plusieurs millions de mètres cubes de sable, ont été désagrégés par la marée de flot et refoulés vers l'amont.

Le bas Escaut a été ainsi le point de départ de la migration des sables et le haut Escaut, son point d'arrivée.

1<sup>er</sup> octobre 1891.

## NOTE AU SUJET DES AVIS

DE

MM. Conrad, Welcker, Franzius et de Thierry.

L'avis de MM. Conrad et Welcker, dont il est question dans la lettre du 20 avril 1899 de la ville d'Anvers, a été imprimé par les soins de celle-ci. Il s'en trouve quelques exemplaires à la bibliothèque des Ponts et Chaussées, laquelle possède également des exemplaires des rapports suivants :

Rapport de MM. Franzius et de Thierry, de janvier 1900.

Deuxième rapport de MM. Conrad et Welcker, du 8 juin 1900.

Réplique de MM. Franzius et de Thierry, de novembre 1900.

Réplique de M. Franzius, du 22 mai 1900, à une note de M. Fargue parue aux *Annales des Ponts et Chaussées de France*, année 1900, 1<sup>er</sup> trimestre.



ÉTUDES  
SUR LE  
RÉGIME DES RIVIÈRES

du Bassin de l'Escaut maritime.





# ÉTUDES SUR LE RÉGIME DES RIVIÈRES

du Bassin de l'Escaut maritime.

## Description hydrographique sommaire du bassin de l'Escaut maritime.

(PLANCHE I.)

*Escaut maritime.* — Il s'étend du barrage éclusé à Gendbrugge jusqu'à la mer. Longueur, 159 k. 6. A partir de la frontière belge-néerlandaise, le fleuve s'élargit brusquement pour devenir un véritable estuaire, dans lequel des élargissements ou d'anciens bras constituent des estuaires secondaires; tel est le cas pour les terres submergées de Saaftinge, qui déterminent un élargissement excessif en face de Bath, et pour les bras secondaires : l'Escaut oriental, le Braakman, le Sloe et le Hellegat.

*Rupel.* — Longueur 11 k. 5. Il résulte du confluent de la Dyle et de la Nèthe et s'étend de Rumpst jusqu'à l'Escaut, au Tolhuys. Son régime est essentiellement maritime.

*Nèthe Inférieure.* — Longueur 15 k. Elle s'étend du barrage du Moll, à Lierre, jusqu'à son confluent avec la Dyle, à Rumpst; elle est constituée par la jonction de la Grande Nèthe et de la Petite Nèthe. Une dérivation barragée, contournant la ville de Lierre par le Nord, établit une communication entre la partie amont de la Nèthe Inférieure et la partie aval de la Petite Nèthe.

Le régime de la Nèthe Inférieure est complètement maritime.

*Grande Nèthe.* — La marée se fait sentir jusqu'au-delà du pont barragé de Boeckt, soit sur 8 k. 4 environ.

*Petite Nèthe.* — Elle est canalisée à l'aide de barrages éclusés. La marée ne remonte que jusqu'à la dernière écluse aval, à Emblehem, soit sur une longueur de 6 kilomètres.

*Dyle.* — Elle est traversée, à Malines, par un barrage placé en aval du pont-rail, soit à 8 k. 5 en amont du confluent avec la Nèthe, à

Rumpst. En temps ordinaire, la vague marée ne dépasse pas le barrage ; mais souvent celui-ci est ouvert et alors le jeu de la marée continue jusqu'à Haecht, à 23 k. 4 en amont de Rumpst.

On est occupé à creuser une dérivation contournant Malines par le Nord.

*Senne.* — La partie maritime de cette rivière est comprise entre son embouchure dans la Dyle, à Sennegat, et le barrage de Hombeek. Elle a 6 k. 8 de longueur environ. Toutefois, la marée peut remonter à travers les ouvertures de ce barrage, munies de vannes automobiles, et atteindre Sempst, à 3 kilomètres en amont de Hombeek.

*Durme.* — Longueur 26 k. 1. Elle est constituée par la jonction du Moervaert et de la Zuidleede, à Dacknam. Son régime est essentiellement maritime.

*Moervaert.* — Il est alimenté par le canal de Gand à Terneuzen. La vague marée fait sentir son effet jusqu'à Wachtebeke, soit sur une longueur de 14 k. 5 environ.

*Canal de Stekene.* — Il a son origine au Moervaert; la marée y pénètre sans entrave. La longueur est de 5 k. 5.

*Zuidleede.* — Elle est alimentée par le Moervaert. La marée se fait sentir jusqu'à Mendonck, soit sur une distance de 6 k. 5.

*Dendre.* — Seule la petite partie située en aval du barrage éclusé à Termonde est à régime maritime; longueur, 0 k. 11.

### Généralités.

Toute étude du genre de celle dont il va être rendu compte exige la connaissance du lit du fleuve et de celui des affluents soumis à la marée, la connaissance des conditions dans lesquelles se meut la vague marée et du rôle que jouent dans ce mouvement les eaux amenées de l'intérieur des terres dans les rivières du bassin maritime.

Le lit d'une rivière est défini par son plan, son profil en long et un nombre suffisant de profils en travers.

Le développement de la vague marée est connu du moment qu'on est à même d'indiquer à chaque instant la forme et la position qu'affecte l'axe hydraulique dans le fleuve et dans ses affluents. Cet axe est déterminé lorsqu'on en connaît un nombre suffisant de points; ceux-ci sont fournis par les courbes marégraphiques ou les courbes locales recueillies en un certain nombre de postes, convenablement répartis le long des rivières du bassin.

L'action exercée sur le régime de la partie maritime d'une rivière par les eaux amenées de l'intérieur des terres dépend du volume de ces eaux; c'est donc le débit introduit par la partie des rivières non soumise à la marée et par les parois latérales des sections maritimes qu'il faut déterminer.

Nous allons nous occuper successivement de l'étude de chacun de ces différents éléments.

### Plans.

Ceux dont on s'est servi pour l'étude des différentes sections du fleuve et de ses affluents sont renseignés ci-dessous.

*Escaut maritime.* — De Gendbrugge à l'embouchure de la Durme : Plans levés par le service spécial de l'Escaut, en 1884.

De l'embouchure de la Durme à la frontière belge-néerlandaise : Cartes dressées par le service de l'Hydrographie de la Belgique, datées de 1896.

De la frontière belge-néerlandaise à la mer : Cartes-minutes des sondages faits par le service de l'Hydrographie des Pays-Bas, en 1890-1891. Ces cartes nous furent obligeamment communiquées à l'intervention du service général du Waterstaat, à La Haye, copiées, puis reproduites par la photographie.

*Rupel.* — Plans levés par le service spécial de l'Escaut, en 1885. Pour l'embouchure, carte dressée, en 1896, par le service de l'Hydrographie de la Belgique.

*Nèthe inférieure.* — Plans levés par le service spécial de l'Escaut, en 1886-1887.

*Grande Nèthe et Petite Nèthe.* — Plans levés par le service des Ponts et Chaussées de la province d'Anvers.

*Dyle.* — Partie située en aval du pont Wincket, à Malines : Plans levés par le service spécial de l'Escaut, en 1886.

De la partie de cette rivière en amont de Malines, on ne possédait pas de plans levés. On a pu se contenter d'indications sommaires, vu qu'on disposait d'un nombre suffisant de profils en travers; du reste, l'importance du volume d'eau refoulée par la marée dans cette section de rivière est relativement minime.

*Senne.* — Plans, dressés en 1887, ayant servi à l'exécution des travaux d'amélioration faits à cette rivière.

*Durme.* — Plans levés par le service spécial de l'Escaut, en 1887-1888.

*Moervaert. Canal de Stekene. Zuidleede.* -- Même observation que pour la partie amont de la Dyle.

### Profils en travers.

Ceux dont on s'est servi, tant pour la rédaction du profil en long que pour la détermination des sections d'écoulement, sont les suivants :

*Escaut maritime.* — De Gendbrugge à Wetteren et de Mariekerke à Thielrode : Profils levés par le service spécial de l'Escaut.

De Wetteren à Mariekerke : Profils levés par le service des études, en 1897.

De Thielrode à la frontière belge-néerlandaise : Profils levés par le service des études, en 1897-1898.

De la frontière à la mer : Profils relevés sur la carte hydrographique néerlandaise.

*Rupel.* — Profils levés par le service spécial de l'Escaut.

*Nèthe Inférieure.* — Profils levés par le service spécial de l'Escaut.

*Grande Nèthe et Petite Nèthe.* — Profils levés par le service des Ponts et Chaussées de la province.

*Dyle.* — De l'embouchure à Malines : Profils levés par le service spécial de l'Escaut.

Partie de rivière en amont de Malines : Profils levés par le service des Ponts et Chaussées de la province.

*Senne.* — Profils qui ont été réalisés lors de l'exécution des travaux d'amélioration à la rivière.

*Durme.* — Profils levés par le service spécial de l'Escaut.

*Moervaert. Canal de Stekene. Zuidleede.* — Profils levés par le service des études.

### Éléments caractéristiques divers des rivières du bassin.

A l'aide des plans, des profils en travers et des profils en long des rivières, on a pu déterminer des éléments fort importants, tant au point de vue des études du régime du bassin que de la navigation sur les rivières.



Parmi ces éléments, il faut citer en premier lieu les distances entre les différents postes, mesurées suivant l'axe de chaque rivière; pour l'Escaut, on a relevé également ces distances suivant le thalweg. Ces distances sont renseignées dans les premières colonnes des tableaux I, II et III, et sur les profils en long (planches III, IV, V, XXI, XXVII, XXX, XXXV, XXXVIII).

D'autres éléments, déduits de ces plans et de ces profils, ont servi à dresser une série de diagrammes relatifs à l'Escaut maritime, savoir :

Les diagrammes des largeurs à la flottaison à marée basse et de ces largeurs à marée haute;

Les diagrammes des profondeurs sous marée basse et des profondeurs sous marée haute;

Les diagrammes des sections mouillées sous marée basse, sous mi-marée et sous marée haute.

Ces diagrammes n'ont pas été reproduits aux planches. Pour mettre mieux en évidence l'allure générale du fleuve, on a préféré tracer les courbes représentant les lois suivant lesquelles varient la moyenne des largeurs respectivement à marée basse et à marée haute; la moyenne des profondeurs sous marée basse et la moyenne des profondeurs sous marée haute; la moyenne des sections mouillées sous marée basse et la moyenne des sections mouillées sous marée haute.

Le tracé de ces courbes a été fait comme suit : On a déterminé, entre deux postes hydrométriques, par quadrature, les surfaces des nappes liquides à marée basse et à marée haute, les surfaces engendrées par les profondeurs moyennes et, par cubature, les volumes d'eau sous marée basse et les volumes d'eau sous marée haute. Divisant ensuite chacune de ces surfaces et chacun de ces volumes par la longueur de la section de rivière considérée, on obtient les moyennes cherchées. Celles-ci ont été portées en ordonnées sur un profil longitudinal, à leur emplacement respectif et, par l'extrémité de ces ordonnées, on a mené une parallèle à l'axe des abscisses. Enfin, on a substitué à la ligne polygonale ainsi constituée une courbe tracée de manière que la surface retranchée de chacun des rectangles limités par ces parallèles fût équivalente à celle ajoutée au même rectangle. Ce sont ces courbes qui expriment les lois suivant lesquelles varient les différentes moyennes; elles figurent aux planches IV et V.

La planche V indique, en outre, les lois suivant lesquelles varient le débit total du flot et le débit total du jusant.

Au tableau I sont renseignées, en chiffres, les valeurs de ces moyennes pour les différentes sections de l'Escaut maritime.

Les tableaux I et II donnent aussi, pour les divers postes d'observation de l'Escaut maritime et de ses affluents, les valeurs locales des surfaces mouillées respectivement sous marée basse, sous mi-marée et sous marée haute.

### Observations marégraphiques.

#### EN BELGIQUE.

Depuis 1888, les mouvements de la marée dans l'Escaut maritime et ses affluents ont été relevés en quinze stations, transmis par conduits électriques et enregistrés au bureau central, à Anvers. Ce service a été supprimé, à partir de 1904, à cause des défauts que présentait le système et les mouvements de la marée sont relevés et inscrits actuellement par 23 marégraphes enregistreurs locaux (1).

Les quinze postes dont il est question ci-dessus étaient répartis comme suit le long des rivières constituant le bassin de l'Escaut maritime :

Escaut : Lillo; Fort Philippe; Anvers; Hemixem; Thielrode (remplacé en 1897 par Tamise); Baesrode; Termonde; Wetteren et Gendbrugge.

Rupel : Tolhuis; Rumpst.

Nèthe Inférieure : Lierre.

Dyle : Malines.

Durme : Waesmunster et Dacknam.

Les diagrammes fournis par le télémarégraphe étaient constitués par une suite d'ordonnées proportionnelles aux hauteurs d'eau à enregistrer, espacées régulièrement; chaque intervalle correspondait

(1) Les marégraphes enregistreurs locaux actuellement en fonctionnement sont :

Escaut : Lillo; Fort Philippe; Anvers (Kattendyk); Anvers (quai Saint-Michel, repris du service de l'Hydrographie); Hemixem; Tamise; Baesrode; Termonde; Schoonaerde; Wetteren; Melle et Gendbrugge.

Rupel : Tolhuis; Boom; Rumpst.

Nèthe Inférieure : Duffel et Lierre.

Grande Nèthe : Boeckt.

Petite Nèthe : Emblehem.

Dyle : Malines et Rymenam.

Senne : Hombeek.

Durme : Thielrode; Waesmunster et Dacknam.

à 10 minutes. Outre ces espacements, les télémarégrammes accusaient des intervalles plus larges, produits toutes les deux heures par un déclanchement d'horlogerie. Des lacunes analogues, résultant d'un déclanchement du curseur portant le burin, marquaient sur les ordonnées les unes les décimètres et d'autres, plus importantes, les demi-mètres. Ces solutions de continuité avaient pour but de faciliter la lecture des télémarégrammes, mais elles avaient aussi pour conséquence que les télémarégrammes ne constituaient pas une réduction de la courbe locale au poste dont les hauteurs d'eau étaient enregistrées. Pour obtenir pareille courbe, il fallait la construire, en supprimant les lacunes dans les abscisses aussi bien que celles dans les ordonnées des télémarégrammes. Lors de la reconstruction de ces courbes, il fallait absolument adopter des échelles plus grandes, celles des télémarégrammes étant de beaucoup trop faibles : 0 m. 00166 par heure et 0 m. 02, environ, par mètre de hauteur d'eau.

Les collections annuelles de télémarégrammes qui ont servi de point de départ aux études du régime de l'Escaut maritime sont celles des années 1888 à 1895 inclusivement.

#### DANS LES PAYS-BAS.

Des marégraphes à enregistrement local sont installés et fonctionnent régulièrement depuis assez longtemps aux stations suivantes de l'Escaut : Bath, Hansweert, Terneuzen, Flessingue.

L'Algemeene Dienst du Waterstaat publie, dans des cahiers mensuels, les observations faites aux marégraphes enregistreurs et aux stations à observations directes. De plus, ce service nous a fourni, avec le plus grand empressement, toutes les courbes marégraphiques ou autres détails que nous avons eu l'occasion de lui demander.

Lorsqu'on a dû faire usage des cotes néerlandaises, on n'a pas perdu de vue qu'elles devaient subir certaines corrections pour être assimilables aux cotes belges. Celles observées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1891 ont dû être augmentées de 2 m. 33, qui est la différence de niveau entre le repère belge (zéro du dépôt de la guerre) et le repère néerlandais (N. A. P. Nauwkeurig Amsterdam Peil - Repère exact d'Amsterdam). Les observations d'une date antérieure au 1<sup>er</sup> janvier 1891 devaient, en outre, subir une correction locale, que le nivellement de précision, fait dans les Pays-Bas, avait permis de déterminer.



### **Cotes et lieux géométriques des marées hautes moyennes et des marées basses moyennes.**

A l'aide des cotes des marées hautes et des marées basses fournies par les marégraphes, ou les observations directes dont il sera parlé plus loin, on a calculé les cotes de marée haute moyenne et de marée basse moyenne aux différentes stations hydrométriques, pendant la période 1888-1895.

Les lieux géométriques de ces cotes moyennes ont été tracés aux planches III, XXI, XXVII, XXX, XXXV, XXXVIII.

On a calculé également les cotes des marées basses moyennes et des marées hautes moyennes, en syzygie et en quadrature. Les valeurs numériques de ces cotes ainsi que l'amplitude correspondante de la marée sont reproduites aux tableaux I et II annexés au présent mémoire. Ces tableaux renseignent également les cotes de marée haute moyenne et de marée basse moyenne ainsi que l'amplitude correspondante de la marée, tant d'été que d'hiver, pendant la période décennale 1891-1900.

Enfin, on trouve à ces tableaux les cotes maxima et minima observées en chaque poste, ainsi que celles de quelques marées exceptionnelles relevées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1901 (1).

### **Courbes marégraphiques ou courbes locales moyennes.**

(PLANCHES II, XX, XXVI, XXIX, XXXIV, XXXVII.)

Les cotes de marée haute moyenne et celles de marée basse moyenne calculées en chaque poste, on a procédé au tracé de la courbe locale moyenne, en s'y prenant de la manière suivante :

En Belgique, on a fait choix des télémarégrammes atteignant sensiblement les dites cotes et accusant une allure assez régulière. On a transformé ces télémarégrammes en courbes marégraphiques, puis on a superposé celles-ci. Ensuite, se guidant sur l'allure de l'ensemble de ces courbes, qui se confondaient sensiblement, on a tracé une courbe passant rigoureusement par les cotes de marée basse moyenne et de marée haute moyenne. C'est cette courbe qu'on a admise comme courbe locale moyenne, c'est-à-dire comme représentant la loi suivant laquelle la marée s'élève et s'abaisse, en circonstances normales moyennes, au poste considéré.

---

(1) Cette partie des tableaux a été mise à jour en 1907.



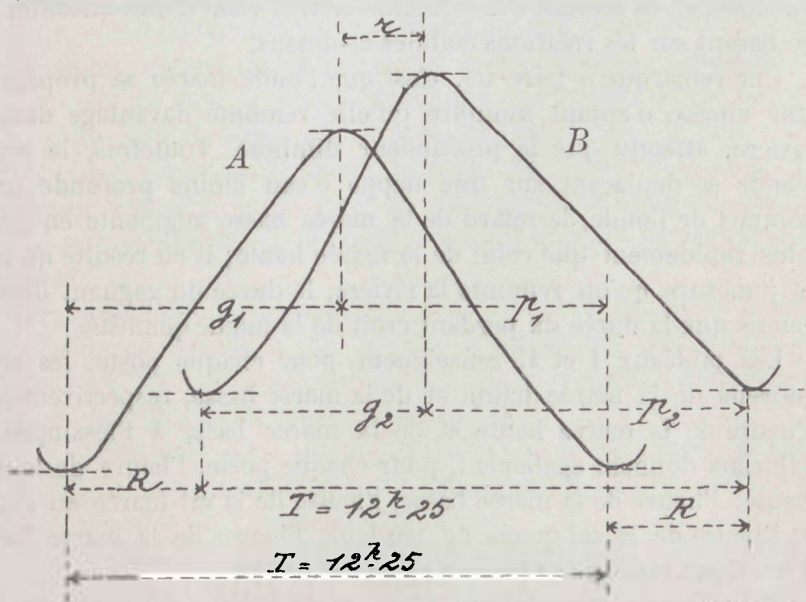
Dans les Pays-Bas, où les courbes marégraphiques sont fournies par les enregistreurs locaux, on n'avait qu'à les superposer et à faire le tracé de la courbe moyenne, comme il vient d'être dit.

**Relation entre la durée du gagnant, la durée du perdant, le retard de la marée haute et le retard de la marée basse aux différentes stations d'une rivlière soumise à la marée.**

Il existe entre ces éléments, pour deux stations, une relation qui permet, soit de contrôler le tracé d'une courbe marégraphique par rapport à une autre, soit de faciliter le tracé de la courbe marégraphique en un poste lorsqu'on connaît celle d'un poste voisin.

Soit, sur la figure ci-après, A la courbe locale moyenne en un poste hydrométrique; B la courbe analogue en un poste voisin amont. Soient  $g_1$  et  $g_2$ ,  $p_1$  et  $p_2$  les durées respectives du gagnant et du perdant en chacun de ces postes. Soient  $r$  le retard de la marée haute

*Hauteurs.*



*Temps.*

et  $R$  le retard de la marée basse à la station amont par rapport à la station aval. Soit  $T$  la durée d'une marée moyenne complète, c'est-à-dire 12 h. 25 m.

L'examen de la figure permet d'écrire immédiatement :

$$g_1 + p_1 = g_2 + p_2 = T$$

$$g_1 + r = g_2 + R,$$

d'où

$$g_2 = g_1 - (R - r)$$

et

$$p_2 = p_1 + (R - r).$$

Lors du dépouillement des télémarégrammes, on a eu soin de relever non seulement les cotes de marée haute et de marée basse, mais encore les heures auxquelles ces maxima et ces minima se sont produits. De cette manière, on pouvait déterminer chaque fois les retards de la marée haute et de la marée basse en un poste par rapport au poste aval et calculer la valeur moyenne de ces éléments. Partant ensuite d'une courbe locale qu'on avait pu construire avec des soins tout particuliers, grâce aux données dont on disposait, par exemple celle d'Anvers, on procédait au tracé des courbes locales voisines, en se servant des éléments dont il vient d'être question et en se basant sur les relations établies ci-dessus.

Une remarque à faire ici, c'est que l'onde marée se propage avec une vitesse d'autant moindre qu'elle remonte davantage dans une rivière, attendu que la profondeur diminue. Toutefois, le pied de l'onde se déplaçant sur une nappe d'eau moins profonde que le sommet de l'onde, le retard de la marée basse augmente en général plus rapidement que celui de la marée haute; il en résulte qu'au fur et à mesure qu'on remonte la rivière, la durée du gagnant diminue, tandis que la durée du perdant croît de la même quantité.

Les tableaux I et II renseignent, pour chaque poste, les retards moyens de la marée haute et de la marée basse, respectivement sur l'heure de la marée haute et de la marée basse à Flessingue. Ces tableaux donnent également, pour chaque poste, l'heure de la marée haute, l'heure de la marée basse, l'heure de la mi-marée au gagnant et l'heure de la mi-marée au perdant, l'heure de la marée haute à Flessingue étant prise pour origine des temps.

