
CHAMBRE DES REPRÉSENTANTS.

SESSION DE 1866-1867.

BARRAGES
DE
L'ESCAUT ORIENTAL ET DU SLOE.

RAPPORTS DES INGÉNIEURS ÉTRANGERS

CHARGÉS D'EXAMINER LES QUESTIONS QUI SE RATTACHENT AU BARRAGE DE L'ESCAUT
ORIENTAL, ETC. (1).

RAPPORT

*de M. GOSSELIN, ingénieur en chef des ponts et chaussées
de France.*

MONSIEUR LE MINISTRE,

Les préoccupations de la Belgique à l'égard du barrage de l'Escaut oriental sont fort anciennes, car la première enquête ouverte à Anvers sur la question remonte à l'année 1850. Depuis lors, des négociations non interrompues se sont engagées entre les deux Gouvernements. Après diverses phases, qu'il est inutile de détailler ici, ces négociations ont abouti à la formation d'une commission internationale de quatre ingénieurs, dont deux belges et deux hollandais, qui ont formulé leur avis dans un rapport du 12 septembre 1866.

(1) Ces rapports ont été adressés par les ingénieurs à leurs Gouvernements et communiqués par ceux-ci au Gouvernement belge dans le cours des mois d'avril et de mai 1867.

Ce document, fort remarquable, résume d'une manière précise l'état de la question; il m'a servi de base fondamentale dans l'examen auquel j'ai dû me livrer. Vous le trouverez, Monsieur le Ministre, au nombre des pièces que j'ai l'honneur de placer sous vos yeux.

Les ingénieurs des deux pays s'accordent pour reconnaître :

1° Que le bras oriental de l'Escaut ne fournit pas d'eau au bras occidental et ne contribue en rien à grossir la marée qui monte vers Anvers;

2° Qu'au contraire l'Escaut occidental déverse, à chaque marée montante, dans la branche orientale, un volume d'eau total de 32,460,000 mètres cubes, dont 11,500,000 seulement rentrent dans le lit du fleuve, tandis que 20,960,000 s'écoulent vers la mer par l'Escaut oriental;

3° Que la construction du barrage de Woensdrecht aura pour effet de déterminer, dans un temps plus ou moins long, l'atterrissement de la crique comprise entre Bath et cet ouvrage;

4° Que la suppression de la saignée faite à chaque marée à l'Escaut occidental au profit du bras oriental augmentera le volume d'eau de la marée montante vers Anvers, en amont de Bath, et qu'ainsi le régime de cette partie de l'Escaut, après le complet envasement du bassin oriental, sera amélioré.

Mais les membres de la commission envisagent, d'une manière tout à fait différente, le résultat du changement que le barrage apportera au régime de l'Escaut occidental, en aval de Bath jusqu'à Flessingue.

MM. les commissaires belges les considèrent comme défavorables, tandis que MM. les commissaires néerlandais sont d'avis que ce résultat sera au contraire favorable.

Là est le différend.

Il est très-heureux que la question soit ainsi posée et circonscrite dans d'étroites limites; car, s'il y avait eu désaccord entre MM. les ingénieurs sur les phénomènes qui se produisent, chaque jour, entre Bath et Berg-op-Zoom, au point de vue de l'écoulement des eaux, j'aurais été contraint de me livrer à des recherches fort longues et très-difficiles, tandis que quelques jours consacrés à des conférences et à l'examen des lieux m'ont suffi pour accomplir ma mission.

Je transcrirai d'abord ici les considérations sur lesquelles MM. les ingénieurs belges s'appuient, afin de justifier leur opinion :

« Considérant les changements que la construction du barrage apportera » au régime de l'Escaut occidental, on remarque d'abord que la marée montante, arrivant à Bath, trouve aujourd'hui un vaste bassin dans lequel elle » déverse un volume d'eau évalué à 32,460,000 mètres cubes. .

» Ce déversement a pour conséquence nécessaire de maintenir la surface » liquide à un niveau moins élevé que s'il n'existait pas.

» A son tour, ce niveau moins élevé amoindrit la contre-pression exercée » en aval du bassin sur le courant ascendant, dont la marche devient par là » plus rapide et le débit plus grand.

» L'existence de ce bassin produit ainsi une augmentation dans le volume » des eaux en mouvement depuis l'embouchure jusqu'à Bath.