Ces tableaux reproduisent aussi, pour chaque poste, la durée du gagnant et la durée du perdant.

### Observations temporaires en des stations auxiliaires.

Par la nomenclature des postes marégraphiques permanents qui ont fonctionné jusque dans ces derniers temps le long de l'Escaut et de ses affluents, on voit que nous ne possédions pas d'observations dans la région des affluents où l'action de la marée s'éteint.

Pour mener à bonne fin les études à faire, il fallait cependant être fixé sur ce qui se passe dans la dite région. Dans ce but, on recueillit toutes les observations qui avaient pu être faites antérieurement, soit à l'occasion d'études de projets, soit à l'occasion de l'exécution de travaux. De plus, on organisa quelques observations temporaires dans des conditions telles que de leurs résultats on pût déduire des éléments pouvant être considérés comme des moyennes. Certes, ces résultats n'avaient pas la valeur de ceux fournis par les postes permanents, mais l'erreur dont ils étaient entachés ne pouvait exercer qu'une influence minime sur les éléments caractéristiques de l'Escaut, particulièrement dans sa région inférieure; or, ce sont précisément ces éléments qui sont les plus importants et les plus intéressants à connaître.

En comparant ces observations à d'autres faites simultanément à des postes permanents voisins, et ensuite aux résultats de la période 1888-1895, on put tracer la courbe locale moyenne probable de la station choisie dans la région maritime de chaque rivière située en amont du dernier poste marégraphique permanent; de plus, on put déterminer approximativement le point où l'amplitude de la marée moyenne s'annule ainsi que la cote moyenne atteinte par l'eau en ce point: en celui-ci, la courbe moyenne locale devient une horizontale.

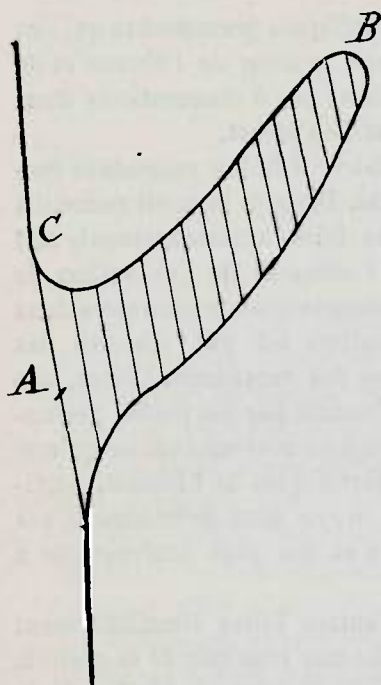
C'est ainsi que furent déterminées les courbes locales de Rymenam (pl. XX), de Hombeek (pl. XXVI), d'Emblehem (pl. XXIX) et de Boeckt (pl. XXXIV), ainsi que les niveaux moyens aux extrémités des régions maritimes (voir aussi tableaux I et II).

Il a été dit plus haut que l'élargissement de Saaftinge, les bras de l'Escaut oriental, du Hellegat, du Braakman et du Sloe devaient être considérés et traités comme des affluents.

Pour connaître les mouvements de la marée dans cet élargissement ou dans les bras en question, il faut posséder la courbe locale moyenne qui se produit en deux points de ces bras, l'un situé au fond de



celui-ci, le second au milieu de son embouchure. Vu le peu de longueur du bras, deux points peuvent suffire pour déterminer à chaque instant la courbe instantanée. Pour construire la courbe locale



moyenne en A, on n'a qu'à couper les courbes instantanées moyennes du fleuve (dont la construction est indiquée au chapitre suivant) par une verticale menée au droit de ce point. Les ordonnées des intersections de cette verticale avec ces courbes instantanées sont les ordonnées de la courbe locale moyenne cherchée.

Reste à connaître la courbe locale moyenne en B.

Pour la déterminer, on s'y est pris de la manière suivante : On installa une échelle temporaire au point B, au fond du bras, et une seconde au point C, pris sur la rive, sensiblement dans la section d'embouchure du bras. A ces échelles, on fit des observations pendant une période comprenant au moins une syzygie et une quadrature ; ensuite, on fit en chacun des points B

et C le tracé des courbes locales résultant de ces observations, et de ces courbes on déduisit des courbes locales moyennes, en suivant le procédé déjà indiqué de la superposition.

Puis, comparant la courbe ainsi obtenue en C à la courbe locale moyenne en A, on détermina la différence d'allure et les différences de cotes entre ces courbes. Enfin, on fit le tracé de la courbe moyenne définitive au point B ; à cet effet, on partit de la courbe moyenne déduite des observations faites en ce point et on la modifia, en se basant sur la différence de hauteur et la différence d'allure constatées entre la courbe locale moyenne construite à l'aide des observations recueillies en C et la courbe locale moyenne au point A, tracée comme il a été dit ci-dessus.

Afin de connaître la valeur du procédé qui vient d'être exposé, on a comparé les cotes de marée basse et de marée haute qu'il fournit pour la station de Zuidkraayert, sur le Sloe, avec les cotes résultant des observations permanentes faites en cet endroit par le service



général du Waterstaat. On a trouvé une différence de 0 m. 04 à marée haute et de 0 m. 02 à marée basse. Ce résultat montre que le procédé est d'une précision très suffisante pour pouvoir être suivi dans les études du genre de celles qui nous occupent.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau III.

### **Courbes instantanées.**

(PLANCHES III, XXI, XXVII, XXX, XXXV, XXXVIII.)

Des courbes locales se déduisent les profils instantanés, ou les axes hydrauliques à chaque instant. Il suffit, en effet, de couper les courbes locales simultanées, c'est-à-dire rapportées à une même origine des temps, par une verticale correspondant à l'instant choisi et de reporter sur le profil en long les hauteurs ainsi déterminées. Ces profils ont été tracés pour les heures 0, 1, 2, . . . . . 12, comptées à partir de l'instant de la marée haute à Flessingue. Outre les points de chaque profil instantané fournis par les courbes locales, on a déterminé les points de tangence de ces axes avec le lieu géométrique des marées hautes ou avec le lieu géométrique des marées basses. Pour obtenir ces points de contact avec toute l'exactitude voulue, on a tracé au préalable des diagrammes représentant, sous la forme de courbes continues, les instants de la marée haute et ceux de la marée basse aux diverses stations du profil en long.

Les profils instantanés des bras de l'estuaire de l'Escaut et ceux du Moervaert, de la Zuidleede et du canal de Stekene n'ont pas été reproduits aux planches, parce qu'ils ont dû être établis sous la forme de simples lignes droites et ne présentent, par conséquent, aucun intérêt particulier.

### **Débit supérieur.**

Ce débit est constitué, pour chaque rivière, par l'eau pluviale qui y est amenée à l'amont de la région maritime ainsi que par les affluents, les ruisseaux et les fossés d'assèchement ou les sources débouchant dans la partie soumise à la marée.

Les débits de ces rivières et de ces ruisseaux ne pourraient être déterminés d'une manière exacte qu'à l'aide d'observations hydro-métriques comportant des jaugages méthodiques à toute flottaison et

s'étendant sur toute une série d'années. Malheureusement, nous ne disposons pas d'observations de l'espèce, ni du temps, ni du personnel nécessaires pour en organiser. Il a donc fallu se contenter d'évaluer les différents débits supérieurs à l'aide des rares données qu'on possédait, quelque incertaines qu'elles fussent. Certes, les évaluations auxquelles nous avons abouti manquent de précision ; mais il y a lieu de répéter ici ce qui a été dit plus haut : c'est que, dans la région inférieure du fleuve, celle qui nous intéresse le plus, une erreur commise dans l'évaluation des débits supérieurs ne peut exercer une influence sensible sur le débit total, et ce, à cause de l'importance si considérable du volume de l'eau refoulée par la marée comparé à l'eau introduite en rivière par les affluents, les fossés et les sources.

#### HAUT ESCAUT.

Son débit est celui du barrage déversoir latéral à l'écluse de Gendbrugge. Nous possédions les tableaux complets de la manutention d'eau à ce barrage pendant les années 1896, 1897 et 1898. Ces tableaux renseignent, pour toute l'année, la situation des poutrelles dans les quatre pertuis de 6 mètres d'ouverture chacun et des vannes dans le pertuis central de 5 m. 67 d'ouverture, ainsi que la hauteur de la flottaison en amont et en aval du barrage. A l'aide des trois premiers de ces éléments, on aurait pu calculer le débit au barrage correspondant à chacune de ces situations et déduire ensuite, de ces débits et de leur durée, le débit moyen annuel du Haut Escaut. Au lieu de procéder de la sorte, on a, pour épargner du temps, préféré déterminer la situation moyenne du barrage pendant chaque année, calculer ensuite le débit correspondant et adopter celui-ci comme débit moyen de l'année.

Pour le calcul du débit du déversoir de superficie du barrage de Gendbrugge, il a été fait usage de la formule

$$q = 0.625 \lambda H \sqrt{2g} \frac{1}{9} H = 2.953 \lambda H^{3/2}.$$

$q$  représente le débit du barrage, par seconde ;

$\theta$ , le coefficient de dépense, auquel on a donné la valeur moyenne 0.625, d'après Castel ;

$\lambda$ , la largeur du déversoir, et

$H$ , la hauteur de charge sur le déversoir.

Le tableau suivant renseigne les cotes moyennes d'amont et d'aval au barrage de Gendbrugge, ainsi que le débit annuel pendant les trois années en question :

ANNÉES.	COTES MOYENNES		DÉBIT MOYEN PAR SECONDE AU BARRAGE.
	EN AMONT	EN AVAL	
	DU BARRAGE.		
	Mètres.	Mètres.	Mètres cubes.
1896. . . . .	4.641	3.320	14.139
1897. . . . .	4.782	3.477	27.466
1898. . . . .	4.690	3.225	6.399

Il n'est pas fait usage de la cote moyenne d'aval dans les calculs du débit du déversoir ; si, néanmoins, elle a été renseignée, c'est parce qu'elle pouvait servir au contrôle des résultats fournis par les télé-marégrammes. D'après ceux-ci, pendant la période 1896-1898, la cote de marée haute à Gendbrugge a été . . . . . 4 m. 17 et la cote de marée basse . . . . . 2 m. 53 soit, comme moyenne. . . . . 3 m. 35

La cote moyenne des observations directes faites à ce poste est de

$$\frac{3 \text{ m. } 320 + 3 \text{ m. } 477 + 3 \text{ m. } 225}{3} = 3 \text{ m. } 34$$

On constate la concordance complète des deux résultats.

La différence entre les débits annuels trouvés ci-dessus est tellement grande qu'il faut tâcher d'en découvrir la cause ; à cet effet, nous devons examiner de près le régime des pluies en Belgique pendant les trois années dont nous nous occupons.

D'après les annuaires météorologiques de l'Observatoire royal de Bruxelles, la hauteur totale d'eau qui tombe en Belgique, par an, est de 0 m. 706 ; de plus, en année normale, la quantité moyenne de pluie recueillie dans le bassin de la Meuse est sensiblement supérieure à celle tombée dans le bassin de l'Escaut.



La hauteur de pluie tombée en Belgique pendant l'année 1896 est de 0 m. 765, donc sensiblement supérieure à la moyenne. Mais il y a lieu de faire remarquer à ce sujet, d'abord, qu'en septembre et octobre, il est tombé beaucoup d'eau, environ le tiers du total de l'année; or, les pluies qui tombent à la fin de l'été ne font guère monter les débits des cours d'eau. Ensuite, la répartition des pluies entre le bassin de l'Escaut et le bassin de la Meuse n'a pas été normale : le premier a reçu une quantité inférieure à sa part habituelle, le second une quantité supérieure à la sienne.

L'année 1897, avec 0 m. 694 d'eau, est une année normale. Toutefois, dans le bassin de l'Escaut, la hauteur d'eau recueillie dépasse la moyenne, alors que dans le bassin de la Meuse c'est l'inverse qui se présente.

Les observations qui précèdent expliquent la différence entre les débits du Haut Escaut pendant les années 1896 et 1897.

Quant à l'année 1898, elle a été très sèche, vu que la quantité d'eau tombée en Belgique a été de 0 m. 551 seulement, alors que la moyenne est de 0 m. 706. Cette année est donc anormale et il ne peut en être tenu compte, surtout que le nombre d'années d'observation dont on disposait n'est que de trois,

Il y a lieu de faire remarquer ici, qu'une partie du débit du Haut Escaut est détourné de son cours naturel. Le canal de Schipdonck conduit directement à la mer les eaux de la Lys, en été, lorsqu'elles ont été polluées par le rouissage du lin et, en hiver, lorsqu'elles sont trop abondantes pour être évacuées par le lit de la rivière sans provoquer des inondations de la vallée. Le canal de Gand à Ostende, avec ses défluent, est alimenté par les eaux fournies par la Lys et le Haut Escaut. Il en est de même du canal de Terneuzen. En temps de très fortes crues en amont de Gand, ce dernier canal sert à l'évacuation sur Terneuzen d'une partie importante de la vague d'inondation; prochainement, lorsque les travaux d'amélioration à l'Escaut maritime en aval de Gand seront terminés, celui-ci pourra recevoir et évacuer un plus grand volume d'eau et le canal de Terneuzen ne servira plus que très exceptionnellement d'exutoire.

Il est à noter que les emprunts à faire pour l'alimentation des canaux susdits sont surtout sensibles, en été, pour le Haut Escaut; en effet, pendant cette saison, les besoins de ces canaux sont les plus grands et les débits de l'Escaut et de la Lys les plus petits. C'est là encore une raison pour laquelle il convient de ne pas tenir compte ci du débit minimum de l'année sèche 1898. Nous ne retiendrons



donc que les deux années 1896 et 1897, lesquelles conduisent à un débit moyen de  $\frac{14\text{m}^3.139 + 27\text{m}^3.466}{2} = 20\text{m}^3.802$ .

A ce volume d'eau, il conviendrait d'ajouter celui consommé à l'écluse de Gendbrugge par le service de la navigation. D'un calcul approximatif, il résulte que ce débit peut atteindre environ  $0\text{m}^3.165$  par seconde. Si l'on tient compte de ce volume, le débit de l'Escaut deviendrait  $21\text{m}^3$ , chiffres ronds.

M. Verstraeten, dans son étude : « Les eaux alimentaires de la Belgique », évalue à plus de  $2\text{m}^3$  par jour, par hectare de superficie de bassin, le débit de l'Escaut et de la Lys, à Gand. La superficie du premier de ces bassins est 590,000 hectares, celle du second, 377,000 hectares, soit ensemble 967,000 hectares. A raison de  $2\text{m}^3$  par jour et par hectare, le débit supérieur à Gendbrugge serait de  $22\text{m}^3.400$  ; mais comme le débit journalier par hectare est supérieur à  $2\text{m}^3$ , celui de  $22\text{m}^3.400$  à Gendbrugge est trop faible.

Cependant, ce débit est encore un peu supérieur à celui de  $21\text{m}^3$  trouvé plus haut; mais il y a lieu de faire remarquer que dans celui-ci on n'a pas pu tenir compte des fuites à travers les interstices ou vides du barrage et de l'écluse; de plus, on a constaté que le débit moyen déduit de la situation moyenne du barrage est inférieur à celui qu'on trouverait si l'on calculait ce débit à l'aide des débits journaliers, établis au moyen de la formule

$$q = 2,953 \text{ 0}^{\text{L}} \text{H}^{3/2},$$

dans laquelle H figure à la puissance  $3/2$ .

Nous croyons tenir compte de toutes ces circonstances en adoptant  $23\text{m}^3$  par seconde comme débit moyen du Haut Escaut au barrage de Gendbrugge.

#### ESCAUT MARITIME.

Le débit supérieur de cette section de fleuve comprend, d'une part, les volumes d'eau pluviale amenés par les affluents et, d'autre part, les volumes d'eau introduits directement par les terrains riverains. Nous allons nous occuper d'abord de ce dernier débit partiel, qu'on pourrait nommer débit latéral. Malheureusement, nous ne possédons guère de données positives pour le déterminer et nous sommes réduits à nous contenter de déductions faites à l'aide d'éléments fort peu certains et fort peu précis.

Nous supposons que la largeur du bassin hydrographique fournissant le débit en question va en augmentant régulièrement au fur et à mesure qu'on descend le thalweg; dès lors, le débit latéral varie comme le carré de la longueur du fleuve, c'est-à-dire que son volume serait donné par l'expression

$$q = m x^2,$$

$m$ , étant un coefficient à déterminer,

$x$ , la longueur du fleuve en aval de Gendbrugge.

Pour trouver  $m$ , nous nous placerons à un point de la rivière où le débit supérieur nous est assez bien connu. Tel est le cas pour le confluent du Rupel et de l'Escaut, où, en juillet-août 1896, nous avons déterminé, par des jaugeages aux flotteurs, le débit de ces rivières. Nous admettons que, vu la saison, les débits peuvent être considérés comme des moyennes.

On a constaté, à l'aval du confluent, que le débit venu de l'amont était de 80 m<sup>3</sup>.000, dont 37 m<sup>3</sup>.000 étaient fournis par le Rupel; il s'en suivait que le débit de l'Escaut devait être de 43 m<sup>3</sup>.000. Le débit au barrage de Gendbrugge étant de 23 m<sup>3</sup>.000, celui de la Dendre et celui de la Durme, comme on le verra plus loin, respectivement de 7 m<sup>3</sup>.000 et de 2 m<sup>3</sup>.000, il restait pour débit latéral de l'Escaut, de Gand au Rupel,

$$43 - (23 + 7 + 2) = 43 - 32 = 11 \text{ m}^3.000.$$

La distance Gendbrugge-Rupel étant de 67 km. 800, on aura :

$$11 \text{ m}^3.000 = m \times 67 \text{ km. } 800^2$$

d'où  $m = 0.00239$ .

Dès lors, le débit supérieur dû à l'Escaut, à l'aval de Gand, peut s'écrire comme suit :

$$q = 23 \text{ m}^3.000 + 0.00239 x^2,$$

la longueur  $x$  étant exprimée en kilomètres.

#### AFFLUENTS DE L'ESCAUT MARITIME.

*Dendre.* — Les éléments d'observation dont on disposait sont les registres de la manutention d'eau de 1891 à 1895 inclusivement, au barrage de Wieze, situé à 7 kilomètres en amont de l'embouchure de la Dendre. Etant donné les quantités de pluie recueillies, les années 1891, 1892 et 1893 doivent être considérées comme sèches, l'année 1894 comme humide et l'année 1895 comme normale : cette année seule a

donc été retenue. A l'aide des observations au barrage de Wieze, on a fait des calculs analogues à ceux exécutés au barrage de Gendbrugge et dont il a été rendu compte ci-dessus, à propos de la détermination du débit du Haut Escaut. Toutefois, le barrage de Wieze présentant deux pertuis de 6 m. 15 d'ouverture chacun et la largeur de la flottaison de la rivière étant de 15 m. 50, on a admis ici le coefficient de dépense  $\theta = 0.643$ .

Les calculs ont conduit au débit de 4 m<sup>3</sup>. 077 pour la Dendre. Ce débit est trop faible, et ce, pour les motifs suivants :

D'abord, dans les portes amont de l'écluse de Wieze se trouvent six grandes ventelles, dont les ouvertures ne sont pas renseignées aux tableaux de manutention des eaux à cette écluse.

Ensuite, si la quantité de pluie recueillie en Belgique pendant l'année 1895 a été normale, il faut cependant observer qu'elle n'était pas répartie suivant les saisons comme en année moyenne ; en effet, tandis que l'été a été pluvieux, l'hiver a été sec ; or, les pluies d'été ne profitent guère aux cours d'eau.

Le service de la Dendre a déterminé, par le calcul, les débits de la rivière à l'écluse de Wieze, de novembre 1879 à mars 1881. On a donc des données pour l'année complète de 1880 ; on en déduit le débit moyen de 8 m<sup>3</sup>. 600. Ce chiffre se ressent des fortes crues de décembre. Nous croyons éliminer l'influence de ces crues en ramenant le débit à 7 m<sup>3</sup>. 000 par seconde, lequel nous admettrons comme débit moyen de la Dendre.

Le débit de 7 m<sup>3</sup>. 000 par seconde donne un débit journalier de 604,800 m<sup>3</sup> ; la superficie du bassin hydrographique de la Dendre étant de 135,000 hectares, ce débit correspond à un produit par jour-hectare de 4 m<sup>3</sup>. 500. Il approche de celui de 5 m<sup>3</sup>. 000 que M. l'ingénieur Verstraeten attribue au bassin de l'Escaut en général, bassin auquel celui de la Dendre est parallèle. Ce dernier étant situé à l'Est du premier, une légère diminution du produit par jour-hectare paraît conforme à la loi générale de la répartition de la pluie, qui dit que, les quantités de pluie diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la mer, pour autant que l'altitude, le relief et la nature du sol ainsi que la culture de celui-ci ne varient pas.

*Durme.* — Nous ne disposons d'aucune donnée d'observation directe permettant d'en déduire le débit supérieur de cette rivière. Nous avons dû prendre pour base de nos calculs le même produit par jour-hectare que celui admis pour le bassin général de l'Escaut, soit 5 m<sup>3</sup>. 000. La superficie du bassin de la Durme n'est d'ailleurs que



de 32,500 hectares; on trouve ainsi que le débit de la rivière en eaux d'amont est de 2 m<sup>3</sup>. 000 par seconde.

RUPEL ET SES AFFLUENTS.

*Senne.* — Des jaugeages aux flotteurs ont été faits à Sempst en 1895 et 1896, années moyennes au point de vue de la précipitation atmosphérique. Les débits trouvés sont :

En 1895 : 9 m<sup>3</sup>. 012;

En 1896 : 7 m<sup>3</sup>. 509;

Dont la moyenne est 8 m<sup>3</sup>. 260.

La superficie du bassin hydrographique de la rivière étant de 116,000 hectares, ce débit correspond à une production par hectare-jour de 6 m<sup>3</sup>. 000.

Nous admettrons 8 m<sup>3</sup>. 000 pour débit moyen de la Senne.

*Dyle et Demer.* — Nous ne possédons pas de jaugeages dont les résultats permettent de conclure au débit moyen de ces cours d'eau.

En ce qui concerne la Dyle, l'ingénieur Colson a fait des jaugeages de cette rivière qui l'ont conduit à admettre un produit d'eau, par jour-hectare, supérieur à 5 m<sup>3</sup>. 000. Nous avons donc admis 6 m<sup>3</sup>. 000. Dès lors, le produit par jour du bassin sera de 122,000 h. 00 × 6 m<sup>3</sup>. 000 = 732,000 m<sup>3</sup>.

Quant au bassin du Demer, il est situé dans la région de la Belgique qui reçoit le moins de pluie; les cours d'eau de ce bassin présentent généralement de très faibles mouillages.

Dans ces conditions, il semble qu'un produit par jour-hectare de 3 m<sup>3</sup>. 000 peut être considéré comme répondant à la situation. Le débit total du bassin correspondant serait de 220,000 h. × 3 m<sup>3</sup>. = 660,000 m<sup>3</sup>.

Le débit de la Dyle à son embouchure serait donc de 732,000 m<sup>3</sup>. + 660,000 m<sup>3</sup>. = 1,392,000 m<sup>3</sup>.

Ce volume d'eau représente un débit d'un peu plus de 16m<sup>3</sup>000 à la seconde.

*Nèthe.* — Les seuls jaugeages que nous possédions et dont nous ayons pu nous servir sont ceux faits en 1893, du 10 mai au 14 juin, à Duffel et à Waelhem, sur la Nèthe Inférieure. Les résultats moyens qu'ils ont donnés sont :

A Duffel : 7 m<sup>3</sup>. 620;

A Waelhem : 8 m<sup>3</sup>. 310.



De ces chiffres, on pourrait conclure à un débit de 9 m<sup>3</sup>.000 environ, à l'embouchure, à Rumpst. L'année 1893 ayant été sèche, ce débit est inférieur au débit moyen.

Les quantités d'eau qui tombent dans les bassins des Nèthes sont sensiblement supérieures à celles recueillies dans le bassin voisin du Demer. De plus, dans le bassin des Nèthes l'eau ne s'écoule pas rapidement à cause des faibles variations du relief du sol. Dans ces conditions, nous pouvons admettre un produit par jour-hectare de 5 m<sup>3</sup>.000 et le produit de l'ensemble du bassin, de 162,000 hectares de superficie, devient 810,000 m<sup>3</sup>.000, auquel correspond un débit de 9 m<sup>3</sup>.500 par seconde.

A ce débit, il faut ajouter celui des irrigations, alimentées par les eaux que le canal de jonction amène de la Meuse, débit qui peut être évalué à 1 m<sup>3</sup>.500. Dès lors, le débit de la Nèthe Inférieure, en eaux d'amont, devient 9 m<sup>3</sup>.500 + 1 m<sup>3</sup>.500 = 11 m<sup>3</sup>.000. C'est ce chiffre que nous avons adopté.

*Rupel.* — On a vu ci-dessus que les jaugeages faits aux flotteurs, en 1896, ont donné un débit d'eau supérieur du Rupel de 37 m<sup>3</sup>.000 à la seconde.

Si nous attribuons à l'embouchure des différentes rivières dont la réunion constitue le Rupel, en tenant compte de ce qui a été dit ci-dessus, les débits supérieurs suivants :

Senne . . . . .	8 m <sup>3</sup> .000 par seconde,
Dyle . . . . .	16 m <sup>3</sup> .000 id.
Nèthe . . . . .	11 m <sup>3</sup> .000 id.

nous trouvons comme total . . . 35 m<sup>3</sup>.000 par seconde.

La superficie du bassin hydrographique du Rupel est de 24,000 hectares; si, avec M. l'ingénieur Verstracten, nous admettons, aussi bien pour le bassin du Rupel que pour le bassin de l'Escaut, un produit par jour-hectare de 5 m<sup>3</sup>.000, nous trouvons pour débit du Rupel  $\frac{24,000 \times 5,000}{86,400} = 1 \text{ m}^3.500$ , chiffres ronds.

Le débit en eaux d'amont du bassin du Rupel atteindrait donc 35 m<sup>3</sup>.000 + 1 m<sup>3</sup>.500 = 36 m<sup>3</sup>.500. Il est sensiblement le même que celui de 37 m<sup>3</sup>.000 admis plus haut et que nous adopterons d'une manière définitive. Nous attribuerons la différence, 0 m<sup>3</sup>.500, à l'affluent principal, la Dyle.

**Valeurs du débit d'amont aux postes  
situés sur l'Escaut maritime.**

De Gendbrugge à l'embouchure de la Dendre :

$$D = 23 \text{ m}^3.000 + 0,00239 x^2.$$

De l'embouchure de la Dendre à celle de la Durme :

$$D = 30 \text{ m}^3.000 + 0,00239 x^2.$$

De l'embouchure de la Durme à celle du Rupel :

$$D = 32 \text{ m}^3.000 + 0,00239 x^2.$$

De l'embouchure du Rupel à la mer :

$$D = 69 \text{ m}^3.000 + 0,00239 x^2.$$

Dans ces expressions,  $x$  représente en kilomètres la distance du point auquel on se place au barrage de Gendbrugge, mesurée suivant l'axe du fleuve.

**Valeurs du débit d'amont aux postes  
situés le long des affluents.**

On a admis que ces débits étaient au débit supérieur total de l'affluent, déterminé ci-dessus, dans le même rapport que la superficie de la partie du bassin hydrographique située en amont de chaque poste était à la superficie totale du bassin hydrographique de l'affluent.

Les valeurs numériques des débits supérieurs aux divers postes de l'Escaut et de ses affluents, pour lesquels des courbes de débits ont été tracées, figurent aux planches correspondantes ainsi qu'aux tableaux-annexes I et II.

**Débits de la région maritime.**

**GÉNÉRALITÉS.**

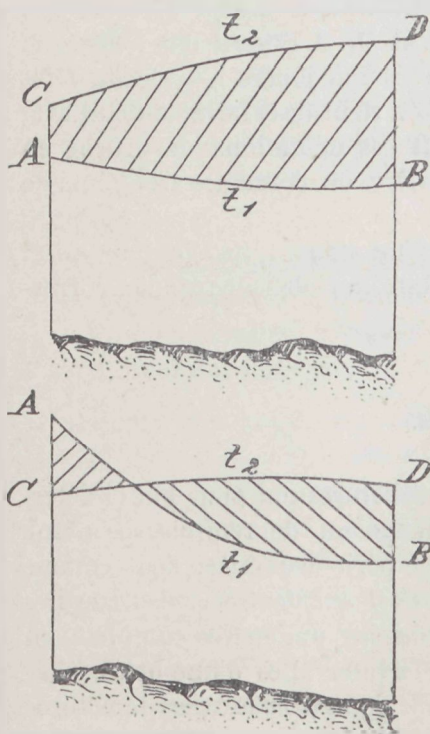
Considérons un tronçon de rivière sujette à la marée, limité, de part et d'autre, par une section verticale et cherchons à déterminer le débit dans la section aval. Nous supposerons qu'au temps  $t_1$ , l'axe hydrau-

lique occupait la position AB et au temps  $t_2$ , la position CD. Nous désignerons par  $v$  le volume du tronçon limité par les deux nappes liquides instantanées. Soient  $Q_1$  le débit de la section aval, c'est-à-dire le volume d'eau qui s'est écoulé du tronçon pendant l'intervalle  $t_2 - t_1$ , et  $Q_2$  le volume d'eau qui a pénétré pendant le même intervalle dans le tronçon, soit par sa section amont, soit par les parois, soit par un affluent.

Nous aurons :

$$Q_1 = v + Q_2.$$

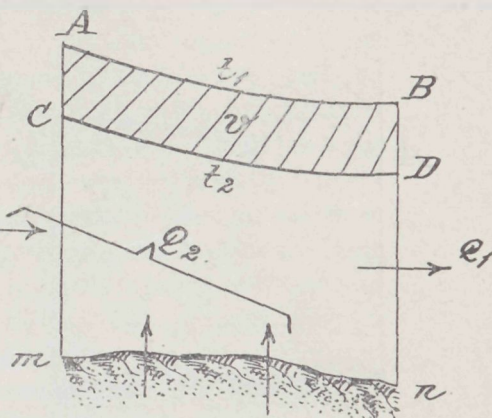
Cette équation est vraie aussi bien pour un intervalle infiniment petit que pour un intervalle de durée limitée. Au lieu d'une diminution du volume du tronçon, c'est-à-dire d'une vidange, pendant l'intervalle  $t_2 - t_1$ , il pourrait se produire une augmentation de volume du tronçon de rivière ou un remplissage; ou bien, il pourrait se produire, d'un côté, du remplissage et, de l'autre, une vidange. Ces cas sont représentés aux figures ci-contre;

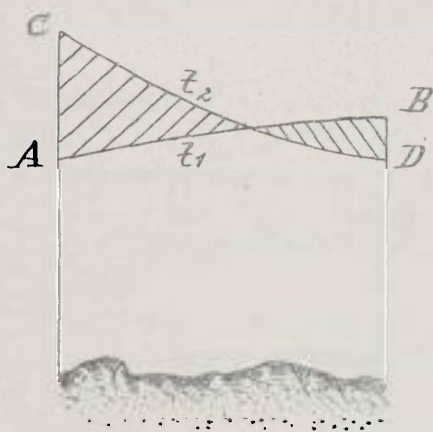


lorsqu'ils se réalisent, il est facile de voir que l'équation ci-dessus reste encore vraie, pourvu qu'aux volumes de remplissage et aux débits de flot, on donne le signe contraire à celui dont on a affecté les volumes de vidange et les débits dirigés vers l'aval ou débits de jusant.

Pour connaître le débit de la section aval, il faut donc déterminer le débit de la section amont et le débit latéral ainsi que le volume de vidange ou de remplissage qui s'est produit dans le tronçon.

Le volume de vidange ou de remplissage  $v$  sera facile à déterminer,





du moment qu'on connaîtra la forme du lit et les axes instantanés du fleuve à l'origine et à la fin de l'intervalle considéré. L'opération à

faire à cet effet constitue une cubature.

On verra plus loin comment ce travail a été organisé de manière à réduire à un minimum la besogne de bureau.

En ce qui concerne le débit de la section amont, il faudrait le déterminer par jaugeage direct. Mais on évite cette opération en s'y prenant de la manière suivante : L'équation établie ci-dessus subsiste, n'importe en quelle section de la rivière on se place. Remontons donc le long de l'axe de la rivière suffisamment pour que la face amont du

tronçon se trouve dans la région où l'amplitude de la marée s'annule et où seul existe un débit constant d'amont. Or, celui-ci, nous l'avons déterminé ci-dessus ainsi que le débit latéral et, par conséquent,  $Q_2$  sera connu pour ce premier tronçon. Comme on a déjà le volume  $v$ , une simple addition donnera le débit  $Q_1$ . A l'égard d'un nouveau tronçon contigu aval, le débit ainsi trouvé jouera le rôle de débit amont et l'on pourra calculer, comme on vient de le faire, le débit aval de ce nouveau tronçon. En poussant ces opérations de proche en proche jusqu'à l'embouchure de la rivière, on connaîtra les débits de celle-ci sur tout son cours.

Il va de soi qu'en cas de rencontre d'un affluent, le débit de celui-ci devrait être ajouté au débit extérieur introduit dans le tronçon correspondant de la rivière.

#### CUBATURES.

Les opérations qui constituent les cubatures ont pour but la détermination des volumes d'eau de vidange ou de remplissage d'une rivière, sujette à la marée, pendant une période donnée. Tout comme nous avons opéré ci-dessus lorsqu'il s'est agi de tracer des courbes instantanées, nous ferons ces opérations sur une marée complète, en partageant cette période de  $12^h25'$  en 12 intervalles d'une heure chacun et un intervalle de  $25'$ . Ce qu'il faut donc trouver, c'est le volume des solides limités par les nappes liquides définies par les courbes



instantanées que nous avons construites et les parois du lit de la rivière.

*Profils en travers.* — Pour que les volumes de ces solides puissent être calculés avec quelque exactitude, il faudrait décomposer ces solides en des éléments pouvant être calculés d'une manière suffisamment approximative par les procédés du calcul géométrique ordinaire. A cet effet, il faudrait partager d'abord la rivière en sections comprises soit entre deux affluents, soit entre deux stations hydrométriques; ensuite, subdiviser ces sections en éléments dont les contours varieraient d'une manière régulière sur toute leur longueur. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait couper le lit par des profils en travers en chaque point où change l'allure de la rivière, soit en plan, soit en élévation. Mais il faut remarquer que non seulement ces points sont parfois difficiles à reconnaître, mais encore que les tronçons de rivière auxquels on serait conduit auraient des longueurs fort variables, de sorte que les calculs deviendraient excessivement longs. Il a paru préférable d'espacer également les profils en travers, quitte à les rapprocher d'une manière suffisante pour que l'exactitude des cubatures à faire ne laisse rien à désirer. A ce sujet, il y a lieu de remarquer que, plus les volumes à déterminer sont faibles, plus on devra veiller à ce que les erreurs d'appréciation ou de calcul soient petites. Il en résulte que dans les régions amont des rivières, les profils en travers devront être plus rapprochés que dans la région aval. C'est dans cet ordre d'idées qu'on a réglé leur espacement à l'Escaut de la manière suivante :

De Gendbrugge à Mariekerke . . . . .	250 m.
De Mariekerke à la frontière néerlandaise . . . . .	500 m.
De cette frontière à Walsoorden . . . . .	1,000 m.
De Walsoorden à la mer . . . . .	2,000 m.

Aux affluents de l'Escaut, l'espacement des profils en travers a été de 500 m. 00 et de 250 m. 00, selon l'importance plus ou moins grande des sections de rivière sur lesquelles on opérait.

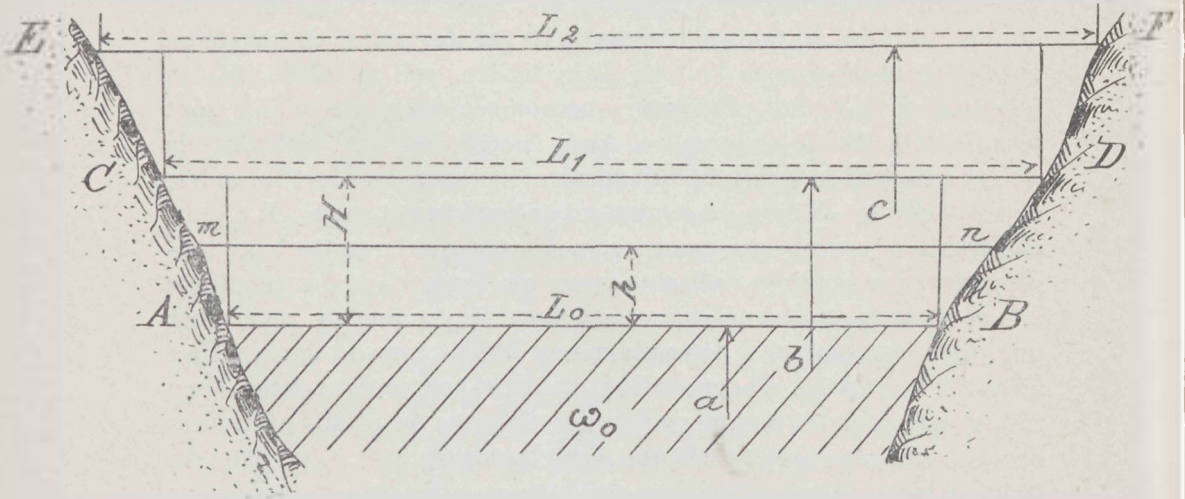
Toutes ces distances ont été mesurées suivant l'axe moyen de la rivière, axe par rapport auquel les profils sont dirigés normalement.

Le nombre de profils en travers qui ont servi à l'étude qui nous occupe est d'environ 900, répartis sur tout le bassin.

*Diagrammes des surfaces mouillées en fonction des hauteurs d'eau.* — Le tracé de ces diagrammes a été fait en suivant le procédé que nous allons décrire.

Soit ci-dessous représenté un profil transversal de la rivière; soit AB une flottaison en dessous de celle de marée basse et soit  $\omega_0$  la surface mouillée sous l'horizontale AB.

Supposons la partie supérieure du profil partagée par les lignes CD, EF, etc., de manière que les surfaces limitées par ces lignes puissent être considérées comme des trapèzes; dans le cas où le contour du profil ne satisferait pas à cette condition, on substituerait aux berges irrégulières des talus plans tracés de manière à conserver à



chacune des tranches horizontales la même surface. Soient  $\tau_0, \tau_1$ , etc., les moyennes des tangentes des angles que ces talus réels ou hypothétiques feraient avec la verticale.

Désignons par  $L_0, L_1, L_2$ ... les largeurs du profil transversal aux hauteurs d'eau  $a, b, c$ ...

L'expression de la surface mouillée du profil transversal jusqu'à une horizontale quelconque  $m n$  sera :

$$\omega = \omega_0 + L_0 h + \tau h^2.$$

Cette équation est celle d'une parabole dont le paramètre est  $\tau$ . C'est comme les ordonnées de cette courbe que varient les surfaces mouillées entre les horizontales AB et CD. Cette courbe est facile à construire, comme on va le voir.

Adoptons un système de coordonnées rectangulaires, dont les abscisses représentent les hauteurs et les ordonnées les surfaces

mouillées ; supposons l'axe des ordonnées et celui des abscisses déplacés parallèlement à eux-mêmes, respectivement de la quantité  $\omega_0$  et de la quantité  $a$ , cote d'eau à laquelle correspond la surface mouillée  $\omega_0$ . La partie de courbe restant à tracer aura pour équation :

$$\omega - \omega_0 = L_0 h + \tau h^2.$$

Elle passe par l'origine des coordonnées.

Un deuxième point de cette courbe aura pour abscisse

$$H = b - a$$

et pour ordonnée

$$\omega_1 - \omega_0 = L_0 H + \tau H^2.$$

Cette ordonnée peut être calculée ; elle représente la surface du trapèze ACDB. Lorsque les berges de la rivière sont fort irrégulières, de sorte qu'on n'est pas bien sûr de la valeur qu'affecte  $\tau$ , on préfère déterminer par mesurage direct la surface remplacée par ce trapèze, surface qui est l'ordonnée du deuxième point.

Ces deux points fixés, on a recours aux tangentes de la parabole pour terminer le tracé de celle-ci.

Le coefficient angulaire de la tangente a pour expression :

$$\frac{d \omega}{d h} = L_0 + 2 \tau h.$$

A l'origine, où  $h = 0$ , sa valeur devient

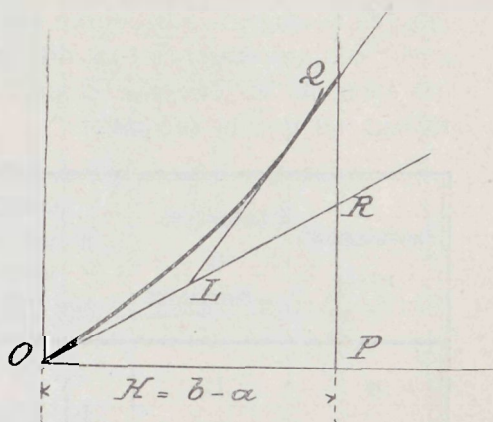
$$\left( \frac{d \omega}{d h} \right)_0 = L_0.$$

Pour construire cette tangente, on n'a qu'à prendre sur l'ordonnée PQ, une longueur PR =  $L_0 (b - a)$  ou  $L_0 H$ . La droite OR est la tangente cherchée. La tangente au point Q doit passer par le point L, milieu de OR ; elle est donc complètement définie.

Ces deux tangentes obtenues, il devient facile de construire autant de tangentes qu'on veut et de tracer ensuite la courbe des surfaces mouillées.

Par ce qui précède, on a pu constater que, pour chaque trapèze, les éléments principaux à connaître sont :

sa superficie  $\left( \frac{L_0 + L_1}{2} \right) (b - a)$ , qui permet de déterminer un



deuxième point de la courbe, et la superficie du rectangle vertical inscrit dans ce trapèze  $L_0 (b - a)$ , qui représente le coefficient angulaire de la tangente à la courbe à son origine, multiplié par une longueur connue. Aussi, a-t-on disposé les calculs de manière à mettre ces éléments en évidence et on a dressé, pour chaque profil, un tableau tel que le suivant :

PROFONDEURS D'EAU.	LARGEURS à LA FLOTTAISON.	SURFACE DU RECTANGLE inscrit dans le trapèze.	ACCROISSEMENT de la surface mouillée.	SURFACES mouillées.
$a$	$L_0$	$L_0 (b - a)$	$\left(\frac{L_0 + L_1}{2}\right) (b - a)$	$\omega_0$
$b$	$L_1$	$L_1 (c - b)$	$\left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) (c - b)$	$\omega_1$
$c$	$L_2$			$\omega_2$

Les profils transversaux de la rivière s'évasant vers le haut, les diagrammes des surfaces mouillées ont toujours leur concavité tournée du côté des surfaces croissantes. Cette circonstance peut faciliter le tracé des diagrammes, particulièrement lorsque leur courbure n'est pas bien prononcée.

Une fois les diagrammes des surfaces mouillées tracés, on n'a plus qu'à en mesurer les ordonnées pour obtenir les surfaces dont on a besoin dans chaque profil.