» D'autre part, ce même bassin, en diminuant, par l'épanouissement qu'il » provoque, la vitesse des eaux qui doivent remonter l'Escaut supérieur, et

» en maintenant, à Bath, la surface liquide à un niveau moins élevé, est une
 » cause de ralentissement des eaux vers l'amont; il diminue en conséquence
 » le volume de l'onde-marée, qui, à partir de Bath, remonte vers Anvers
 » pour redescendre avec le jusant.

» Le déversement qui se fait aujourd'hui dans le bras oriental accroît donc
 » le volume d'eau que la marée montante fait entrer dans la partie aval du
 » fleuve, et diminue le volume qui remonte vers Anvers; par suite, la sup-
 » pression de cet écoulement réduira le volume d'eau de la marée montante
 » entre Flessingue et Bath, elle l'augmentera en amont de Bath, d'une partie
 » de l'eau déversée dans le bras oriental.

» En conséquence, le régime de l'Escaut sera, après le complet envasement
 » du bassin oriental, amélioré en amont de Bath et empiré entre Bath et
 » Flessingue.

» La saignée, c'est-à-dire le volume d'eau que l'Escaut occidental déverse
 » dans le bras oriental à marée montante, et qui ne lui est pas rendu à
 » marée descendante, diminue, il est vrai, le volume de la marée descen-
 » dante entre Bath et l'embouchure du fleuve; mais cette saignée, dont le
 » volume est, pendant une marée moyenne, de 20,960,000 mètres cubes. a
 » l'avantage de faire sortir définitivement du lit de l'Escaut occidental les
 » troubles dont ses eaux se sont chargées en parcourant dans le lit du fleuve
 » un développement de plus de 80 kilomètres. »

Ainsi, suivant MM. les ingénieurs belges, la surélévation du niveau à Bath, en diminuant le volume total des eaux introduites par la mer dans la partie du fleuve située entre Flessingue et Bath, doit provoquer à l'avenir des atterrissements nuisibles à la navigation; d'autre part, la suppression de la saignée faite à l'Escaut occidental aura l'inconvénient de ne plus faire sortir définitivement du lit du fleuve les troubles emportés par les 20,960,000 mètres cubes qui se déversent aujourd'hui dans la branche orientale.

Je vais examiner successivement ces deux propositions.

En premier lieu, il est incontestable que le niveau de la marée à Bath subira un certain exhaussement après la construction du barrage du bras oriental, ou plutôt après l'atterrissement de la crique située entre Bath et Woensdrecht. Ce fait est, d'ailleurs, admis par MM. les ingénieurs belges et hollandais : il est la conséquence nécessaire de l'établissement du barrage et de la suppression de tout écoulement de l'eau de l'Escaut occidental dans le bras oriental.

On serait donc en droit d'en conclure théoriquement, avec MM. les ingénieurs belges, qu'il devra désormais entrer moins d'eau entre Flessingue et Bath dans le lit du fleuve pendant le flux, à partir de l'instant où le flot arrive à Bath jusqu'au moment du plein, à Flessingue, c'est-à-dire pendant une durée de trois heures quarante-cinq minutes environ, en tenant compte de la vitesse de propagation du flot entre Flessingue et Bath, qui est de deux heures quinze minutes dans les marées moyennes. La pente actuelle, et par suite le débit, diminueront; car le niveau des eaux à Bath se relèvera en proportion de la quantité d'eau qui s'écoule maintenant vers Berg-op-Zoom, et qui sera retenue. Mais, dans les premières heures du flux, cette quantité est infiniment petite. C'est ce que l'on voit clairement en jetant un coup d'œil sur

la carte ci-jointe et sur le profil en travers de l'Escaut oriental, pris au droit du barrage (*voir* ci-après). On reconnaît que le lit de ce bras consiste en une vaste plage recouverte par les eaux seulement dans les dernières heures du flot, et coupée par un chenal étroit dont les rives se relèvent brusquement. Les eaux, retenues dans le bassin qui s'étend de Bath au banc de Saeftinge, ne donneront donc lieu, pendant la première période du flot, qu'à un exhaussement absolument insignifiant, c'est-à-dire que la perte réelle de débit sera insensible. D'un autre côté, le moment où le plein a lieu à Flessingue coïncide avec celui où l'écoulement actuel vers le bras oriental commence à prendre de l'importance; mais, à cet instant même, la mer cesse de s'introduire à Flessingue. J'arrive donc à cette conclusion, que l'établissement du barrage n'apportera aucune perturbation appréciable en ce qui touche au volume absolu des eaux qui s'introduisent aujourd'hui, à chaque marée, dans le lit de l'Escaut occidental à partir de Flessingue.