*Cubatures des volumes de marée.* — En vue de ces opérations, on a partagé, comme il a été dit ci-dessus, la rivière en sections comprises entre deux affluents ou entre deux postes hydrométriques; parfois, lorsque ces postes étaient trop éloignés l'un de l'autre, on a donné aux tronçons des longueurs telles qu'ils comprenaient 20 à 30 profils transversaux. Se plaçant ensuite dans chaque profil transversal, on y a relevé, sur les courbes instantanées, les hauteurs d'eau correspondant aux heures 0, 1 h., 2 h...., 12 h. de la marée, hauteurs qu'on a portées dans un tableau. Ensuite, on a pris au diagramme des surfaces mouillées de chacun de ces profils la surface correspondant à ces hauteurs, laquelle a été inscrite dans un tableau de cubature dressé conformément au modèle reproduit ci-après :



		INTERVALLES							
		0 h.	1 h.	1 h.	1 h.	2 h.	2 h.	2 h.	2 h.
		VOIEMES DE CUBATURE				VOIEMES DE CUBATURE			
		positifs ou de vidange.				positifs ou de vidange.			
		négatifs ou de remplissage.				négatifs ou de remplissage.			
		Surfaces mouillées des profils en travers à l'origine de l'intervalle.				Surfaces mouillées des profils en travers à l'origine de l'intervalle.			
		(1)				(2)			
		(3)				(4)			
		(5)				(6)			
		(7)				(8)			
		(9)				(10)			
		(11)				(12)			
		(13)				(14)			
		(15)				(16)			
		(17)				(18)			
		(19)				(20)			
		(21)				(22)			
		(23)				(24)			
		(25)				(26)			
		(27)				(28)			
		(29)				(30)			
		(31)				(32)			
		(33)				(34)			
		(35)				(36)			
		(37)				(38)			
		(39)				(40)			
		(41)				(42)			
		(43)				(44)			
		(45)				(46)			
		(47)				(48)			
		(49)				(50)			
		(51)				(52)			
		(53)				(54)			
		(55)				(56)			
		(57)				(58)			
		(59)				(60)			
		(61)				(62)			
		(63)				(64)			
		(65)				(66)			
		(67)				(68)			
		(69)				(70)			
		(71)				(72)			
		(73)				(74)			
		(75)				(76)			
		(77)				(78)			
		(79)				(80)			
		(81)				(82)			
		(83)				(84)			
		(85)				(86)			
		(87)				(88)			
		(89)				(90)			
		(91)				(92)			
		(93)				(94)			
		(95)				(96)			
		(97)				(98)			
		(99)				(100)			
		(101)				(102)			
		(103)				(104)			
		(105)				(106)			
		(107)				(108)			
		(109)				(110)			
		(111)				(112)			
		(113)				(114)			
		(115)				(116)			
		(117)				(118)			
		(119)				(120)			
		(121)				(122)			
		(123)				(124)			
		(125)				(126)			
		(127)				(128)			
		(129)				(130)			
		(131)				(132)			
		(133)				(134)			
		(135)				(136)			
		(137)				(138)			
		(139)				(140)			
		(141)				(142)			
		(143)				(144)			
		(145)				(146)			
		(147)				(148)			
		(149)				(150)			
		(151)				(152)			
		(153)				(154)			
		(155)				(156)			
		(157)				(158)			
		(159)				(160)			
		(161)				(162)			
		(163)				(164)			
		(165)				(166)			
		(167)				(168)			
		(169)				(170)			
		(171)				(172)			
		(173)				(174)			
		(175)				(176)			
		(177)				(178)			
		(179)				(180)			
		(181)				(182)			
		(183)				(184)			
		(185)				(186)			
		(187)				(188)			
		(189)				(190)			
		(191)				(192)			
		(193)				(194)			
		(195)				(196)			
		(197)				(198)			
		(199)				(200)			
		(201)				(202)			
		(203)				(204)			
		(205)				(206)			
		(207)				(208)			
		(209)				(210)			
		(211)				(212)			
		(213)				(214)			
		(215)				(216)			
		(217)				(218)			
		(219)				(220)			
		(221)				(222)			
		(223)				(224)			
		(225)				(226)			
		(227)				(228)			
		(229)				(230)			
		(231)				(232)			
		(233)				(234)			
		(235)				(236)			
		(237)				(238)			
		(239)				(240)			
		(241)				(242)			
		(243)				(244)			
		(245)				(246)			
		(247)				(248)			
		(249)				(250)			
		(251)				(252)			
		(253)				(254)			
		(255)				(256)			
		(257)				(258)			
		(259)				(260)			
		(261)				(262)			
		(263)				(264)			
		(265)				(266)			
		(267)				(268)			
		(269)				(270)			
		(271)				(272)			
		(273)				(274)			
		(275)				(276)			
		(277)				(278)			
		(279)				(280)			
		(281)				(282)			
		(283)				(284)			
		(285)				(286)			
		(287)				(288)			
		(289)				(290)			
		(291)				(292)			
		(293)				(294)			
		(295)				(296)			
		(297)				(298)			
		(299)				(300)			
		(301)				(302)			
		(303)				(304)			
		(305)				(306)			
		(307)				(308)			
		(309)				(310)			
		(311)				(312)			
		(313)				(314)			
		(315)				(316)			
		(317)				(318)			
		(319)				(320)			
		(321)				(322)			
		(323)				(324)			
		(325)				(326)			
		(327)				(328)			
		(329)				(330)			
		(331)				(332)			
		(333)				(334)			
		(335)				(336)			
		(337)				(338)			
		(339)				(340)			
		(341)				(342)			
		(343)				(344)			
		(345)				(346)			
		(347)				(348)			
		(349)				(350)			
		(351)				(352)			
		(353)				(354)			
		(355)				(356)			
		(357)				(358)			
		(359)				(360)			
		(361)				(362)			
		(363)				(364)			
		(365)				(366)			
		(367)				(368)			
		(369)				(370)			
		(371)				(372)			
		(373)				(374)			
		(375)				(376)			
		(377)				(378)			
		(379)				(380)			
		(381)				(382)			
		(383)				(384)			
		(385)				(386)			
		(387)				(388)			
		(389)				(390)			
		(391)				(392)			
		(393)				(394)			
		(395)				(396)			
		(397)				(398)			
		(399)				(400)			
		(401)				(402)			
		(403)				(404)			
		(405)				(406)			
		(407)				(408)			
		(409)				(410)			
		(411)				(412)			
		(413)				(414)			
		(415)				(416)			
		(417)				(418)			
		(419)				(420)			
		(421)				(422)			
		(423)				(424)			
		(425)				(426)			
		(427)				(428)			
		(429)				(430)			
		(431)				(432)			
		(433)				(434)			
		(435)				(436)			
		(437)				(438)			
		(439)				(440)			
		(441)				(442)			
		(443)				(444)			
		(445)				(446)			
		(447)				(448)			
		(449)				(450)			
		(451)				(452)			
		(453)				(454)			
		(455)				(456)			
		(457)				(458)			
		(459)				(460)			
		(461)				(462)			
		(463)				(464)			
		(465)				(466)			
		(467)				(468)			
		(469)				(470)			
		(471)				(472)			
		(473)				(474)			
		(475)				(476)			
		(477)				(478)			
		(479)				(480)			
		(481)				(482)			
		(483)				(484)			
		(485)				(486)			
		(487)				(488)			
		(489)				(490)			
		(491)				(492)			
		(493)				(494)			
		(495)				(496)			
		(497)				(498)			
		(499)				(500)			
		(501)				(502)			
		(503)				(504)			
		(505)				(506)			
		(507)				(508)			
		(509)				(510)			
		(511)				(512)			
		(513)				(514)			
		(515)				(516)			
		(517)				(518)			
		(519)				(520)			
		(521)				(522)			
		(523)				(524)			
		(525)				(526)			
		(527)				(528)			
		(529)				(530)			
		(531)				(532)			
		(533)				(534)			
		(535)				(536)			
		(537)				(538)			
		(539)				(540)			
		(541)				(542)			
		(543)				(544)			
		(545)				(546)			
		(547)				(548)			
		(549)				(550)			
		(551)				(552)			
		(553)				(554)			
		(555)				(556)			
		(557)				(558)			
		(559)				(560)			
		(561)				(562)			
		(563)				(564)			
		(565)				(566)			
		(567)				(568)			
		(569)				(570)			
		(571)				(572)			
		(573)				(574)			
		(575)				(576)			
		(577)				(578)			
		(579)				(580)			
		(581)				(582)			
		(583)				(584)			
		(585)				(586)			
		(587)				(588)			
		(589)				(590)			
		(591)				(592)			
		(593)				(594)			
		(595)				(596)			
		(597)				(598)			
		(599)				(600)			
		(601)				(602)			
		(603)				(604)			
		(605)				(606)			
		(607)				(608)			
		(609)				(610)			
		(611)				(612)			
		(613)				(614)			
		(615)				(616)			
		(617)				(618)			
		(619)				(620)			

Ce tableau met en évidence l'avantage qu'il y a de recourir à des profils en travers équidistants. Au lieu d'avoir à faire autant de multiplications qu'il y a d'entreproufs, pour faire ensuite la somme des produits, les calculs sont réduits à une addition, trois soustractions et trois multiplications par intervalle pour tout groupe de profils équidistants.

Dans ce tableau, on a désigné par une lettre minuscule la base supposée la plus petite et par une lettre majuscule la base la plus grande du volume liquide à calculer. C'est seulement pour fixer les idées qu'on a agi de la sorte, car, en réalité, les volumes seront fournis par le calcul avec le signe qui leur appartient et qui assigne la colonne dans laquelle ils doivent être inscrits.

Les opérations sont conduites de la manière suivante :

*Intervalles de 0 à 1 heure.* — La surface  $s_1$  étant plus petite que  $S_1$ , par hypothèse, le volume du premier tronçon, correspondant à la moitié du premier entreprofil, sera  $(s_1 - S_1) \frac{d}{2} = r$ ; comme il est négatif, il devra être inscrit dans la colonne 6.

On fait ensuite les sommes :

$$\begin{aligned} \sum_{s_2} S_{14} &= s_2 + s_3 + s_4 + \dots + S_{13} + S_{14} \\ \sum_{S_2} s_{14} &= S_2 + S_3 + S_4 + \dots + s_{13} + s_{14} \end{aligned}$$

puis la multiplication

$$\left( \sum_{s_2} S_{14} - \sum_{S_2} s_{14} \right) d = v_2.$$

Le produit  $v_2$ , supposé positif, sera inscrit à la colonne 5.

Le produit suivant :

$$(S_{15} - s_{15}) \left( \frac{d + D}{2} \right) = v_3,$$

positif, sera inscrit également à la colonne 5.

De l'entreproufil 15-16 à l'entreproufil 24-25, le cube sera

$$\left( \sum_{S_{16}} s_{24} - \sum_{s_{16}} S_{24} \right) D = r_4;$$

d'après nos hypothèses, ce cube sera de signe négatif et devra être inscrit à la colonne 6.

Le dernier demi-entreprofil aura pour mesure :

$$(s_{25} - S_{25}) \frac{D}{2} = r_5;$$

il sera négatif, donc de remplissage, parce que, par hypothèse,  $s_{25}$  est plus petit que  $S_{25}$ ; il sera rangé dans la colonne 6.

On fera ensuite les sommes

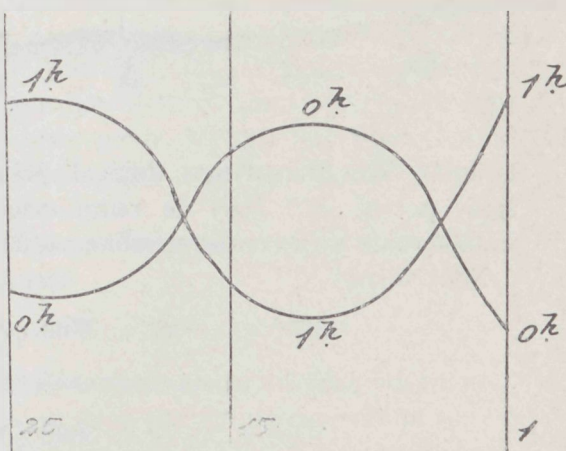
$$V_1 = v_2 + v_3$$

et

$$R_1 = r_1 + r_1 + r_5,$$

puis la différence  $V_1 - R_1$  et la cubature sera terminée dans le tronçon compris entre les profils 1 à 25, pour l'intervalle 0 h. à 1 h. On répétera successivement ces opérations pour les intervalles 1 h. à 2 h.; 2 h. à 3 h., etc.; pour lesquelles on trouvera les volumes  $V_2, R_2; V_3, R_3$ , etc.

En ce qui concerne les variations des surfaces mouillées, admises au tableau ci-dessus, elles répondent à une situation relative des courbes instantanées à 0 h. et à 1 h., telle que celle figurée ci-contre, où ces courbes se coupent deux fois. Cette disposition a été adoptée afin de montrer le caractère de généralité du procédé de cubature suivi. Mais les opérations qui ont dû être faites sur l'Escaut maritime et ses affluents se sont présentées dans des conditions plus simples, vu que deux courbes instantanées successives ne se coupaient jamais qu'en un point.

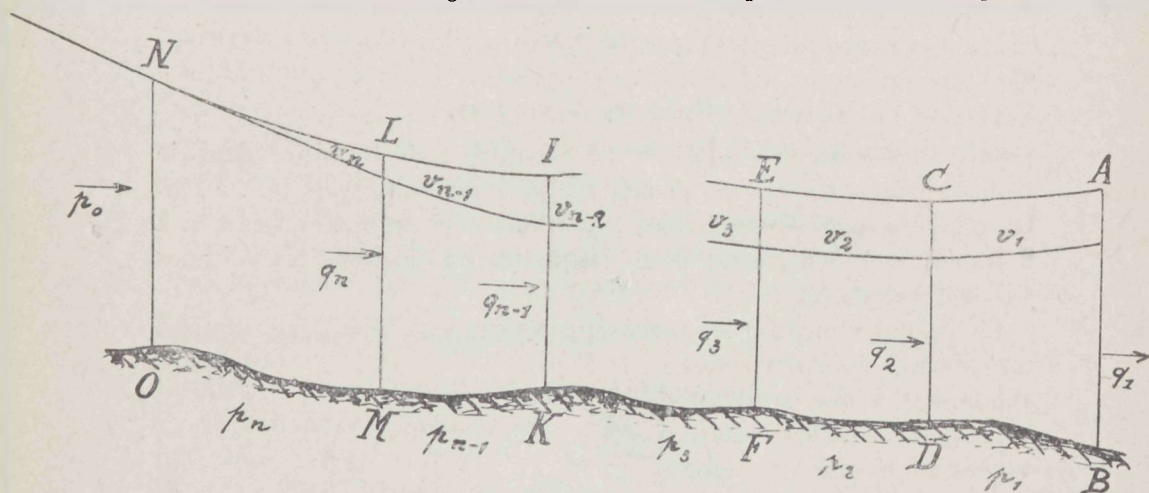


DEBIT EN UNE SECTION QUELCONQUE A UN MOMENT DONNE.

Nous considérerons cette section comme terminant, vers l'aval, un tronçon de rivière et nous désignerons par  $q_1$  le débit moyen qui s'écoule par seconde à travers cette section pendant l'intervalle d'une heure ou de 25 minutes, auquel appartient le moment donné.

Soit  $q_2$  le débit moyen qui, par seconde, pénètre dans le tronçon par sa section amont. Soit  $p_1$  le volume moyen d'eau qui, par seconde, pénètre de l'extérieur dans le tronçon; ce volume d'eau peut provenir de sources de fond ou autres, du ruissellement sur le sol riverain, d'un affluent sujet à la marée ou non, etc.

Enfin, soit  $v_1$  le changement de volume subi par le tronçon; d'après



la figure, il est de vidange; donc, d'après ce qui a été dit ci-dessus, de signe positif; s'il était de remplissage, il serait affecté du signe négatif, mais les formules ne changeraient pas.

Nous aurons :

$$3600 q_1 = v_1 + 3600 q_2 + 3600 p_1$$

De même pour les tronçons suivants amont :

$$3600 q_2 = v_2 + 3600 q_3 + 3600 p_2$$

$$3600 q_3 = v_3 + 3600 q_4 + 3600 p_3$$

$$3600 q_{n-1} = v_{n-1} + 3600 q_n + 3600 p_{n-1}$$

$$3600 q_n = v_n + 3600 p_0 + 3600 p_n$$

$p_0$ , débit pénétrant par l'amont dans le tronçon NO, représente le débit supérieur de la rivière à la limite de la région maritime. D'où, par addition et après suppression des termes communs aux deux membres,

$$3600 q_1 = v_1 + v_2 + v_3 \dots v_{n-1} + v_n +$$

$$3600 (p_1 + p_2 + p_3 \dots + p_{n-1} + p_n + p_0).$$



Le terme  $(p_1 + p_2 + p_3 \dots + p_0)$  du second membre comprend d'abord une série de débits constants, dont la somme constitue le débit supérieur propre à la rivière en amont de la section AB considérée. Il comprend également la somme des débits moyens des affluents soumis à la marée qui se jettent dans la rivière en amont de la section AB.

Le débit à l'embouchure de chacun des affluents soumis à la marée, est fourni par une équation entièrement analogue à celle que nous avons posée pour la rivière principale.

$$\begin{aligned}
 3600 q'_1 &= v'_1 + v'_2 \dots + v'_n + 3600 \\
 &\quad (p'_1 + p'_2 + \dots + p'_0) \\
 3600 q''_1 &= v''_1 + v''_2 + \dots + v''_n + 3600 \\
 &\quad (p''_1 + p''_2 + \dots + p''_0) \qquad \text{etc.}
 \end{aligned}$$

Les débits  $p'_1 + p'_2 \dots + p'_0, p''_1 + p''_2 \dots + p''_0$  sont constitués uniquement par les débits supérieurs des affluents, à moins que ceux-ci, à leur tour, ne reçoivent des sous-affluents soumis à la marée. Dans ce cas, on aurait à recommencer les mêmes opérations. En cheminant ainsi jusqu'à l'extrémité de la région maritime, à l'amont de la section AB, tant dans le fleuve que dans les affluents, on arrivera à poser des équations où le dernier terme du second membre représentera uniquement le débit supérieur dans les derniers affluents.

Par substitutions successives, on voit sans peine qu'on arrivera finalement à une équation de la forme

$$3600 q_1 = V + 3600 p$$

qui, en langage ordinaire, peut se traduire de la manière suivante :

Le débit horaire en une section de la partie maritime d'une rivière est égal au volume d'eau compris, en amont de la dite section, entre les nappes liquides déterminées par les courbes instantanées au commencement et à la fin de l'heure considérée, augmenté du volume d'eau qui constitue le débit supérieur de cette section pendant la dite heure.

*Courbes des volumes de cubature* (planche A ci-après). — Nous adopterons un système de coordonnées rectangulaires dont l'axe des abscisses correspondra aux temps, l'axe des ordonnées aux volumes. Sur l'axe des abscisses, nous porterons douze intervalles égaux, correspondant chacun à une heure entière, plus un treizième intervalle valant les 25/60 d'un des précédents. En ordonnées, nous porterons

respectivement la trois mille six centième partie des différences  $v_1 - R_1$ ,  $v_2 - R_2$ ,  $v_3 - R_3$ ,  $v_{12} - R_{12}$ , et la quinze centième partie de la différence  $V_{13} - R_{13}$ , fournies par les tableaux de cubatures. Lorsque ces différences seront positives, c'est-à-dire lorsqu'elles correspondront à des volumes de vidange, elle seront portées au-dessous de l'axe des abscisses; lorsque ces différences seront négatives, c'est-à-dire lorsqu'elles répondront à des volumes de remplissage, les ordonnées seront portées au-dessus de cet axe; par les extrémités de chacune de ces ordonnées, nous menons une parallèle à l'axe des abscisses, et nous obtenons treize rectangles, représentant les volumes de vidange et de remplissage pendant la durée d'une marée. Comme nous étudions une marée normale, la dernière courbe instantanée doit être identique avec la courbe instantanée initiale. Il en résulte que le volume de cubature au flot doit être le même que le volume de cubature au jusant, donc la surface totale des rectangles au-dessus de l'axe des abscisses doit être égale à celle des rectangles en dessous de cet axe.

Les hauteurs des surfaces rectangulaires qui nous occupent représentent les différences entre le débit moyen et le débit supérieur pendant chacun des treize intervalles dans lesquels nous avons partagé la durée de la marée, mais elles ne représentent pas la loi suivant laquelle varient réellement ces différences. Cette loi est figurée par une courbe telle que, pour chacun des intervalles de temps considérés, les surfaces comprises entre la courbe et l'axe des abscisses soient égales aux surfaces des rectangles correspondants. En d'autres termes, la courbe doit être telle qu'il y ait équivalence entre la surface ajoutée par elle à chaque rectangle et la surface retranchée par elle à chacun d'eux. Cette condition, jointe à l'allure générale de la courbe, allure qui résulte de celle des rectangles, permet de tracer la courbe avec une précision très suffisante.

Cette condition d'équivalence permet de faire une observation assez importante sur l'opportunité de partager la durée d'une marée en plus de treize intervalles. Augmenter le nombre de ces intervalles revient à augmenter le nombre des rectangles. Le tracé de la courbe des débits à l'aide de ce nombre plus grand des rectangles devrait encore être fait en respectant la loi d'équivalence qui vient d'être définie. Certes, cette courbe serait plus exacte que celle obtenue à l'aide des treize rectangles, mais ce qu'on aurait gagné en précision ne compenserait pas le surcroît de travail auquel on aurait dû se livrer.

*Courbes des débits supérieurs.* — Nous avons vu ci-dessus comment

se détermine le débit supérieur moyen en un point quelconque de rivière. Comme il est de jusant et que sa valeur est constante en un point donné pendant toute la durée de la marée, ce débit serait représenté par une droite parallèle à l'axe des abscisses, portée en ordonnée positive.

*Courbes des débits réels* (planches VI à XXIX, XXII à XXV, XXVIII, XXXI à XXXIII, XXXVI, XXXIX à XLI). — Ces courbes résultent de la combinaison des courbes des volumes de cubature avec les courbes de débit supérieur. En effet, le débit réel est donné par l'expression :

$$Q_1 = V + P$$

quelle que soit la durée de l'intervalle de temps que l'on considère. Le débit supérieur doit donc être porté en ordonnée négative de manière qu'il s'ajoute aux volumes de cubature de vidange; une construction géométrique très simple suffit donc pour conduire au résultat final. La droite à laquelle conduit cette construction devient l'axe horizontal à partir duquel les débits doivent être mesurés.

Les points où la courbe des débits coupe l'axe des abscisses marquent les moments auxquels le débit est nul, c'est-à-dire les moments d'étales.

A l'aide de ces courbes de débit, on a déterminé l'heure de l'étales de flot et celle de l'étales de jusant, la durée du flot et celle du jusant, le retard de l'étales de flot sur l'heure de marée haute et celui de l'étales de jusant sur l'heure de la marée basse, les débits totaux, moyens et maxima, au flot et au jusant, ainsi que l'heure du débit moyen maximum. Ces éléments sont renseignés aux tableaux-annexes du présent mémoire.