Toutefois, il ne suffit pas de montrer que le volume absolu des eaux de marée pénétrant dans l'Escaut occidental demeurera constant, pour en tirer la conséquence que le régime du fleuve entre Bath et Flessingue ne subira aucune modification fâcheuse après la construction du barrage. Si, en effet, les 52 millions de mètres cubes qui entrent aujourd'hui dans l'Escaut oriental ne pouvaient plus arriver en tout ou en partie notable au moins jusqu'à Bath, il est clair que les effets du jusant seraient altérés, puisqu'à partir de ce point la branche orientale restitue aujourd'hui au bras occidental une quantité d'eau évaluée à 11,500,000 mètres cubes. Mais l'existence du vaste bassin compris entre Waarde, Bath, Santyliet, Graauw, Molen (*voir* ci-après) et dont les travaux projetés ne modifieront pas l'étendue, me rassurent complètement à cet égard. Les eaux du flot, en arrivant au droit de l'espèce d'étranglement que l'on remarque à peu près à la hauteur de Waarde, pénètrent nécessairement dans ce bassin avec une vitesse d'autant plus grande, que leur niveau s'y élève avec moins de rapidité que dans la partie de l'Escaut située à l'aval. Dès lors, il doit se former aux environs de Waarde un courant dont la vitesse augmente pendant que le bassin se remplit et pendant que le sommet de la vague-marée se rapproche rapidement de Waarde, en suivant le cours assez régulier de la partie inférieure de l'Escaut à partir de Neuzen. La lenteur relative du remplissage du bassin doit donc avoir pour effet d'exercer une faible influence sur la hauteur maxima de la vague-marée, un peu en aval de Waarde. Je conclus de là qu'une grande partie des 52 millions de mètres cubes versés dans l'Escaut oriental continuera à remonter jusqu'à Bath, et qu'en définitive le régime du jusant futur dans toute la partie du fleuve comprise entre Bath et la mer sera amélioré. Il est superflu d'ajouter que le nouvel état des choses modifiera de la manière la plus heureuse la direction de la passe détestable qui existe aujourd'hui au droit de Bath, et qui est certainement la plus dangereuse de toutes celles de l'Escaut maritime. MM. les ingénieurs belges et hollandais sont d'accord sur ce point.

Quant aux troubles amenés par le flot et qui, n'étant plus entraînés définitivement dans l'Escaut oriental, pourront se déposer dans le lit du fleuve pendant les moments successifs d'étale, ils ne seraient nuisibles qu'au cas où le jusant actuel serait affaibli et deviendrait insuffisant pour les entraîner vers

la mer. Mais puisque l'intensité du courant descendant sera certainement augmentée, on voit qu'il n'y a rien à redouter des dépôts qui seraient la conséquence des nouveaux effets de la marée.

En admettant que, contrairement à toutes mes prévisions, certaines passes de l'Escaut viennent à perdre leur profondeur après la construction du barrage, le mal ne serait pas irremédiable, car il serait facile de les améliorer au moyen de travaux sagement combinés et analogues à ceux que MM. les ingénieurs hollandais exécutent sur les points détériorés de leurs fleuves.

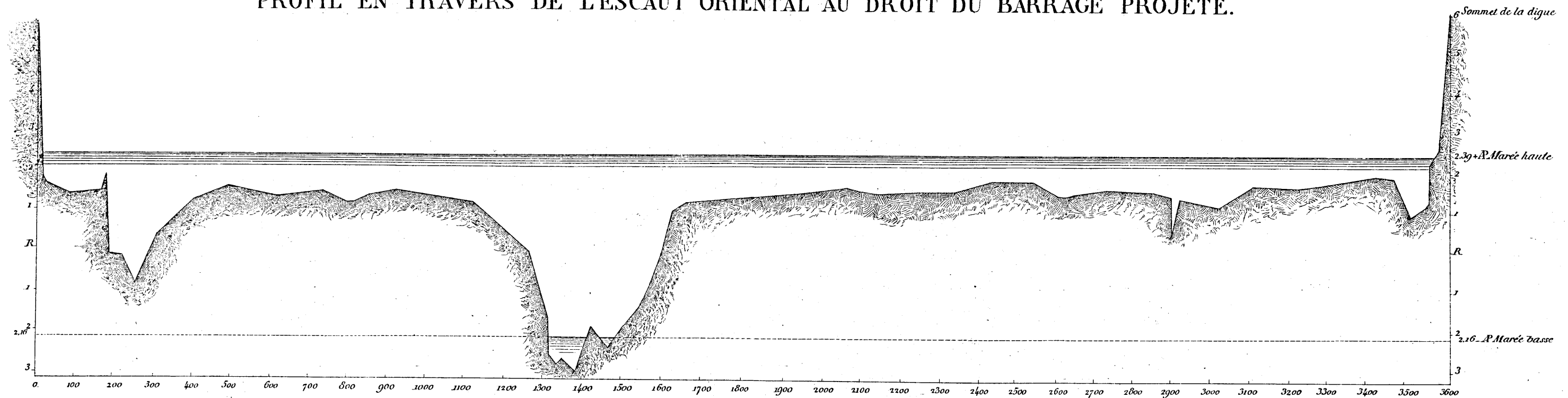
Enfin, pour prévenir toute difficulté ultérieure, il semblerait utile que, dès à présent, les deux Gouvernements prissent les mesures nécessaires en vue de constater l'état actuel des passes du fleuve avant l'achèvement des travaux du barrage du bras oriental.

Telles sont, Monsieur le Ministre, les considérations que j'ai l'honneur de soumettre à Votre Excellence et desquelles il résulte, à mon avis, que la fermeture définitive de la branche de l'Escaut oriental allant de Bath à Berg-op-Zoom ne saurait mettre en souffrance les intérêts de notre navigation sur l'Escaut occidental entre Flessingue et Anvers.

Veuillez, etc.

GOSSELIN.

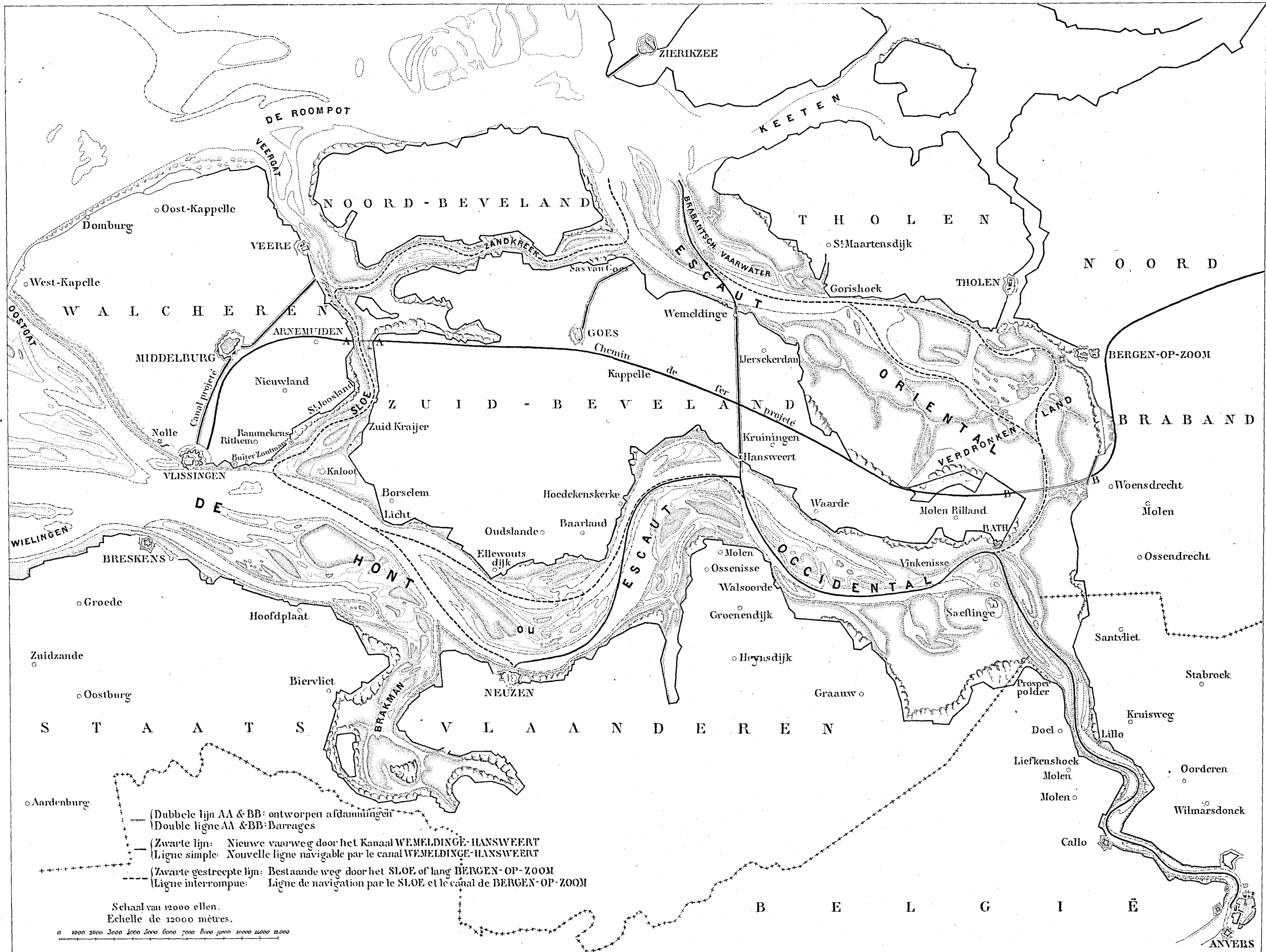
PROFIL EN TRAVERS DE L'ESCAUT ORIENTAL AU DROIT DU BARRAGE PROJETÉ.