*Courbes des sections mouillées des profils en travers en fonction du temps* (mêmes planches). — Pour la détermination des vitesses d'écoulement en un point et à un moment donnés, on doit connaître le débit et la section mouillée à l'instant considéré. Le débit peut être relevé sur la courbe en ce point, construite selon le procédé qui vient d'être exposé. En vue de la détermination de la section mouillée, on construit le diagramme de ces sections en fonction du temps. Ce diagramme a une allure analogue à celle des courbes locales, ce qui se comprend, attendu que la surface augmente avec la hauteur de la marée, c'est-à-dire avec l'ordonnée de la courbe locale.

*Courbes des vitesses* (mêmes planches). — En divisant le débit de la rivière par la section mouillée du profil d'écoulement, on obtient a vitesse moyenne dans ce profil à l'instant correspondant. Pour



pouvoir faire facilement le tracé de la courbe des vitesses, on a déterminé celles-ci de demi-heure en demi-heure; toutefois, aux environs des maxima et des minima, elles ont été calculées à des intervalles plus rapprochés, afin de pouvoir tracer la courbe avec une précision suffisante.

Les courbes de débit ayant été construites pour les profils passant par les postes marégraphiques et pour les profils terminus des affluents, il s'en suivait qu'on devait tracer les courbes de vitesses également pour ces profils. Mais, lorsqu'il est arrivé que ceux-ci fussent irréguliers, c'est-à-dire ne répondissent pas à l'allure générale du fleuve ou des affluents dans les environs de ces profils, on s'est placé dans une section transversale répondant à cette allure générale; puis on a construit, pour ce profil transversal, la courbe des débits et, ensuite, la courbe des vitesses. Les planches renseignent, chaque fois qu'il y a lieu, à quel profil les courbes de débit et les courbes de vitesses appartiennent.

Ces courbes de vitesses ont permis de déterminer une série de valeurs particulières en chaque poste, intéressantes à connaître et renseignées aux tableaux-annexes aussi bien pour l'Escaut maritime que pour ses affluents soumis à la marée; ces vitesses sont principalement : la vitesse moyenne au flot et la vitesse moyenne au jusant, la vitesse maxima au flot et celle au jusant, l'heure à laquelle cette vitesse maxima se produit, la vitesse moyenne générale pendant une marée.

*Débits de marées réelles.* — Pour déterminer le débit de marées réelles, on a fait choix de deux marées bien différentes : l'une d'assez forte amplitude, celle du 8 au 9 avril 1890, et l'autre de très faible amplitude, celle du 8 au 9 octobre 1890.

On eût pu faire l'étude de ces marées en suivant identiquement la même voie que celle adoptée ci-dessus pour la marée moyenne fictive et qui est fort longue; mais, comme on n'avait plus en vue que le débit total de ces marées, on pouvait avoir recours à des procédés plus sommaires.

Un premier procédé consistait à tracer, en chaque poste, la courbe instantanée au moment d'étale de jusant et celle au moment d'étale de flot et de faire ensuite la cubature du volume d'eau compris entre ces courbes. Vu le grand nombre de postes hydrométriques, les opérations auraient été encore fort longues.

On a pu réduire considérablement la besogne en se basant sur une proposition établie par M. Van Brabandt, dont il fournira



TABLEAU I.

ESCAUT MARITIME

A moins d'indications contraires,  
les moyennes des cotes,  
des temps, des débits et des vitesses, se rapportent  
à la période 1888-1895.

Les cotes sont rapportées au plan de comparaison  
du Dépôt de la Guerre.

Les heures sont comptées à partir de l'instant de la  
marée haute à Flessingue.

(Annexe au mémoire du 25 août 1904).

POSTES MARÉGRAPHIQUES.	DISTANCES				COTE DE	
	intermédiaires suivant l'axe du fleuve.	cumulées suivant l'axe du fleuve.	intermédiaires suivant le thalweg du fleuve.	cumulées suivant le thalweg du fleuve.	marée haute moyenne.	marée basse moyenne.
	km.	km.	km.	km.	m.	m.
Embouchure	2,000		2,000			
Flessingue . . . . .	18,500	2,000	20,550	2,000	4.03	0.33
Terneuzen . . . . .	15,300	20,500	19,150	22,550	4.17	0.23
Hansweert . . . . .	16,100	35,800	18,950	41,700	4.26	0.10
Bath. . . . .	11,000	51,900	12,150	60,650	4.54	0.13
Lillo . . . . .	6,650	62,900	7,370	72,800	4.68	0.23
Fort-Philippe . . . . .	7,200	69,550	7,350	80,170	4.69	0.28
Anvers . . . . .	12,375	76,750	12,500	87,520	4.74	0.37
Hemixem . . . . .	2,625	89,125	2,625	100,020	4.70	0.39
Tolhuys . . . . .	9,500	91,750	9,500	102,645	4.70	0.50
Thielrode . . . . .	9,870	101,250	9,870	112,145	4.64	0.65
Baesrode . . . . .	10,750	111,120	10,750	122,015	4.48	1.12
Termonde . . . . .	22,960	121,870	22,960	132,765	4.47	1.71
Wetteren . . . . .	14,730	144,830	14,730	155,725	4.05	2.48
Gentbrugge . . . . .		159,560		170,455	4.19	2.77
Tamise <sup>(1)</sup> . . . . .		98,270		109,165	4.67	0.59
Schoonaerde <sup>(2)</sup> . . . . .		132,500		143,395	4.30	2.12
Melle <sup>(3)</sup> . . . . .		150,915		161,810	4.08	2.62

(1) Ce poste fonctionne régulièrement depuis janvier 1897.

(2) Id. id. juillet 1897.

(3) Id. id. juin 1900.

Les renseignements relatifs à la marée moyenne de ces postes sont donnés à titre comparatif et sont calculés par interpolation.



POSTES MARÉGRAPHIQUES.	COTE DE		Amplitude moyenne de la marée en été 1891-1900.	COTE DE	
	marée haute moyenne d'été 1891-1900.	marée basse moyenne d'été 1891-1900.		marée haute moyenne d'hiver 1891-1900.	marée basse moyenne d'hiver 1891-1900.
Embouchure . . . . .	m.	m.	m.	m.	m.
Flessingue . . . . .	4,07	0,37	3,70	4,03	0,37
Terneuzen. . . . .	4,20	0,26	3,94	4,17	0,25
Hansweert . . . . .	4,29	0,13	4,16	4,27	0,13
Bath . . . . .	4,55	0,16	4,39	4,53	0,14
Lillo . . . . .	4,70	0,31	4,39	4,70	0,24
Fort-Philippe . . . . .	4,72	0,37	4,35	4,73	0,30
Anvers. . . . .	4,76	0,39	4,37	4,76	0,34
Hemixem . . . . .	4,75	0,41	4,34	4,75	0,39
Tolhuys . . . . .	4,65	0,38	4,27	4,68	0,42
Thielrode . . . . .	—	—	—	—	—
Baesrode . . . . .	4,50	1,02	3,48	4,49	1,21
Termonde. . . . .	4,36	1,45	2,91	4,41	1,77
Wetteren . . . . .	3,84	1,93	1,91	4,12	2,61
Gentbrugge . . . . .	3,98	2,00	1,98	4,37	3,23
Tamise <sup>(1)</sup> . . . . .	—	—	—	—	—
Schoonaerde <sup>(2)</sup> . . . . .	—	—	—	—	—
Melle <sup>(3)</sup> . . . . .	—	—	—	—	—

(1) Ce poste fonctionne régulièrement depuis janvier 1897.

(2) Id. id. juillet 1897.

(3) Id. id. juin 1900.

Les renseignements relatifs à la marée moyenne de ces postes sont donnés à titre comparatif et sont calculés par interpolation.



ultérieurement la démonstration, par une note aux *Annales des Travaux Publics*. Cette proposition s'énonce comme suit :

« En un point quelconque d'une rivière à régime maritime, le débit total de marée, abstraction faite du débit supérieur, est égal au volume d'eau qui, en amont de ce point, pourrait être logé dans la rivière et ses affluents entre les lieux géométriques des étales de flot et de jusant. »

Pour déterminer les débits de flot et de jusant à l'aide de ces volumes, il fallait donc connaître les débits supérieurs; malheureusement, ceux-ci étaient entièrement inconnus. Mais, comme les marées dont nous nous occupons ne tombèrent ni en une période de sécheresse ni en une période de pluies, on a cru pouvoir adopter les débits moyens établis ci-dessus.

C'est en appliquant ce principe qu'on a déterminé les débits donnés aux tableaux IV et V, figurant aux annexes. Ces débits se rapportent, pour chacune des deux marées étudiées, à deux périodes de flot consécutives et à la période de jusant intermédiaire.

Afin de pouvoir se rendre compte de la valeur relative de cette méthode, on a déterminé, pour un seul poste, celui de Flessingue, le débit de marée à l'aide des courbes instantanées correspondant aux moments d'étale de jusant et de flot; les résultats fournis par les deux procédés présentaient une concordance très satisfaisante.

Pour déterminer les cotes d'étale, on admet qu'elles se produisent respectivement après marée basse et marée haute avec les mêmes retards que ceux trouvés pour la marée moyenne.

*Module des débits à Flessingue et à Anvers.* — A l'aide des cinq séries de débit de flot et des trois séries de débit de jusant fournies par les présentes études, on a établi les modules des débits aux deux stations les plus importantes du bassin, celle de Flessingue et celle d'Anvers.

Pour *Flessingue*, le débit d'une marée est donné par l'expression

$$Q = K (20 a + am + 5m);$$

dans cette formule,

$a$ , représente l'amplitude, en mètres, de la marée considérée;

$m$ , la cote de son niveau moyen, rapporté au zéro de l'Etat-Major;

$K$ , une constante, égale à 12,753,000 m<sup>3</sup>.

Vu la faible importance relative du débit supérieur à Flessingue, il n'y a pas lieu de faire une distinction entre les débits de flot et de jusant.

A Anvers, le débit de flot s'exprime comme suit :

$$Q = K. a,$$

les lettres ayant la même signification que ci-dessus et la valeur de la constante étant

$$K = 13,941,000 \text{ m}^3.$$

Ce débit n'est donc plus fonction que de l'amplitude de la marée.

Le débit de jusant s'obtient en ajoutant à celui de flot le débit supérieur, variable avec l'état des rivières du bassin.

*Débits maxima et minima à Flessingue et à Anvers.* — Les débits maxima ont été calculés en appliquant les formules ci-dessus, à la marée-tempête du 12 mars 1906, qui accuse la plus forte amplitude de toutes les marées annotées jusqu'à ce jour.

Quant aux débits minima, ce sont ceux afférents à la marée du 8 octobre 1890, qui présente l'amplitude la plus faible connue.

Les limites entre lesquelles varient les débits de flot, sont :

à Flessingue, 1,866,800,000 m<sup>3</sup> et 629,840,000 m<sup>3</sup> ;  
à Anvers, 87,548,000 et 39,714,000.

*L'Ingénieur,*  
L. VAN BRABANDT.

*L'Ingénieur en chef Directeur,*  
J.-A. PIERROT.

Anvers, le 23 août 1904 (1).

---

(1) Ce mémoire a été revu et mis à jour en 1907.



VITESSE MOYENNE DE PROPAGATION suivant le thalweg du fleuve		VITESSE MOYENNE DU COURANT pendant le		VITESSE MAXIMA DU COURANT pendant le		HEURE DE LA VITESSE MAXIMA DU COURANT pendant le	
DE LA MARÉE HAUTE.	DE LA MARÉE BASSE.	FLOT.	JUSANT.	FLOT.	JUSANT.	FLOT.	JUSANT.
m.	m.	m.	m.	m.	m.	h.	h.
9.79	9.79	0.575	0.677	1.076	1.040	11.19	4.47
7.98	10.30	0.572	0.668	0.923	0.954	11.46	5.03
10.19	10.89	0.523	0.584	0.830	0.814	12.14	5.10
11.91	5.79	0.408	0.476	0.624	0.647	0.06	5.37
11.17	6.82	0.610	0.678	0.869	0.898	0.08	5.07
12.25	6.81	0.579	0.645	0.820	0.856	1.01	5.18
6.31	5.79	0.658	0.682	0.699 1.020	0.912	11.39 1.07	5.13
3.65	3.65	0.863	0.854	1.273	1.097	1.11	5.44
8.34	4.52	0.867	0.842	1.248	1.069	1.34	5.51
7.15	4.01	0.709	0.678	1.111	0.838 0.787	2.03	6.05 9.41
6.18	4.84	0.478	0.440	0.916	0.550 0.569	1.59	6.13 10.20
3.79	3.09	0.383	0.392	0.700	0.446 0.475	2.20	7.11 10.39
4.63	3.32	0.143	0.239	0.213	0.281	4.45	11.14
		—	0.310	—	0.392	—	2.14



POSTES MARÉGRAPHIQUES.	Vitesse minima du courant au flot (minimum compris entre deux maximums).		Vitesse minima du courant au jusant (minimum compris entre deux maximums).		VITESSE moyenne générale du courant pendant une marée.
	VITESSE.	HEURE.	VITESSE.	HEURE.	
	m.	h.	m.	h.	
Embouchure . . . . .	—	—	—	—	0.627
Flessingue . . . . .	—	—	—	—	0.615
Terneuzen . . . . .	—	—	—	—	0.553
Hansweert . . . . .	—	—	—	—	0.444
Bath. . . . .	—	—	—	—	0.646
Lillo. . . . .	—	—	—	—	0.615
Fort-Philippe . . . . .	0.690	12.02	—	—	0.671
Anvers . . . . .	—	—	—	—	0.855
Hemixem . . . . .	—	—	—	—	0.864
Tolhuys. . . . .	—	—	0.755	8.03	0.690
Thielrode . . . . .	—	—	0.525	7.44	0.454
Baesrode . . . . .	—	—	0.425	8.08	0.388
Termonde . . . . .	—	—	—	—	0.210
Wetteren . . . . .	—	—	0.207	6.36	0.310
Gentbrugge . . . . .	—	—	—	—	—

Moyenne des largeurs du fleuve		Moyenne des profondeurs moyennes du fleuve.		SECTIONS MOUILLÉES		
A MARÉE HAUTE.	A MARÉE BASSE.	A MARÉE HAUTE.	A MARÉE BASSE.	A MARÉE HAUTE.	A MI-MARÉE.	A MARÉE BASSE.
m.	m.	m.	m.	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
5.066	4.773	17,41	<u>14,75</u>	89.300	79.600	70.000
6.281	4.988	12,69	<u>11,42</u>	64.590	54.088	44.275
5.139	4.243	10,72	<u>8,46</u>	47.640	38.410	29.395
5.618	<u>2.552</u>	7,48	<u>7,61</u>	30.570	18.450	11.350
<u>4.006</u>	1.099	5,67	5,83	8.416	6.534	4.814
799	694	9,77	6,49	6.935	5.510	4.128
626	541	9,80	6,61	4.935	3.997	3.175
444	386	9,50	6,28	2.926	2.251	1.638
327	283	8,35	5,05	2.845	2.080	1.332
363	265	6,48	3,92	1.701	1.160	711
242	179	5,89	3,37	883	677	490
122	96	5,95	3,92	590	470	352
81	70	4,55	2,97	249	204	164
41	35	3,57	2,49	103	79	58

POSTES  MARÉGRAPHIQUES.	Moyenne des sections mouillées		RAPPORT des moyennes des largeurs à marée haute aux moyennes des largeurs à marée basse.	RAPPORT des moyennes des profondeurs moyennes à marée haute aux moyennes des profondeurs moyennes à marée basse.
	A MARÉE HAUTE.	A MARÉE BASSE.		
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
Embouchure . . . . .	88.100	69.950	1.06	1.18
Flessingue . . . . .	77.766	55.090	1.26	1.11
Terneuzen . . . . .	54.490	34.719	1.21	1.27
Hansweert . . . . .				
Bath . . . . .	36.764	19.372	2.20	0.98
Lillo . . . . .	15.328	6.344	3.65	0.97
Fort-Philippe . . . . .	7.779	4.479	1.15	1.51
Anvers . . . . .	6.050	3.472	1.16	1.48
Hemixem . . . . .	4.185	2.383	1.15	1.51
Tolhuys . . . . .	2.730	1.449	1.16	1.65
Thielrode . . . . .	2.334	994	1.37	1.65
Baesrode. . . . .	1.422	603	1.35	1.75
	718	377	1.27	1.52
Termonde . . . . .				
Wetteren . . . . .	369	208	1.16	1.53
Gentbrugge . . . . .	146	88	1.17	1.43
Tamise . . . . .	—	—	—	—
Schoonaerde . . . . .	—	—	—	—
Melle . . . . .	—	—	—	—





POSTES MARÉGRAPHIQUES.	HEURE		DURÉE		RETARD DE L'ÉTALE	
	DE L'ÉTALE DE FLOT.	DE L'ÉTALE DE JUSANT.	DU FLOT.	DU JUSANT.	DE FLOT SUR LA MARÉE HAUTE.	DE JUSANT SUR LA MARÉE BASSE.
	h.	h.	h	h.	h.	h.
Embouchure . . . . .						
Flessingue . . . . .	1.08	7.28	6.05	6.20	1.08	0.58
Terneuzen . . . . .	1.41	7.47	6.19	6.06	1.06	0.42
Hansweert . . . . .	1.55	8.06	6.14	6.11	0.40	0.30
Bath. . . . .	2.15	8.44	5.56	6.29	0.29	0.39
Lillo . . . . .	2.50	9.25	5.50	6.35	0.47	0.45
Fort-Philippe . . . . .	3.04	9.41	5.48	6.37	0.50	0.43
Anvers . . . . .	3.18	10.03	5.40	6.45	0.54	0.47
Hemixem . . . . .	3.30	10.33	5.22	7.03	0.33	0.41
Tolhuys . . . . .	3.33	10.36	5.22	7.03	0.24	0.32
Thielrode . . . . .	3.46	11.06	5.05	7.20	0.18	0.27
Baesrode . . . . .	4.24	11.59	4.50	7.35	0.32	0.39
Termonde . . . . .	4.53	0.07	4.46	7.39	0.33	0.35
Wetteren . . . . .	6.13	2.27	3.46	8.39	0.12	0.51
Gentbrugge . . . . .	—	—	—	12.25	—	—

DÉBIT SUPÉRIEUR par		DÉBIT TOTAL		DÉBIT MOYEN par seconde	
SECONDE.	MARÉE.	DU FLOT.	DU JUSANT.	DU FLOT.	DU JU JUSANT.
m 3	m 3	m 3	m 3	m 3	m 3
127	5676900	1176294300	1181971200	53712	51841
114	5095800	750563400	755659200	33006	34411
105	4693500	481526000	486219500	21458	21843
96	4291200	187068800	191360000	8758	8199
91	4067700	92389300	96457000	4400	4070
88	3933600	73950500	77884100	3542	3270
85	3799500	59341900	63141400	2909	2598
80.5	3398350	41733250	45331600	2160	1786
80	3376000	38455400	42031400	1990	1656
40	1788000	16841760	18629760	920	706
35.5	1586850	6224000	7810850	358	286
26.5	1181550	3429960	4614510	200	168
23.5	1050450	439355	1489805	32	48
23	1028100	—	1028100	—	23

POSTES MARÉGRAPHIQUES	DÉBIT MAXIMUM par seconde		HEURE DU DÉBIT MAXIMUM par seconde		VITESSE MOYENNE DE PROPAGATION suivant l'axe du fleuve	
	Du FLOT.	DU JUSANT.	DU FLOT.	DU JUSANT.	DE LA MARÉE HAUTE.	DE LA MARÉE BASSE.
	m 3	m 3	h	h.	m.	m.
Embouchure . . . . .						
Flessingue . . . . .	93850	78000	11.29	4.14	8.81	8.81
Terneuzen . . . . .	57100	49500	11.56	4.16	6.38	8.23
Hansweert . . . . .	37000	30680	12.23	4.19	8.66	9.25
Bath. . . . .	15813	12066	0 28	4.23	10.78	5.24
Lillo . . . . .	6630	5860	0.39	4.51	10.08	6.16
Fort-Philippe. . . . .	5482	4755	1.09	4.53	12.00	6.67
Anvers . . . . .	4766	3804	1.17	4.57	6.25	5.73
Hemixem . . . . .	3365	2556	1.30	5.18	3.65	3.65
Tolhuys . . . . .	3242	2405	1.53	5.19	8.34	4.52
Thielrode . . . . .	1699	1046	2.07	5.37	7.15	4.01
Baesrode . . . . .	691	395	2.10	6.02	6.18	4.84
Termonde . . . . .	365	214	2.29	6.51	3.79	3.09
Wetteren . . . . .	49	61	4.56	7.33	4.63	3.32
Gentbrugge . . . . .	—	25	—	7.48		

RAPPORT des moyennes des sections à marée haute aux moyennes des sections à marée basse.	PLUS HAUTE MARÉE HAUTE CONNUE.		PLUS BASSE MARÉE BASSE CONNUE.	
	COTE.	DATE.	COTE.	DATE.
	m.		m.	
1.26	6.25	12- 3-1906	— 0.92	7 et 22-2-1883
1.41	6.60	12- 3-1906	— 1.09	4-3-1881
1.57	6.42	22-12-1894	— 1.13	22-2-1885
		29-11-1897		4-3-1893
1.90	7.16	12- 3-1906	— 1.38	4-3-1881
2.42	7.36	12- 3-1906	— 1.27	11-11-1893
1.74	7.35	12- 3-1906	— 0.80	22-2-1885
1.74	7.15	12- 3-1906	— 1.13	<u>8-1-1870</u>
1 76	7.01	12- 3-1906	— 0.93	22-2-1885
1 88	7.03	12- 3-1906	— 0.84	22-2-1885
2.35	6.55	23-12-1894	— 0.46	7-3-1889
2.36	6.70	12- 3-1906	0.00	14-1-1895
1.90	6.17	12- 3-1906	0.70	16-1-1905
1.77	5.13	24-11-1890	0.67	19-7-1895
1.66	6.42	<u>16-12-1872</u>	0.93	4-5-1899
—	6.85	12- 3-1906	— 0.59	22-2-1885
—	5.40	12- 3-1906	1.12	16-1-1905
—	5.09	12- 3-1906	1.47	2-8-1901

*Jeubigny  
1872.*



POSTES MARÉGRAPHIQUES.	Quelques marées		
	FORTE MARÉE HAUTE.		FAIBLE
	COTE.	DATE.	COTE.
	m.		m.
Embouchure . . . . .			
Flessingue . . . . .	5.98	30-12-1904	2.17
Terneuzen . . . . .	6.18	30-12-1904	2.37
Hansweert . . . . .	6.34	30-12 1904	2.47
Bath . . . . .		(Les renseignements	
Lillo . . . . .	6.75	30-12-1904	2.73
Fort-Philippe . . . . .	6.75	30-12-1904	2.76
Anvers . . . . .	6.80	30-12-1904	2.72
Hemixem . . . . .	6.70	30-12-1904	2.80
Tolhuys . . . . .	6.66	30-12-1904	2.80
Thielrode . . . . .	—	—	—
Baesrode . . . . .	6.32	30-12-1904	2.67
Termonde . . . . .	5.98	30-12-1904	2.73
Wetteren . . . . .	5.10	8-3-1901	2.67
Gentbrugge. . . . .	5.50	16-4-1904	2.93
Tamise . . . . .	6.40	30-12-1904	2.74
Schoonaerde . . . . .	5.26	30-12-1904	2.67
Melle . . . . .	5.05	4-4-1907	2.85

exceptionnelles relevées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1901.

exceptionnelles relevées depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 1901.				
MARÉE HAUTE.	FORTE MARÉE BASSE.		FAIBLE MARÉE BASSE	
DATE.	COTE.	DATE.	COTE.	DATE.
	m.		m.	
2-2-1902	— 0.70	3-4-1904	2.71	28-1-1901
2-2-1902	— 0.77	3-4-1904	2.90	28-1-1901
2-2-1902	— 0.85	3-3-1904	2.97	28-1-1901
font défaut à partir de 1901.				
2-2-1902	— 0.60	23-1-1907	3.15	11-9-1903
2-2-1902	— 0.52	3-4-1904	3.21	11-9-1903
2-2-1902	— 0.54	23-1-1907	3.27	28-1-1901
15-1-1905	— 0.53	23-1-1907	3.10	11-9-1903
15-1-1905	— 0.55	23-1-1907	3.25	28-1-1901
—	—	—	—	—
16-1-1905	0.18	16-1-1905	3.12	11-9-1903
2-2-1902	1.10	25-2-1903	3.55	28-1-1901
16-1-1905	1.02	19-1-1902	4.33	18-2-1904
11-12-1902	1.21	23-9-1901	5.42	17-1-1904
15-1-1905	— 0.42	23-1-1907	3.18	11-9-1903
2-2-1902	1.34	1-11-1901	3.73	21-2-1907
16-1-1905	1.63	21-9-1904	4.68	17-1-1904

TABLEAU II.