Echelle des longueurs 1 à 10000.
Echelle des hauteurs 1 à 100.

KAART
van de Verbindingen tusschen de
OOSTER- en WESTER-SCHELDE.

CARTE
de la Jonction de
L'ESCAUT ORIENTAL et de L'ESCAUT OCCIDENTAL.



REPORT

on the proposed barring of the East and Sloe channels of the Schelde, addressed to the right hon. the Lord STANLEY, her Majesty's principal Secretary of State for Foreign Affairs; by Sir CHARLES A. HARTLEY, Member of the Institution of Civil Engineers, and Engineer-in-chief to the European Commission of the Danube.



RAPPORT

Sur le projet de barrer les passes navigables du bras oriental de l'Escaut et du Sloe, adressé à Son Excellence Lord STANLEY, secrétaire principal de Sa Majesté pour les Affaires Étrangères, par sir CHARLES A. HARTLEY, membre de l'Institut des Ingénieurs civils et ingénieur en chef de la Commission européenne pour le Danube.



TABLE OF CONTENTS.

PRELIMINARIES.

	Page.
Instructions	12
Visit to the ground	14
CHAPTER I. — <i>Barring of the East Schelde.</i>	16
Report of International Commission of September 1866.	16
Opinion of the Belgian Commissioners in said Report.	22
Opinion of the Dutch Commissioners in said Report	24
Absence of precise engineering information.	30
Data furnished by Hydrographical Departments of Holland and Belgium, and Tables deduced therefrom.	30
Tidal volume	32
Discharge of fresh water	32
Tidal area	34
Tidal capacity.	34
Table of tidal phenomena	36
Table of surface velocities.	38
Table of surface slopes	40
Table of rise and fall of tides.	42
Table of widths, areas, and depths.	44
Bars	46
Navigable depth	46
Nature of the river bed	48
Winds and tides	48
Description of the West Schelde.	48
Description of the East Branch of the Schelde	50
Changes in the Channel of the West Schelde.	52
Discussion of the question at issue.	52
Conclusions drawn therefrom.	72
CHAPTER II. — <i>Barring of the Sloe Branch</i>	74
Description of the Sloe.	74
Arguments of the Dutch Commission of 1866 in favour of closing the Sloe.	76
Deterioration of the Sloe	76
<i>Rammekens Roadstead</i>	78
Arguments advanced in favour of the Roadstead by the Belgian Commission of 1865	78
Counter arguments by the Dutch Commission of 1866.	80
Discussion of the question at issue.	82
Conclusions drawn therefrom.	84
CHAPTER III. — <i>Comparative Merits of the Water Routes of Communication between Belgium and Holland and the Rhine.</i>	84
Discussion of the question at issue.	90
Conclusions drawn therefrom	96
<i>Summary of Conclusions</i>	96

General Plan and five descriptive Plates.