---

AFFLUENTS DE L'ESCAUT MARITIME

---

**A moins d'indications contraires,  
les moyennes des cotes,  
des temps, des débits et des vitesses se rapportent  
à la période 1888-1895.**

---

**Les cotes sont rapportées au plan de comparaison  
du Dépôt de la Guerre.**

---

**Les heures sont comptées à partir de l'instant de la  
marée haute, à Flessingue.**

---

*(Annexe au mémoire du 25 août 1904.)*

POSTES D'OBSERVATION.		Distances intermediaires suivant l'axe des rivieres.	Distance du poste à l'embouchure de l'Iscaut mesurees suivant l'axe du fleuve et l'axe des rivieres.	COTE DE	
				marée haute moyenne.	marée basse moyenne.
		km.	km.	m.	m.
RUPEL . . .	Tolhuis . . . . .		91.750	4.70	0.50
	Rumpst . . . . .	11.474	103.224	4.69	1.20
	Sennegat. . . . .	1.177	104.401	4.70	1.41
DYLE. . . .	Malines (Pont Wincket). . . . .	5.878	110.279	4.75	2.49
	Rymenam . . . . .	10.138	120.417	4.93	4.23
	Haecht . . . . .	6.175	126.592	—	—
SENNE . . .	Sennegat. . . . .		104.401	4.70	1.41
	Hombeek. . . . .	6.795	111.196	4.91	3.17
	Sempst . . . . .	2.955	114.151	—	—
NËTHE INFÉRIEURE	Rumpst . . . . .		103.224	4.69	1.20
	Lierre (Barrage du Moll). . . . .	14.996	118.220	4.56	2.56
PETITE NËTHE.	Lierre (Confluent). . . . .	1.235	119.455	4.57	2.78
	Emblehem . . . . .	4.740	124.195	4.67	3.92
GRANDE NËTHE.	Lierre (Confluent). . . . .		119.455	4.57	2.78
	Boeckt . . . . .	6.866	126.321	4.70	4.52
	Gestel. . . . .	1.500	127.821	—	—
DURME . . .	Thielrode (Embouchure). . . . .		102.250	4.63	0.67
	Waesmunster . . . . .	10.825	113.075	4.55	1.17
	Dacknam (Pont) . . . . .	14.625	127.700	3.75	3.13
MOERVAERT .	Dacknam (Confluent). . . . .	0.600	128.300	3.75	3.13
	Moerbeke (Canal de Stekene) . . . . .	5.000	133.300	3.86	3.51
	Wachtebeke . . . . .	6.525	139.825	—	—
ZUIDLEEDE .	Dacknam (Confluent). . . . .		128.300	3.75	3.13
	Mendonck . . . . .	6.500	134.800	—	—
CANAL DE STEKENE	Moerbeke . . . . .		133.300	3.86	3.51
	Stekene . . . . .	5.500	138.800	—	—





POSTES D'OBSERVATION.		COTE DE		amplitude moyenne de la marée d'été 1891-1900.
		marée haute moyenne d'été 1891-1900.	marée basse moyenne d'été 1891-1900.	
RUPEL.	Tolhuis . . . . .	m. 4.65	m. 0.38	m. 4.27
	( Rumpst . . . . .	4.74	1.07	3.67
	Sennegat . . . . .	—	—	—
DYLE	( Malines (Pont Wincket) .	4.72	2.16	2.56
	Rymenam . . . . .	—	—	—
	Haecht . . . . .	—	—	—
	Sennegat . . . . .	—	—	—
SENNE	( Hombeek . . . . .	—	—	—
	Sempst . . . . .	—	—	—
NÈTHE INFÉRIEURE	( Rumpst . . . . .	4.74	1.07	3.67
	Lierre (Barrage du Moll). .	4.50	2.27	2.23
PETITE NÈTHE	( Lierre (Confluent) . . . .	—	—	—
	Emblehem . . . . .	—	—	—
GRANDE NÈTHE	( Lierre (Confluent) . . . .	—	—	—
	Boeckt . . . . .	—	—	—
	Gestel . . . . .	—	—	—
DURME.	Thielrode (Embouchure). .	—	—	—
	( Waesmunster . . . . .	4.59	0.99	3.60
	Dacknam (Pont) . . . . .	3.76	2.91	0.85
	Dacknam (Confluent). . .	—	—	—
MOERVAERT	( Moerbeke (Canal de Stekene) .	—	—	—
	Wachtebeke . . . . .	—	—	—
ZUIDLEEDE	( Dacknam (Confluent) . . .	—	—	—
	Mendonck . . . . .	—	—	—
CANAL DE STERENE	( Moerbeke . . . . .	—	—	—
	Stekene . . . . .	—	—	—

COTE DE		Amplitude moyenne de la marée en hiver 1891-1900.	Cote du niveau moyen de la marée ou de la mi-marée.	RETARD moyen		HEURE		HEURE de la mi-marée.	
marée haute moyenne d'hiver 1891-1900.	marée basse moyenne d'hiver 1891-1900.			de la M. H. sur la M. H. à Flessingue.	de la M. B. sur la M. B. à Flessingue.	de la marée haute.	de la marée basse.	au gagnant.	au perdant.
m.	m.	m.	m.	h.	h.	h.	h.	h.	h.
4.68	0.42	4.26	2.60	3.09	3.34	3.09	10.04	0.28	6.09
4.66	1.32	3.34	2.94	3.35	4.37	3.35	11.07	1.00	6.36
—	—	—	3.05	3.38	4.45	3.38	11.15	1.10	6.34
4.66	2.62	2.04	3.62	3.57	5.24	3.57	11.54	2.00	6.19
—	—	—	4.58	4.42	6.32	4.42	0.37	—	—
—	—	—	5.61	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3.05	3.38	4.45	3.38	11.15	1.10	6.34
—	—	—	4.04	4.00	5.33	4.00	12 03	—	—
—	—	—	5.70	—	—	—	—	—	—
4.66	1.32	3.34	2.94	3.35	4.37	3.35	11.07	1.00	6.36
4.59	2.78	1.81	3.56	4.39	6.46	4.39	0.51	2.32	7.20
—	—	—	3.57	4.44	6.57	4.44	1.02	2.44	7.21
—	—	—	4.29	5.14	9.01	5.14	3.06	—	—
—	—	—	3.67	4.44	6.57	4.44	1.02	2.44	7.21
—	—	—	4.61	5.41	10.06	5.41	4.11	—	—
—	—	—	4.93	—	—	—	—	—	—
—	—	—	2.65	3.30	4.13	3.30	10.43	0.49	6.25
4.39	1.27	3.12	2.86	3.59	5.00	3.59	11.30	1.18	6.53
3.76	3.37	0.39	3.44	5.20	7.55	5.20	2.00	3.39	8.02
—	—	—	3.44	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3.68	—	—	—	—	—	—
—	—	—	4.00	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3.44	—	—	—	—	—	—
—	—	—	4.00	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3.68	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3.95	—	—	—	—	—	—

POSTES D'OBSERVATION.		DURÉE MOYENNE		HEURE DE L'ÉTALE	
		DU GAGNANT.	DU PERDANT.	DE FLOT.	DE JUSANT.
		h.	h.	h.	h.
RUPEL	Tolhuis . . . . .	5.30	6.55	3.33	10.36
	Rumpst . . . . .	4.53	7.32	3.43	11.20
	Sennegat. . . . .	4.48	7.37	3.41	11.34
DYLE.	Malines (Pont Wincket).	4.28	7.57	3.36	1.09
	Rymenam	4.05	8.20	—	—
	Haecht . . . . .	—	—	—	—
SENNE	Sennegat.	4.48	7.37	3.41	11.34
	Hombeek.	4.22 <sub>4</sub>	8.03	—	—
	Sempst . . . . .	—	—	—	—
NÈTHE INFÉRIEURE	Rumpst . . . . .	4.33	7.32	3.56	11.20
	Lierre (Barrage du Moll).	3.48	8.37	4.49	1.50
PETITE NÈTHE.	Lierre (Confluent).	3.42	8.43	4.48	2.15
	Emblehem . . . . .	2.08	10.17	—	—
GRANDE NÈTHE.	Lierre (Confluent)	3.42	8.43	4.48	2.15
	Boeckt . . . . .	1.30	10.55	—	—
	Gestel. . . . .	—	—	—	—
DURME . . .	Thielrode (Embouchure).	5.12	7.13	3.47	11.07
	Waesmunster . . . . .	4.54	7.31	4.16	11.40
	Dacknam (Pont) . . . . .	3.20	9.05	5.24	2.17



LE	DURÉE		RETARD DE L'ÉTALE		DÉBIT SUPÉRIEUR par		DÉBIT TOTAL	
	DU FLOT.	DU JUSANT.	DE FLOT sur la marée haute.	DE JUSANT sur la marée basse.	SECONDE.	MARÉE.	DU FLOT.	DU JUSANT.
T.	h.	h.	h.	h.	m3	m3	m3	m3
6	5.22	7.03	0.24	0.32	37.0	1 653 900	9 764 460	11 418 360
0	4.48	7.37	0.08	0.13	24.5	1 095 150	1 289 130	2 384 280
4	4.32	7.53	0.03	0.09	16.5	737 550	608 490	1 346 040
9	2.27	9.58	0.21	1.40	16.5	737 550	139 776	877 326
	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4.32	7.53	0.03	0.19	8	357 600	520 080	877 680
	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
0	5.01	7.24	0.21	0.13	11	491 700	1 945 860	2 437 560
0	2.59	9.26	0.10	0.59	10	447 000	139 310	586 310
5	2.33	9.52	0.04	1.13	5	223 500	50 070	273 570
	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.33	9.52	0.04	1.13	5	223 500	49 900	273 400
	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.05	7.20	0.17	0.24	2	89 400	3 739 560	3 828 960
	5.01	7.24	0.17	0.10	1.5	67 050	1 072 830	1 139 880
	3.07	9.18	0.04	0.17	1	44 700	84 754	129 454

POSTES D'OBSERVATION.		DÉBIT MOYEN par seconde		DÉBIT MAXIMUM par seconde	
		DU FLOT.	DU JUSANT.	DU FLOT.	DU JUSANT.
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
RUPEL . . .	Tolhuis . . . . .	505.4	449.9	797.0	688.0
	Rumpst . . . . .	74.6	87.0	155.4	159.4
	Sennegat . . . . .	37.3	47.4	78.9	81.9
DYLE. . . .	Malines (Pont Wincket).	15.9	24.5	25.7	44.8
	Rymenam . . . . .	—	—	—	—
	Haecht . . . . .	—	—	—	—
SENNE . . .	Sennegat . . . . .	31.9	30.9	63.5	65.0
	Hombeek . . . . .	—	—	—	—
	Sempst . . . . .	—	—	—	—
NÈTHE INFÉRIEURE	Rumpst . . . . .	107.7	91.5	190.4	151.0
	Lierre (Barrage de Moll).	13.0	11.4	18.4	28.1
PETITE NÈTHE.	Lierre (Confluent) . . .	5.5	7.7	6.5	13.5
	Emblehem . . . . .	—	—	—	—
GRANDE NÈTHE.	Lierre (Confluent) . . .	5.4	7.7	8.8	12.2
	Boeckt . . . . .	—	—	—	—
	Gestel . . . . .	—	—	—	—
DURME . . .	Thielrode (Embouchure).	204.4	145.0	310.0	249.0
	Waesmunster . . . . .	59.4	42.8	95.5	83.2
	Dacknam (Pont) . . . .	7.6	3.9	11.7	8.0

HEURE DU BÉBIT MAXIMUM par seconde		VITESSE MOYENNE de propagation suivant l'axe de la rivière		VITESSE MOYENNE du courant pendant le		VITESSE MAXIMA du courant pendant le	
DU FLOT.	DU JUSANT.	DE LA MARÉE HAUTE.	DE LA MARÉE BASSE.	FLOT.	JUSANT.	FLOT.	JUSANT.
h.	h.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
1.37	4.52			0.631	0.696	0.700 0.818	0.780 0.800
2.17	4.51	7.35	3.04	0.378	0.553	0.746	0.775
2.19	5.20	6.54	2.45	0.251	0.440	0.500	0.578
2.24	5.27	5.16	2.51	0.308	0.729	0.490	0.880 0.885
—	—	3.75	2.48	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
2.45	4.40	5.15	2.36	0.290	0.341	0.223 0.435	0.470 0.355
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
2.04	5.23			0.412	0.476	0.663	0.561 0.550
3.52	5.44	3.91	1.94	0.163	0.317	0.210	0.363 0.341
3.50	5.32	3.91	1.94	0.154	0.400	0.205	0.410 0.492
—	—	2.63	0.64	—	—	—	—
4.11	6.13	2.01	0.60	0.180	0.467	0.254	0.587
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
1.50	5.15			0.499	0.401	0.712	0.592
2.27	5.28	6.22	3.84	0.409	0.378	0.590	0.516 0.396
3.24	6.06	2.01	1.39	0.288	0.146	0.490	0.245

POSTES D'OBSERVATION.		Heure de la vitesse maxima du courant pendant	
		LE FLOT.	LE JUSANT.
		h.	h.
RUPEL . . . . .	Tolhuis . . . . .	11.47	5.24
		1.30	9.15
	Rumpst . . . . .	2.05	5.06
DYLE . . . . .	Sennegat . . . . .	1 58	5.39
	Malines (Pont Wincket) . . . . .	2.07	7.34
			10.08
	Rymenam . . . . .	—	—
SENNE . . . . .	Haecht . . . . .	—	—
	Sennegat . . . . .	0.10	4.59
		2 24	9.53
	Hombeek . . . . .	—	—
NËTHE INFÉRIEURE . . . . .	Sempst . . . . .	—	—
	Rumpst . . . . .	4.53	5.35
	Lierre (Barrage du Moll) . . . . .	3.36	9.40
PETITE NËTHE . . . . .			6.19
	Lierre (Confluent) . . . . .	3.22	12.00
	Emblehem . . . . .	—	5.45
GRANDE NËTHE . . . . .			0.00
	Lierre (Confluent) . . . . .	3.55	0.23
	Boeckt . . . . .	—	—
	Gestel . . . . .	—	—
DURME . . . . .	Thielrode (Embouchure) . . . . .	4.34	5.25
	Waesmunster . . . . .	4.57	5.43
	Dacknam (Pont) . . . . .	5.07	10.03
			6.14



Vitesse minima du courant du flot (minimum compris entre deux maximums).		Vitesse minima du courant du jusant (minimum compris entre deux maximums).		VITESSE moyenne générale du courant pendant une marée.	Sections mouillées.		
VITESSE.	HEURE.	VITESSE.	HEURE.		A MARÉE HAUTE.	A MI-MARÉE.	A MARÉE BASSE.
m.	h.	m.	h.	m.	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
0.695	0.14	0.750	6.43	0.668	1132	740	380
—	—	—	—	0.485	241.5	161.2	95.0
—	—	—	—	0.371	190.3	118.8	59.8
—	—	0.870	8.54	0.646	76.7	46.9	20.8
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0.215	0.56	0.322	7.50	0.312	162.0	93.8	43.2
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.533	7.19	0.450	351.0	218.0	101.5
—	—	0.329	8.18	0.280	93.0	63.9	36.8
—	—	0.385	7.05	0.349	38.3	24.1	11.7
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0.408	36.8	23.3	10.3
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0.499	515.0	373.0	255.0
—	—	0.392	9.13	0.391	211.0	125.4	56.4
—	—	—	—	0.180	31.4	26.0	21.4

POSTES D'OBSERVATION.

RUPEL . . . . .	Tolhuis . . . . .
	Rumpst . . . . .
	Sennegat . . . . .
DYLE . . . . .	Malines (Pont Wincket) . . . . .
	Rymenam . . . . .
	Haecht. . . . .
	Sennegat . . . . .
SENNE . . . . .	Hombeek . . . . .
	Sempst . . . . .
	Rumpst . . . . .
NÈTHE INFÉRIEURE . . . . .	Lierre (Barrage du Moll) . . . . .
	Lierre (Confluent) . . . . .
PETITE NÈTHE . . . . .	Emblehem . . . . .
	Lierre Confluent) . . . . .
GRANDE NÈTHE . . . . .	Boeckt. . . . .
	Gestel . . . . .
	Thielrode (Embouchure). . . . .
DURME . . . . .	Waesmunster . . . . .
	Dacknam (Pont) . . . . .

Plus haute marée haute connue.		Plus basse marée basse connue.	
COTE.	DATE.	COTE.	DATE.
m.		m.	
7.03	12-3-1906	— 0.84	22- 2-1885
6.66	12-3-1906	— 0.18	9-12-1893
6.50	12-3-1906	0.70	21-10-1875
6.02	12-3-1906	1.00	22- 9-1876
7.48	16-5-1906	4.26	6-11-1906
—	—	—	—
6.50	12-3-1906	0.65	24- 5-1881
7.19	19-1-1886	2.60	—
—	—	—	—
6.66	12-3-1906	— 0.18	9-12-1893
6.00	9-9-1891	1.50	22- 9-1901
—	—	—	—
5.82	—	2.90	22-12-1906
—	—	—	—
5.89	—	3 03	—
—	—	—	—
—	—	—	—
5.90	25-9-1889	0.05	28- 9-1890
4.64	1-2-1881	1.96	10- 1-1889

POSTES D'OBSERVATION.		QUELQUES MARÉES	
		Forte marée haute.	
		COTE	DATE.
RUPEL . . . . .	Tolhuis . . . . .	6.66	30-12-1904
	Rumpst . . . . .	6.49	30-12-1904
	Sennegat . . . . .	—	—
DYLE . . . . .	Malines (Pont Wincket) . . . . .	5.96	30-12-1904
	Rymenam . . . . .	—	—
	Haecht . . . . .	—	—
SENNE . . . . .	Sennegat . . . . .	—	—
	Hombeek . . . . .	—	—
	Sempst . . . . .	—	—
NÈTHE INFÉRIEURE . . . . .	Rumpst . . . . .	6.49	30-12-1904
	Lierre (Barrage du Moll) . . . . .	5.54	30-1-1907
PETITE NÈTHE . . . . .	Lierre (Confluent) . . . . .	—	—
	Emblehem . . . . .	—	—
GRANDE NÈTHE . . . . .	Lierre (Confluent) . . . . .	—	—
	Boeckt. . . . .	—	—
	Gestel . . . . .	—	—
DURME . . . . .	Thielrode (Embouchure). . . . .	—	—
	Wacsmunster . . . . .	5.70	10-10-1903
	Dacknam (Pont). . . . .	4.20	30-4-1903



**EXCEPTIONNELLES RELEVÉES DEPUIS LE 1<sup>er</sup> JANVIER 1901**

Forte marée basse.		Faible marée haute.		Faible marée basse.	
COTE.	DATE.	COTE.	DATE.	COTE.	DATE.
m.		m.		m.	
2.80	15-1-1905	0.55	23-1-1907	3.25	28-1-1901
2.83	2-2-1902	0.50	21-5-1904	3.25	28-1-1901
—	—	—	—	—	—
2.87	15-1-1905	1.69	22-9-1901	4.16	28-4-1903
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
2.83	2-2-1902	0.50	21-5-1904	3.25	28-1-1901
2.62	16-1-1905	1.79	19-9-1904	4.22	30-4-1903
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
2.80	2-2-1902	0.64	16-1-1905	3.11	11-9-1903
2.90	13-5-1901	2.00	5-9-1901	4.00	15-4-1901

TABLEAU III.