ANNEX.

Memorandum by David Stevenson, Esq., F.R.S.E., Member of the Institution of Civil Engineers.	98
--	----

Official Documents communicated to Sir Charles Hartley.

Ancient and Modern Charts of the Schelde.
 Hydrographical Description of the Schelde, by Captain Blommendal and Mr. Stessels.
 Reports of the Belgian Commission of 1850, 1859, 1860, and 1865.
 Report of the Dutch Commission of April 1866.
 Reply of the Belgian Commission of 5th September, 1866.
 Report of the International Commission of 12th September, 1866.

TABLE.

PRÉLIMINAIRES.

	Pages.
Instructions	13
Visite des lieux	13
CHAPITRE I ^{er} . — <i>Barrage de l'Escaut oriental</i>	17
Rapport de la commission internationale de septembre 1866	17
Opinion des commissaires belges dans ledit rapport	23
— — — hollandais dans le même rapport	25
Absence de renseignements techniques précis	31
Données fournies par les départements hydrographiques de la Hollande et de la Belgique, avec les tables déduites de ces renseignements	31
Volume d'eau de marée	33
Débit d'eau douce	35
Surface d'eau de marée	35
Capacité de la partie maritime du lit de l'Escaut	35
Tableau comparatif des marées	37
— des vitesses à la surface	39
— des pentes de surface	41
— de la montée et de la descente de la marée	43
— des largeurs, profils et profondeurs de l'Escaut	45
Barres	47
Profondeur des passes navigables	47
Nature du lit du fleuve	49
Vents et marées	49
Description de l'Escaut occidental	49
— de la branche orientale de l'Escaut	51
Changements dans le chenal de l'Escaut occidental	53
Examen de la question en discussion	53
Conclusions	73
CHAPITRE II. — <i>Barrage de la branche le Sloe</i>	75
Description du Sloe	75
Rapport de la commission hollandaise de 1803, en faveur de la fermeture du Sloe	77
Détérioration du Sloe	77
Rade de Rammekens	79
Considérations en faveur de cette rade, par la commission belge de 1803	79
— opposées de la commission hollandaise de 1806	81
Discussion de la question	83
Conclusions	85
CHAPITRE III. — <i>Comparaison des diverses communications par eau entre la Belgique, la Hollande et le Rhin</i>	85
Discussion de la question	91
Conclusions	97
Résumé des conclusions	97

Planches : *Plan général et cinq plans descriptifs*.

ANNEXE.

Mémoire de M. David Stevenson, Esq. F. R. S. E., membre de l'Institut des ingénieurs civils	99
---	----

Documents officiels communiqués à M. Charles Hartley.

Cartes anciennes et modernes de l'Escaut.
 Descriptions hydrographiques de l'Escaut, par le capitaine Blommedal et par M. Stessels.
 Rapports des commissions belges de 1850, 1859, 1860 et 1865.
 Rapport de la commission hollandaise d'avril 1866.
 Réplique de la commission belge, du 3 septembre 1866.
 Rapport de la commission internationale du 12 septembre 1866.

Sir C. Hartley to Lord Stanley. — (Received March 26.)

Edinburgh, March 25, 1867.

MY LORD,

I HAVE the honour to inform your Lordship that I have just completed my Report on the Schelde, and that the following is a summary of the conclusions embodied in that Report :—

1. That the closing of the East branch of the Schelde by means of a solid embankment will produce an unfavourable effect on the régime of the West Schelde from Antwerp to the sea.

2. That the construction of a viaduct in place of this embankment is quite practicable, and would involve no disastrous consequences.

3. That the closing of the Sloe branch by means of a solid embankment will not notably affect the régime of the West Schelde.

4. That, although a solid embankment across the Sloe branch will hasten the already-impending destruction of the Rammekens roadstead, this objection is not, of itself, of sufficient weight to call for the substitution of a viaduct for the said embankment.

5. That, so far as regards the means of water communication between Belgium and Holland and the Rhine, the South Beveland Canal is a full equivalent for the East and Sloe branches of the Schelde, which it is proposed to close.

I hope to-morrow to have the honour of presenting the Report itself to your Lordship.

Having been irresistibly led in the course of my inquiry to regard with an unfavourable eye the closing of the East branch of the Schelde by means of a solid embankment, I wished, if possible, to be fortified in this view by the opinion of an engineer of eminence, who has made the treatment of tidal rivers a special study; and it was for this reason that I visited Edinburgh to consult with Mr. David Stevenson, who has had great experience in this branch of engineering.

Mr. Stevenson, after a careful study of my Report, and the data on which it has been framed, concurs with me in the general opinions which I have expressed relative to the closing of the East branch of the Schelde, and, at my request, he has furnished me with a Memorandum of his opinion, which I shall have the honour to hand to your Lordship, along with my Report.

I have, etc.

(Signed) CHAS. A. HARTLEY.

Sir C. Hartley à Lord Stanley (reçue le 26 mars.)

Édimbourg, le 23 mars 1867.

MILORD,

J'ai l'honneur d'informer Votre Seigneurie que je viens de terminer mon rapport sur l'Escaut, et que les conclusions développées dans ce rapport se résument de la manière suivante :

1. La fermeture de la branche orientale de l'Escaut par un barrage formé d'un terre-plein, produira un effet défavorable sur le régime de l'Escaut occidental, depuis Anvers jusqu'à la mer.

2. La construction d'un viaduc en place de ce barrage est parfaitement praticable et ne produirait aucune conséquence désastreuse.

3. La fermeture de la branche du Sloe au moyen d'un barrage, formé d'un fort remblai, n'affectera pas notablement le régime de l'Escaut occidental.

4. En admettant qu'un fort remblai, barrant la branche du Sloe, hâtera la destruction déjà imminente de la rade de Rammekens, cette objection n'a pas, à elle seule, assez de poids pour motiver la substitution d'un viaduc à ce barrage.

5. En ce qui concerne les voies de communication par eau, entre la Belgique, la Hollande et le Rhin, le canal du Sud-Beveland équivaldra pleinement à l'Escaut oriental et à la branche du Sloe, qu'il est question de fermer.

J'espère avoir l'honneur de présenter demain ce rapport à Votre Seigneurie.

Ayant été irrésistiblement amené, dans le cours de mes recherches, à considérer défavorablement la fermeture de la branche orientale de l'Escaut au moyen d'un fort remblai, j'ai désiré pouvoir invoquer, s'il était possible, à l'appui de ma manière de voir, l'autorité d'un ingénieur éminent, qui ait fait du traitement des fleuves à marée, l'objet de ses études spéciales; c'est pour ce motif que je me suis rendu à Édimbourg, afin de consulter M. David Stevenson, qui possède une grande expérience dans cette branche de l'art de l'ingénieur.

M. Stevenson, après une étude approfondie de mon rapport et des données qui lui servent de base, partage en général les opinions que j'ai exprimées relativement à la fermeture de la branche orientale de l'Escaut, et, à ma demande, il a formulé son opinion dans une note que j'aurai l'honneur de remettre à Votre Seigneurie avec mon rapport.

J'ai l'honneur, etc.

(Signé) CH. A. HARTLEY.

REPORT.

Edinburgh, March 26, 1867.

MY LORD,

AS an introduction to my Report on the Schelde question, I have the honour here to reproduce your Lordship's instructions to me thereon, as contained in Mr. Egerton's letter of the 9th ultimo : —

Instructions.

“ Lord Stanley has selected you to proceed to Brussels, in order, after due investigation, to make a report upon the effect which will be produced on the navigation of the Western Schelde by some works which the Dutch Government are about to execute upon the Sloe and Eastern branches of the River Schelde.

“ The Schelde in its downward course from Antwerp divides into two branches at Bath, being known respectively as the Eastern and Western branches. Further down between Bath and the sea from the Western branch, another branch flows eastward again, and is known as the Sloe branch.

“ The intended Dutch works are connected with a projected railway from Flushing to Venloo, and as this railway is to be carried over the Sloe and the East branch of the Schelde by means of embankments, and as these embankments would effectually stop up the channels of the branches they crossed, the Dutch Government propose to meet the requirements of the navigation by means of canals.