---

BRAS DE L'ESTUAIRE DE L'ESCAUT MARITIME

---

PÉRIODE 1888 - 1895

---

*(Annexe au mémoire du 25 août 1904.)*

BRAS DE L'ESTUAIRE de L'ESCAUT.	POSTES.	DISTANCES intermédiaires suivant l'axe des bras.	COTE DE		AMPLITUDE moyenne de la marée.
			marée haute moyenne.	marée basse moyenne.	
Escaut oriental.	1500 <sup>m</sup> en amont de Bath.	m.	m.	m.	m.
	Woensdrecht.	4000	4.56	0.14	4.42
Terre submer- gée de Saaftinge	3450 <sup>m</sup> en aval de Bath.	2625	4.47	0.11	4.36
	Kieldrecht.		4.76	(2.66 fond)	—
Hellegat.	6500 <sup>m</sup> en amont de Terneuzen.	1600	4.21	0.17	4.04
	Boschkappelle.		4.21	0.17	4.04
Braakman.	4500 <sup>m</sup> en aval de Terneuzen.	9750	4.14	0.26	3.88
	Philippine.		4.31	(2.78 fond)	—
Sloe.	5000 <sup>m</sup> en amont de Flessingue.	6500	4.07	0.32	3.75
	Zuidkraaijert.		4.25	0.34	3.91

RETARD MOYEN DE LA		DURÉE MOYENNE		COTE du niveau moyen de la marée ou de la demi-marée.	<i>Observations.</i>
marée haute sur la marée haute à Flessingue.	marée basse sur la marée basse à Flessingue.	du gagnant.	du perdant.		
h. 1.48	h. 1.39	h. 6.04	h. 6.21	m. 2.35	<p>(*) Aux environs de la marée basse une écluse d'évacuation est généralement ouverte, et le niveau se maintient approximativement à 1<sup>m</sup>94 en moyenne.</p> <p><i>N. B.</i> — Les cotes sont rapportées au zéro du Dépôt de la Guerre.</p> <p>Les heures sont comptées à partir de l'instant de la marée haute à Flessingue.</p>
1.48	—	—	—	(3.24)	
1.40	1.29	6.06	6.19	2.29	
1.32	—	—	—	—	
0.52	0.48	5.59	6.26	2.19	
0.52	0.48	5.59	6.26	2.19	
0.26	0.26	5.55	6.30	2.20	
0.36	—	—	—	—	
0.09	0.09	5.55	6.30	2.20	
0.05	0.15	5.45	6.40	2.30	



TABLEAU IV.

MARÉE DES 8 - 9 AVRIL 1890

Fortes cotes avec assez fortes amplitudes.

*N. B.* — Les cotes sont rapportées au Zéro du Dépôt de la Guerre.  
Les heures sont celles du méridien de Bruxelles.  
m. = matin, s. = soir.

*(Annexe au mémoire du 25 août 1904.)*

RIVIÈRES.	POSTES D'OBSERVATION.	MARÉE BASSE.		DÉBITS TOTAUX DU 1 <sup>er</sup> FLOT.
		Cote.	Heure.	
		m.		m <sup>3</sup> .
Escaut maritime	Flessingue . . . . .	1,52	9 avril 9-04 s.	1 587 454 500
	Terneuzen . . . . .	1,19	9-47	894 685 200
	Hansweert . . . . .	1,07	10-15	588 153 900
	Bath . . . . .	1,05	10-50	256 754 200
	Lillo . . . . .	1,02	11-19	104 480 900
	Fort-Philippe . . . . .	1,14	11-50	85 978 200
	Anvers (Kattendijk) . . . . .	1,22	11-44	67 808 500
	Hemixem . . . . .	1,25	9 avril 0-29m.	49 227 500
	Tolhuis . . . . .	1,25	0-29	46 004 200
	Thielrode (ancien marégraphe) . . . . .	1,55	1-06	19 550 500
	Baesrode . . . . .	1,85	1-44	6 801 000
	Termonde . . . . .	2,57	2-18	5 715 000
	Wetteren . . . . .	3,27	4-01	497 700
Rupel . . . . .	Tolhuis . . . . .	1,25	0-29	12 545 900
Dyle inférieure . . . . .	Rumpst . . . . .	1,71	1-24	1 676 000
	Malines . . . . .	2,44	2 05	180 200
Senne . . . . .	Sennegat . . . . .	—	—	593 500
Nèthe inférieure	Rumpst . . . . .	1,71	1-24	2 818 900
	Lierre (Moll) . . . . .	2,76	3-06	226 900
Petite Nèthe . . . . .	Lierre (confluent des Nèthes) . . . . .	—	—	85 100
Grande Nèthe . . . . .	Lierre (confluent des Nèthes) . . . . .	—	—	86 100
	Thielrode (embouchure) . . . . .	—	—	4 784 900
Durme . . . . .	Waesmunster . . . . .	1,76	1-46	1 504 600
	Dacknam . . . . .	3,33	4 05	100 500

MARÉE HAUTE.		DEBITS TOTAUX DU JUSANT.	MARÉE BASSE.		DEBITS TOTAUX DU 2 <sup>me</sup> FLOT.	MARÉE HAUTE.	
Cote.	Heure.		Cote.	Heure.		Cote.	Heure.
m.		m <sup>3</sup> .	m.		m <sup>3</sup> .	m.	
5,25	9 avril 3 31m.	1 478 077 800	0,95	9 avril 9 53m.	1 273 603 700	4,87	9 avril 3-56 s.
5,47	4-29	948 126 100	0,85	10-39	823 944 800	4,98	4-38
5,52	4 59	617 020 560	0,72	11-01	533 807 600	4,96	5-12
5,90	5-54	248 050 600	0,72	11-40	215 053 000	5,58	5 41
5,90	5 48	110 494 500	0 81	0 10 s.	94 236 000	5,41	5-58
5 90	5-57	88 677 400	0,94	0-25	74 906 800	5,45	6-02
6,00	6-04	71 579 800	1,09	0 42	59 674 700	5,50	6 14
5,84	6-58	52 142 700	1,21	1 26	43 014 100	5,44	6-46
5,90	6-49	48 982 100	1,22	1-50	40 154 100	5,48	7-10
5,80	7-02	20 874 700	1,53	2-01	17 378 000	5,40	7-16
5,52	7-47	7 948 800	1,95	2-47	6 256 700	5,51	7-40
4,97	7-58	4 540 400	2,62	3-12	3 243 200	5,10	8-18
4,89	9-40	1 546 800	3,66	3 27	550 600	4,90	10-10
5,90	6 49	15 578 700	1,22	1-50	10 252 600	5,48	7 10
5,72	7-14	2 661 000	1,95	2-26	1 297 200	5,33	7-31
5,62	7-53	885 600	3,05	3-24	124 500	5 41	7-37
—	—	958 400	—	—	438 000	—	—
5,72	7-14	3 211 300	1,93	2-26	2 282 400	5,33	7 31
5 41	8-06	697 300	3,08	4-02	143 300	5,11	8-16
—	—	516 700	—	—	40 500	—	—
—	—	523 800	—	—	60 200	—	—
—	—	4 594 200	—	—	3 869 700	—	—
5,60	7-41	1 462 400	1,98	3-05	1 255 900	5,31	7-51
4,01	8 51	125 400	3,50	3-11	71 500	3,97	9 02

TABLEAU V.

== MARÉE DES 8 - 9 OCTOBRE 1890 ==

Faibles cotes avec très faibles amplitudes.

*N. B.* — Les cotes sont rapportées au Zéro du Dépôt de la Guerre.  
Les heures sont celles du méridien de Bruxelles.  
m. = matin, s. = soir.

(Annexe au mémoire du 25 août 1904.)



RIVIÈRES.	POSTES D'OBSERVATION.	MARÉE BASSE.		DÉBITS TOTAUX DU 1 <sup>er</sup> FLOT.
		Cote.	Heure.	
		m.	8 octobre 2-34 m.	m <sup>3</sup> .
	Flessingue . . . . .	1,40		629 839 700
	Terneuzen . . . . .	1,26	3-33	418 679 200
	Hansweert . . . . .	1,15	3-51	272 888 300
	Bath . . . . .	1,07	4-20	110 573 600
	Lillo . . . . .	1,11	4-32	57 982 800
	Fort-Philippe . . . . .	1,11	3-06	48 266 000
<b>Escaut maritime.</b>	Anvers (Kattendijk) . . . . .	1,11	5-28	39 714 500
	Hemixem . . . . .	1,02	5-52	29 033 600
	Tolhuis . . . . .	0,92	6-11	27 137 500
	Thielrode (ancien marégraphe) . . . . .	1,11	6-59	12 326 200
	Baesrode . . . . .	1,52	7-22	4 867 200
	Termonde . . . . .	1,77	7-37	2 820 200
	Wetteren . . . . .	2,31	9-43	363 300
<b>Rupel . . . . .</b>	Tolhuis . . . . .	0,92	6 11	7 041 300
<b>Dyle inférieure</b>	Rumpst . . . . .	1,30	7-03	726 000
	Malines . . . . .	2,03	7-19	63 200
<b>Senne . . . . .</b>	Sennegat . . . . .	—	—	223 800
	Rumpst . . . . .	1,30	7-03	1 314 100
<b>Nèthe inférieure.</b>	Lierre (Moll) . . . . .	2,14	8-44	89 800
<b>Petite Nèthe . . . . .</b>	Lierre (confluent des Nèthes) . . . . .	—	—	27 700
<b>Grande Nèthe . . . . .</b>	Lierre (confluent des Nèthes) . . . . .	—	—	29 400
	Thielrode (embouchure) . . . . .	—	—	2 656 400
<b>Durme . . . . .</b>	Waesmunster . . . . .	1,18	7-20	872 500
	Dacknam . . . . .	2,91	10-15	88 000

MARÉE HAUTE.		DÉBITS TOTAUX DU JUSANT.	MARÉE BASSE.		DÉBITS TOTAUX DU 2 <sup>me</sup> FLOT.	MARÉE BASSE.	
Cote.	Heure.		Cote.	Heure		Cote	Heure
m.		m <sup>3</sup> .	m		m <sup>3</sup> .	m.	
5,12	8 octobre 9-21 m.	875 387 400	0,48	8 octobre 5-57 s.	884 970 700	5,21	8 octobre 10-22 s.
5,29	9 56	570 577 400	0,37	4-29	581 235 500	5,59	10-51
5,40	10-24	538 363 400	0,23	4-52	567 527 600	5 49	11-26
5,54	10-57	145 525 700	0,22	5-25	145 072 900	5,69	9 octobre 0-05 m.
5,70	11-07	79 509 600	0,28	5-51	76 204 800	5 85	0-13
5 75	11-17	66 646 500	0,22	6-12	61 815 500	5,87	0-50
5,82	11-26	52 759 700	0,52	6-51	49 980 600	5 90	0-37
5,75	11-48	59 295 700	0,25	7-05	55 594 100	5,81	0-58
5,72	0-04 s.	56 865 500	0,18	7-16	55 126 800	5,74	1-14
5,80	0-16	17 475 900	0,42	7-51	15 268 700	5,86	1-35
5,77	0-40	8 125 100	0,78	8-39	6 071 600	5,80	1-42
4,05	1-05	4 944 500	1,51	9-14	5 598 900	5,91	2-26
5,61	2-45	1 506 400	1,90	11-20	571 700	5,45	4-12
3,72	0-04	9 545 400	0,18	7-16	8 002 100	5,74	1-14
3,90	0-24	1 954 500	0 88	8-25	877 900	5,94	1-44
3,99	0-55	811 700	2,05	9-47	58 700	4,04	1-57
—	—	615 700	—	—	282 900	—	—
5,90	0-24	2 221 100	0,88	8-25	1 755 100	5,94	1-44
5,84	1-14	550 800	1,99	10-51	124 500	5 84	2-58
—	—	232 200	—	—	45 500	—	—
—	—	259 700	—	—	42 700	—	—
—	—	5 216 700	—	—	5 141 500	—	—
3,81	0-48	1 080 100	0,67	8-45	1 000 200	5,81	2-05
5,55	1-54	151 500	2,77	9 octobre 0-24 m	94 600	5,46	5-25

# PROCÈS-VERBAL

DE LA

CONFÉRENCE TENUE LE 17 JUILLET 1905

*dans les locaux des services maritimes  
de l'État, à Anvers, sous la présidence de M. le Ministre  
des Finances et des Travaux publics.*

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA

Conférence tenue, le 17 juillet 1905, dans les locaux des services maritimes  
de l'État, à Anvers, sous la présidence  
de M. le Ministre des Finances et des Travaux publics.

Sont présents :

**MM. TROOST**, directeur général des Ponts et Chaussées ;

**PIERROT**, ingénieur en chef directeur des Ponts et Chaussées, chargé  
du service spécial de l'Escaut maritime ;

**ROCHET**, ingénieur en chef directeur du service de l'hydrographie ;

**VANDENKERCKHOVE**, directeur du service du pilotage.

M. le Ministre dit qu'il a provoqué la conférence aux fins de faire constater officiellement les conditions dans lesquelles les grands navires des lignes régulières sur Anvers effectuent le trajet entre le bateau-feu du « Wandelaar » (passe des Wielingen) et le « Kruischans ».

MM. Pierrot et Rochet rappellent que les observations faites sur l'Escaut de 1891 à 1900 par l'administration du Waterstaat et par le service spécial de l'Escaut ont été coordonnées et résumées par ce dernier service ; en se basant sur les résultats de ce travail et sur les observations et les sondages effectués dans la mer du Nord par le service belge de l'hydrographie, ils ont dressé le tableau suivant (1) qui donne, pour le parcours du Wandelaar à Anvers, les distances en kilomètres et en milles marins, les hauteurs des marées et la durée de la propagation de la marée haute :

(1) Voir aussi le diagramme après la page 217.



	DISTANCES MESURÉES suivant LE THALWEG		NIVEAU DE LA MARÉE		DURÉE DE LA PROPAGATION de la marée haute	OBSERVATIONS.
	kilom.	milles	basse moyenne	haute moyenne		
Wandelaar . . .			0,21	4,05		Les cotes de marée basse et de marée haute ainsi que la durée de propagation de la marée résultent d'observations directes, sauf pour ce qui concerne le Wandelaar et le Kruisschans, où ces données ont été obtenues les premières par interpolation entre les chiffres relatifs à Ostende et à Flessingue, les secondes par interpolation entre les chiffres relatifs à Lillo et à Fort Philippe. Les cotes se rapportent au plan de comparaison du nivellement du dépôt de la Guerre.
Flessingue . . .	59	21	0,57	4 05	38'	
Bath . . . . .	59	51,9	0,15	4,54	2 h. 3'	
Lillo . . . . .	12	6,5	0,28	4,70		
Kruisschans . .	5	1,6	0,50	4,71	4'	
Fort Philippe .	4,4	2,4	0,55	4,72	7'	
Anvers . . . . .	7,4	4	0,57	4,76	10'	

La durée de la propagation de la marée haute du Wandelaar au Kruisschans est donc de  $38' + 2 \text{ h. } 3' + 4' = 2 \text{ h. } 45'$ .

La carte hydrographique de 1901 accuse au Wandelaar une profondeur minima de 9<sup>m</sup>10 sous le zéro du nivellement du dépôt de la Guerre, soit de  $9^{\text{m}}10 \mp 0^{\text{m}}21 = 9^{\text{m}}31$  sous marée basse moyenne.

D'après M. Vandekerckhove, un navire de 9 mètres de tirant d'eau, ayant une vitesse propre de 15 milles, avance avec le flot à raison de 17 milles à l'heure; il fait donc le trajet du Wandelaar à Flessingue en 1 h. 15'.

De Flessingue au Kruisschans, le navire conserve la même allure; toutefois, il ralentit sa marche : à Flessingue pour changer de pilote, au droit de l'épi de Walsoorden et dans la courbe de Bath; de ce chef, il convient de ramener sa vitesse moyenne à 15 milles, ce qui équivaut à 2 h. 40' pour la durée du trajet de Flessingue au Kruisschans. Pour remonter du Wandelaar au Kruisschans, le navire met donc  $1 \text{ h. } 15' + 2 \text{ h. } 40' = 3 \text{ h. } 55'$ .

D'après M. Vandenkerckhove, le navire envisagé (9 mètres de tirant d'eau) peut, par tout temps, passer au Wandelaar deux à trois heures après marée basse.

Sont introduits :

MM. de Bary et Grote, armateurs et représentants du Norddeutscher Lloyd, accompagnés de M. Brunst, capitaine d'armement de cette société, et de M. von Bardeleben, capitaine du SS. *Bonn* (N. D. L.);

M. Schwenn, de la firme Aug. Bulcke et C<sup>e</sup>, armateurs et représentants de la Compagnie Hamburg-America, accompagné de M. Warman, capitaine du SS. *Ibis*, et de M. Boyle, capitaine du SS. *Otto*;

M. Strasser, directeur de la Red Star Line.

M. le Ministre ayant exposé à ces messieurs le but de la réunion, M. le capitaine Brunst prend la parole et dit qu'un grand navire ayant une vitesse propre de 15 nœuds et marchant avec le flot, monte du Wandelaar à Flessingue en une heure quinze minutes ; que, de Flessingue au Kruisschans, il met deux heures et demie, c'est-à-dire qu'il remonte l'Escaut à raison d'une vitesse moyenne de 15 milles (28 kilom.) à l'heure. La durée du trajet du Wandelaar à Kruisschans est donc de quatre heures, en y comprenant l'arrêt de quinze minutes à Flessingue, nécessité par le changement de pilote.

M. le Ministre fait remarquer que la durée de la propagation de la marée haute entre le Wandelaar et le Kruisschans est de deux heures quarante-cinq minutes et qu'il résulte, par conséquent, tant des déclarations de M. Vandenkerckhove que de celles de M. Brunst, qu'en remontant avec le flot du Wandelaar au Kruisschans, un navire animé d'une vitesse propre de 15 nœuds ne perd pas plus d'une heure et quart sur la marée.

M. le capitaine Brunst confirme cette conclusion et déclare qu'un navire calant 9 mètres d'eau peut passer au Wandelaar trois heures avant marée haute et arriver au Kruisschans deux heures avant marée haute.

Il ajoute qu'un navire calant 10 mètres pourrait passer au Wandelaar deux heures avant marée haute et arriver au Kruisschans une heure avant marée haute.

**MM.** les armateurs et capitaines confirment les déclarations de **M.** le capitaine Brunst. Ils sont unanimes à dire qu'un navire d'une vitesse propre de 13 nœuds et marchant avec le flot peut, normalement, franchir la distance Flessingue-Anvers en trois heures et demie, dont une heure environ pour le trajet Lillo-Anvers, plus difficile, à raison des sinuosités, que celui de Flessingue-Lillo. Ils ajoutent que, lorsque ce temps de trois heures et demie est dépassé, c'est souvent à raison de ce que le navire a dû ralentir sa marche de manière à ne pas franchir les seuils du fleuve avant que la marée y ait amené un mouillage suffisant.

En ce qui concerne la hauteur d'eau nécessaire sous la quille des grands navires, **MM.** les armateurs et capitaines sont d'avis qu'au Wandelaar il suffit d'avoir :

2 à 3 pieds (0<sup>m</sup>61 à 0<sup>m</sup>91) par temps calme, et

6 pieds (1<sup>m</sup>83) par grosse mer.

Ils font remarquer que, par gros temps, le vent souffle du large et relève le niveau des marées dans les Wielingen de manière à fournir le mouillage supplémentaire de 3 à 4 pieds nécessaire à la navigation.

**M.** le Ministre ayant demandé à **MM.** les armateurs et capitaines leur avis sur l'orientation de l'écluse projetée au Kruisschans, ces messieurs expriment la conviction que les grands navires de 700 pieds (213 mètres) de longueur et plus ne pourraient, sans courir de gros risques, s'engager dans une écluse dirigée normalement au fleuve : au moment de pénétrer dans cette écluse, ils seraient pris en travers par le courant et mis dans l'impossibilité de se diriger même avec l'aide des plus puissants remorqueurs. Pour éviter ces difficultés, il faut que l'écluse soit orientée sensiblement dans la direction du fleuve; le dispositif prévu au projet du Gouvernement est donc celui qui convient le mieux pour embouquer le chenal tant de flot que de jusant. L'entrée et la sortie de l'écluse seront grandement facilitées par le mur de quai prévu le long de la rive droite du chenal et le long de la rive de l'Escaut formant son prolongement en aval. Ce mur sera garni d'une charpente sur laquelle les navires pourront s'appuyer et de bornes auxquelles ils pourront s'amarrer en cas de besoin.

**MM.** les armateurs et capitaines pensent que la profondeur de 8<sup>m</sup>00 sous marée basse du seuil de l'écluse est largement suffisante pour que les navires calant 10<sup>m</sup>00 puissent écluser pendant au moins deux heures par marée. Ils estiment que l'éclusage pourra se faire par

marée descendante aussi longtemps que la hauteur d'eau disponible sous la quille du navire atteindra 1 mètre.

M. le capitaine Boyle ne partage pas entièrement l'avis de ses collègues, en ce qui concerne le tracé du chenal d'accès à l'écluse; il voudrait lui voir donner une forme courbe, afin que les navires faisant l'écluse par tempête de N.-W. trouvent un abri dans le chenal. Après discussion, M. le capitaine Boyle reste seul de son avis.

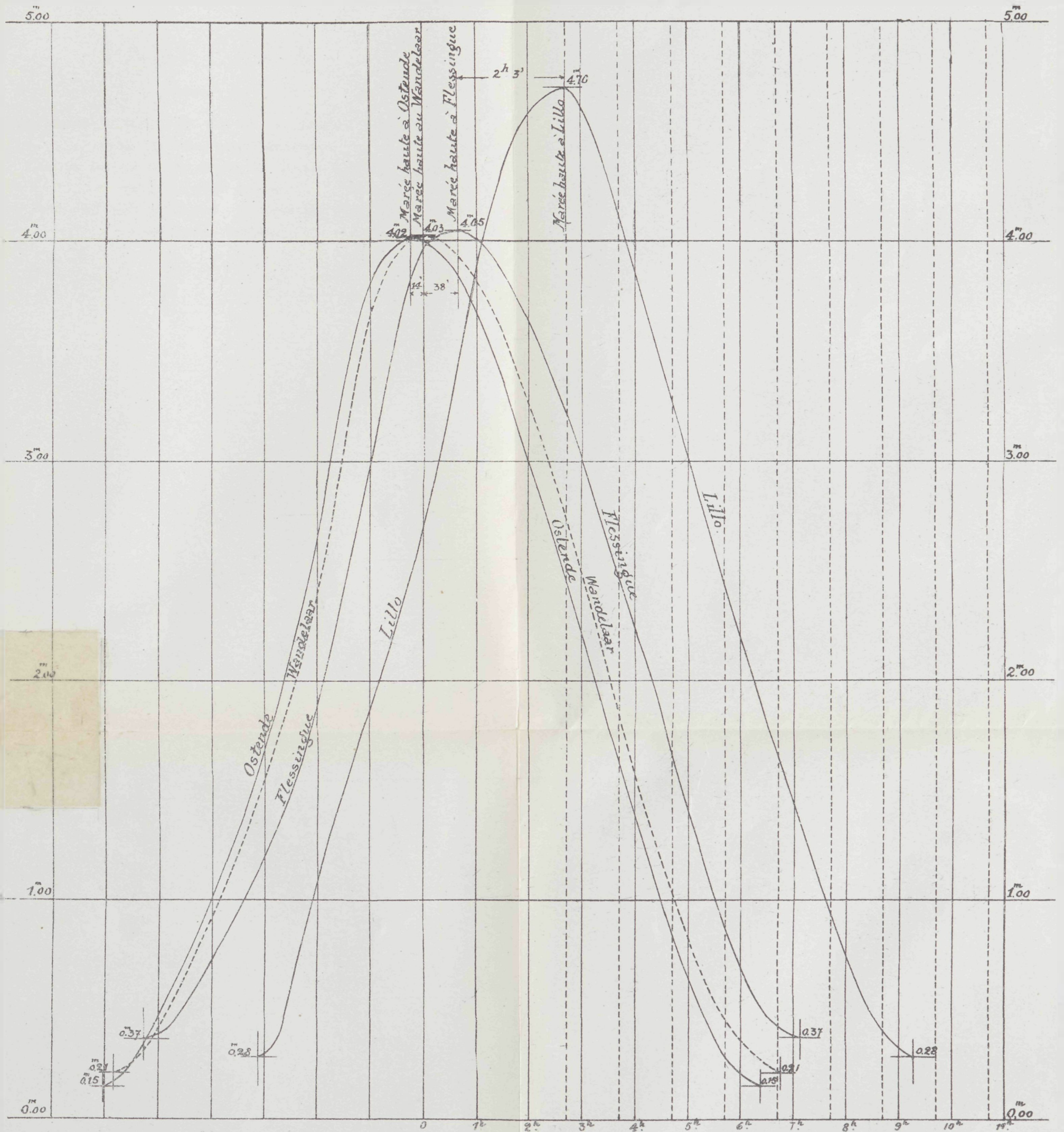
M. le directeur général Troost, se basant sur les indications de la carte hydrographique de la mer du Nord, estime que, moyennant des dragages relativement peu importants, on pourrait donner et entretenir aux Wielingen un mouillage de 10<sup>m</sup>00 à marée basse de vives eaux et que, dès lors, les navires calant 11<sup>m</sup>00 franchiraient cette passe dans les mêmes conditions que pourraient le faire actuellement les navires d'un tirant d'eau de 10<sup>m</sup>00. MM. les armateurs et capitaines admettent que, dans ce cas, les navires de 11<sup>m</sup>00, montant avec le flot, disposeraient de deux heures pour l'éclusage.

Les navires calant 9<sup>m</sup>00 et 10<sup>m</sup>00 pourraient franchir les Wielingen une heure plus tôt qu'aujourd'hui.

La séance est levée à 12 h. 30 m.

TROOST, PIERROT, ROCHET, VANDENKERCKHOVE,  
STRASSER, DE BARY, GROTE, SCHWENN, BRUNST,  
VON BARDELEBEN, WARMAN, BOYLE, C<sup>te</sup> DE  
SMET DE NAEYER.





Echelles :

Hauteurs : 0.05 par mètre.

Temps : 12 $\frac{1}{2}$  par heure.

# TABLEAUX

INDIQUANT LE

**Rapport entre le débit du flot et la capacité comprise  
entre les lieux géométriques  
de la marée haute et de la marée basse  
pour un point donné :**

**1° Pour l'Escaut maritime ; 2° Pour les affluents  
de l'Escaut maritime.**



TABLEAU N° 1.

RIVIÈRES OU PARTIES DE RIVIÈRES.	LONGUEURS.
Escaut, de Gentbrugge à Melle . . . . .	8,645
Escaut, de Melle à Wetteren . . . . .	6,085
Escaut, à Wetteren . . . . .	14,730
Escaut, de Wetteren à Schoonaerde . . . . .	12,350
Escaut, de Schoonaerde à Termonde . . . . .	10,650
Escaut, de Wetteren à Termonde . . . . .	22,960
Escaut, à Termonde . . . . .	37,690
Escaut, de Termonde à Baesrode . . . . .	10,750
Escaut, a Baesrode . . . . .	48,440
Escaut, de Baesrode à Thielrode (a. m.) . . . . .	9,870
Durme et affluents (voir tableau 2) . . . . .	—
Escaut et affluents, à Thielrode (a. m.) . . . . .	—
Escaut, de Thielrode (a. m.) à Tamise (n. m.) . . . . .	2,980
Escaut, de Tamise (n. m.) à Tolhuis . . . . .	6,520
Escaut, de Thielrode (a. m.) à Tolhuis . . . . .	9,500
Rupel et affluents (voir tableau 2) . . . . .	—
Escaut et affluents, à Tolhuis (embouchure du Rupel) . . . . .	—
Escaut, de Tolhuis à Hemixem . . . . .	2,625
Escaut et affluents, à Hemixem . . . . .	—
Escaut, de Hemixem à Anvers (Kattendyk) . . . . .	12,375
Escaut et affluents, à Anvers (Kattendyk) . . . . .	—
Escaut, de Baesrode à Thielrode (embouchure de la Durme) . . . . .	8,870
Escaut, de Thielrode (embouchure de la Durme) à Thielrode (a. m.) . . . . .	1,000
Escaut et affluents, à Thielrode (embouchure de la Durme) . . . . .	—
Escaut, de l'embouchure de la Durme à l'embouchure du Rupel . . . . .	10,500
Escaut, de l'embouchure du Rupel à Anvers (Kattendyk) . . . . .	15,000

(a. m.) = ancien marégraphe ; (n. m.) = nouveau marégraphe.

**MARITIME**

Capacités comprises entre les lieux géométriques de la marée haute et de la marée basse		DÉBIT TOTAL DU FLOT.	RAPPORT du débit du flot à la capacité.	RAPPORT du débit supérieur total au débit total du flot.
PAR TRONÇON.	TOTALES.			
455,545	—	—	—	—
402,092	—	—	—	—
—	857,637	439,555	0.51	2.59
1,409,765	—	—	—	—
2,295,825	—	—	—	—
3,703,590	—	—	—	—
—	4,561,227	3,489,960	0.76	0.54
5,661,875	—	—	—	—
—	8,225,102	6,224,000	0.76	0.25
8,081,855	—	—	—	—
—	3,997,200	3,759,560	0.94	0.02
—	20,502,157	16,841,760	0.83	0.11
3,294,050	—	—	—	—
9,437,425	—	—	—	—
12,751,475	—	—	—	—
—	10,952,559	9,764,460	0.89	0.17
—	43,986,171	38,455,400	0.87	0.09
5,562,000	—	—	—	—
—	47,548,171	41,755,250	0.88	0.09
22,299,750	—	—	—	—
—	69,647,921	59,541,900	0.85	0.06
7,086,500	—	—	—	—
995,555	—	—	—	—
—	19,506,602	15,900,000 (*)	0.82	0.11
13,727,050	—	—	—	—
25,661,750	—	—	—	—

(\*) Chiffre calculé par interpolation graphique.



TABLEAU N° 2.

RIVIÈRES OU PARTIES DE RIVIÈRES.	LONGUEURS.
Canaux affluents de la Durme, à Dacknam . . . . .	—
Durme, de Dacknam à Waesmunster. . . . .	14,623
Durme et affluents, à Waesmunster . . . . .	—
Durme, de Waesmunster à Thielrode (embouchure) . . . . .	10,823
Durme et affluents, à Thielrode (embouchure). . . . .	—
Grande Nèthe, de Gestel à Boeckt . . . . .	1,500
Grande Nèthe, de Boeckt au confluent . . . . .	6,866
Grande Nèthe . . . . .	8,366
Petite Nèthe (au confluent). . . . .	4,740
Petite Nèthe, du confluent au barrage du Moll. . . . .	1,235
Nèthe inférieure et affluents (au barrage du Moll) . . . . .	—
Nèthe inférieure, de Lierre (Moll) à Duffel (pont-rails) . . . . .	8,095
Nèthe inférieure, de Duffel (pont-rails) à l'embouchure . . . . .	6,901
Nèthe inférieure et affluents . . . . .	—
Dyle, de Haecht à Rymenam . . . . .	6,175
Dyle, de Rymenam à Malines (pont Wincket) . . . . .	10,138
Dyle, à Malines . . . . .	16,313
Dyle, de Malines à Sennegat . . . . .	5,878
Dyle, à Sennegat . . . . .	22,191
Senne, de Sempst à Hombeek . . . . .	2,955
Senne, de Hombeek à Sennegat . . . . .	6,793
Senne, à Sennegat . . . . .	9,750
Dyle, de Sennegat à l'embouchure . . . . .	1,177
Dyle et affluents . . . . .	—
Rupel, de Rumpst à Boom (pont-rails) . . . . .	5,414
Rupel, de Boom (pont-rails) à l'embouchure. . . . .	6,060
Rupel et affluents. . . . .	—

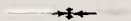
## L'ESCAUT MARITIME

Capacités comprises entre les lieux géométriques de la marée haute et de la marée basse		DÉBIT TOTAL DU FLOT.	RAPPORT du débit du flot à la capacité.	RAPPORT du débit supérieur total au débit total du flot.
PAR TRONÇON.	TOTALES.			
—	96,000	84,784	0.88	0.55
1,104,575	—	—	—	—
—	1,200,575	1,072,850	0.89	0.06
2,796,625	—	—	—	—
—	3,997,200	3,739,560	0.94	0.02
1,675	—	—	—	—
109,511	—	—	—	—
—	110,986	49,900	0.45	4.48
—	107,171	50,070	0.47	4.46
48,457	—	—	—	—
—	266,614	159,510	0.52	3.21
715,627	—	—	—	—
1,546,372	—	—	—	—
—	2,528,613	1,945,860	0.84	0.25
26,157	—	—	—	—
511,150	—	—	—	—
—	537,507	159,776	0.41	5.28
542,461	—	—	—	—
—	879,768	608,490	0.69	1.21
50,829	—	—	—	—
607,548	—	—	—	—
—	658,377	520,080	0.79	0.69
182,884	—	—	—	—
—	1,721,029	1,289,150	0.75	0.85
2,954,182	—	—	—	—
3,968,715	—	—	—	—
—	10,952,559	9,764,460	0.89	0.17

# DIAGRAMMES

RELATIFS

**au nombre et au tirant d'eau des navires entrés au port  
d'Anvers en 1894 et en 1906.**





## Diagramme I

indiquant le nombre des navires entrés au port d'Anvers et classés d'après leur Tirant d'eau

----- en 1894.

— en 1906.

Echelle: 0<sup>m</sup>001 par navire.

Nombre total de navires entrés  $\left\{ \begin{array}{l} \text{en 1894 : 4642} \\ \text{en 1906 : 6486} \end{array} \right.$  rapport  $\frac{4642}{6486} = 0,713$ .

Pour apprécier la variation subie par le tirant d'eau des navires de 1894 à 1906, il faut comparer les tirants d'eau d'un même nombre de navires pris aux deux époques. Les 6486 navires de 1906 seront ramenés aux 4642 navires de 1894 en multipliant les ordonnées du diagramme plein du n° I par 0,713. On obtient ainsi le trait plein du diagramme n° II. Le trait pointillé de ce diagramme est la reproduction de celui du diagramme I. En conséquence le diagramme II représente pour 4642 navires et à l'échelle de 1<sup>m</sup> par navire le nombre de navires des divers tirants d'eau en 1894 et en 1906.

Si l'on veut établir la comparaison pour 10.000 navires il suffit de considérer dans le diagramme II chaque millimètre des ordonnées comme représentant  $\frac{10000}{4642} = 2,15$  navires.

Tirant d'eau moyen en 1894 = 4<sup>m</sup>80

id id 1906 = 5<sup>m</sup>10

id maximum en 1894 = 8<sup>m</sup>30.

id id 1906 = 8<sup>m</sup>80.

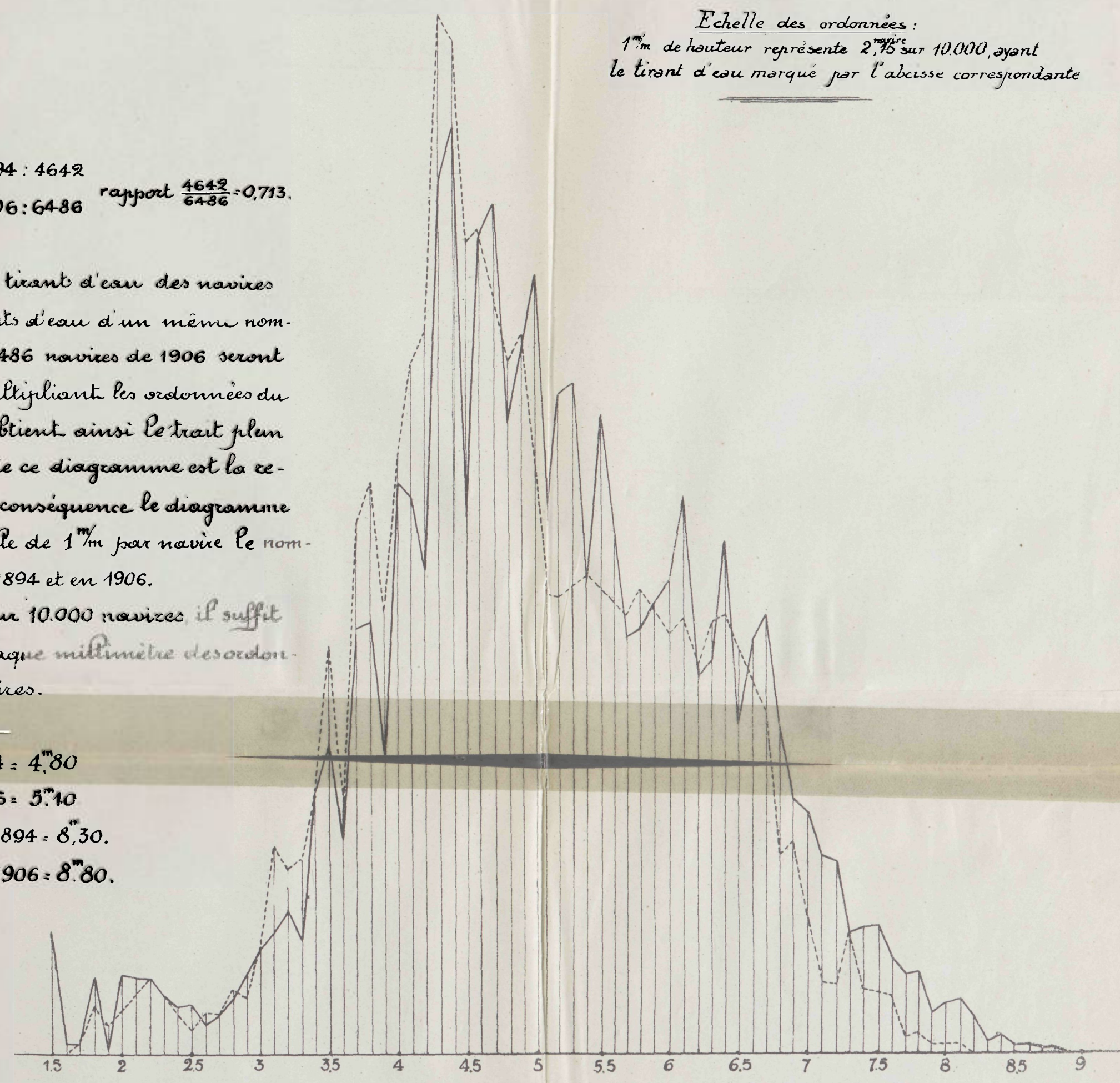
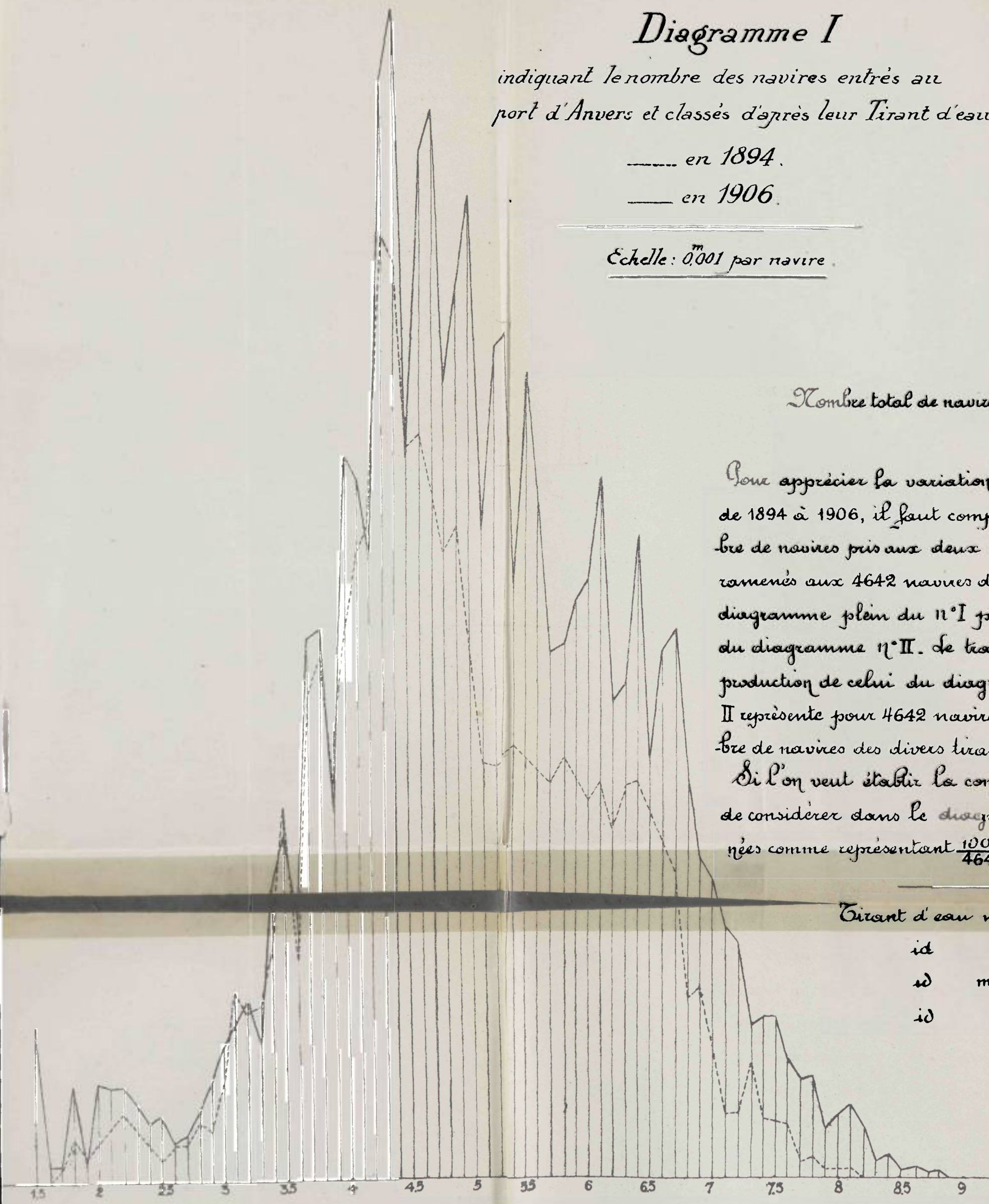
## Diagramme II

donnant la proportion sur 10.000 des Tirants d'eau des navires entrés au port d'Anvers.

----- en 1894.

— en 1906.

Echelle des ordonnées:  
1<sup>m</sup> de hauteur représente 2,15 sur 10.000, ayant le tirant d'eau marqué par l'abscisse correspondante





## Diagramme I

indiquant le nombre des navires entrés au port d'Anvers et classés d'après leur Tirant d'eau

----- en 1894.

— en 1906.

Echelle: 0,001 par navire.

Nombre total de navires entrés  $\left\{ \begin{array}{l} \text{en 1894 : 4642} \\ \text{en 1906 : 6486} \end{array} \right.$  rapport  $\frac{4642}{6486} = 0,713$ .

Pour apprécier la variation subie par le tirant d'eau des navires de 1894 à 1906, il faut comparer les tirants d'eau d'un même nombre de navires pris aux deux époques. Ses 6486 navires de 1906 seront ramenés aux 4642 navires de 1894 en multipliant les ordonnées du diagramme plein du n° I par 0,713. On obtient ainsi le trait plein du diagramme n° II. Le trait pointillé de ce diagramme est la reproduction de celui du diagramme I. En conséquence le diagramme II représente pour 4642 navires et à l'échelle de 1<sup>m</sup> par navire le nombre de navires des divers tirants d'eau en 1894 et en 1906.

Si l'on veut établir la comparaison pour 10.000 navires, il suffit de considérer dans le diagramme I chaque millimètre des ordonnées comme représentant  $\frac{10000}{4642} = 2,15$  navires.

Tirant d'eau moyen en 1894 = 4,80

id id 1906 = 5,10

id maximum en 1894 = 8,30.

id id 1906 = 8,80.

## Diagramme II

donnant la proportion sur 10.000 des Tirants d'eau des navires entrés au port d'Anvers.

----- en 1894.

— en 1906.

Echelle des ordonnées:

1<sup>m</sup> de hauteur représente 2,15 sur 10.000, ayant le tirant d'eau marqué par l'abscisse correspondante