“ The Dutch and Belgian authorities are at issue as to the effect on the Western branch of the Schelde, more especially used by Belgian commerce, by the stopping up of the two other branches, and various Commissions have been appointed and have come to conflicting decisions on the subject.

“ In 1863 a Commission appointed by the Belgian Government reported that it would have a disastrous effect upon the navigation of the Western Schelde, but a Commission appointed shortly afterwards by the Dutch Government arrived at a precisely opposite conclusion.

“ A Mixed Commission was then appointed, the members of which were unanimous in reporting that the East Schelde embankment would have a beneficial effect upon the river above Bath, which is wholly Belgian, but differed as to the effect it would have below Bath, where it flows entirely through Dutch territory.

RAPPORT.

Édimbourg, le 26 mars 1867.

MY LORD,

Comme introduction à mon rapport sur la question de l'Escaut, j'ai l'honneur de reproduire ici les instructions de Votre Seigneurie sur ce sujet, telles qu'elles étaient contenues dans la lettre de M Egerton du 9 du mois dernier.

« Lord Stanley vous a choisi pour aller à Bruxelles, dans le but de rédiger, après examen, un rapport sur les effets que pourront produire, sur la navigation de l'Escaut occidental, certains travaux que le Gouvernement hollandais est sur le point d'exécuter sur le Sloe et la branche orientale de l'Escaut. Instructions

» L'Escaut, après avoir passé à Anvers, se divise à Bath en deux branches, connues sous les noms d'Escaut oriental et d'Escaut occidental. Plus loin, entre Bath et la mer, une nouvelle branche se détache de la rive droite de l'Escaut occidental; elle porte le nom de Sloe.

» Les travaux projetés par le Gouvernement hollandais se rattachent à la construction d'un chemin de fer de Flessingue à Venloo, et comme ce chemin de fer doit traverser le Sloe et l'Escaut oriental sur des remblais qui fermeront complètement les passes navigables qu'ils traverseront, le Gouvernement hollandais se propose de pourvoir aux besoins de la navigation à l'aide de canaux.

» Les autorités belges et hollandaises ne peuvent se mettre d'accord quant au résultat que peut avoir sur la branche occidentale de l'Escaut, plus spécialement employée par le commerce belge, l'obstruction des deux autres branches; diverses commissions ont été nommées et sont arrivées à des conclusions contradictoires.

» En 1863 une commission, nommée par le Gouvernement belge, fut d'avis que ces travaux auraient un effet désastreux sur la navigation de l'Escaut occidental, mais une autre commission, nommée peu de temps après par le Gouvernement hollandais, conclut dans un sens entièrement opposé.

» Une commission mixte fut alors composée; ses membres furent unanimes pour reconnaître que le barrage de l'Escaut oriental aurait un effet favorable au cours du fleuve au-dessus de Bath, où il est tout à fait belge, mais ils ne purent s'entendre sur l'effet qui serait produit en dessous de Bath, dans la partie qui arrose exclusivement le territoire hollandais.

» L'objet des recherches que vous aurez à faire est de donner au Gouver-

“ The object of the inquiry which you are to make, is to give to Her Majesty's Government your opinion on the points in dispute, as an engineer having no bias towards either the Dutch or Belgian authorities, and you will receive every assistance in prosecuting your inquiries from Her Majesty's Legations at Brussels and the Hague. ”

“ A French and Prussian engineer have been appointed by their respective Governments to conduct similar investigations to that you will be engaged in; but the position of each of the three engineers will be completely independent; and it is to be distinctly understood that they are not expected to act in concert, nor to be in any way considered as a joint Commission. ”

Visit to the ground.

In compliance with the above instructions I repaired the same day to Brussels, and a few days afterwards to the Hague, and at both of these capitals I received every assistance from Her Majesty's Legations, as well as from the Foreign Ministers of Belgium and Holland, who at once provided me with all the official documents which have been lately published relative to the object of my inquiry. They also placed me in immediate personal communication with the engineers and hydrographers of both countries who have taken any prominent part in the discussions concerning the probable effects which would be produced on the channel of the main Schelde by the construction of the projected dams (as I shall term them in future) across the Sloe and the East Schelde.

At Bergen-op-Zoom. I met Mr. Conrad, the chief Director of the “ Waterstaat,” and President of the Royal Society of Dutch Engineers; Mr. Simon, the Engineer-in-chief of the railway from Flushing to Venloo; Captain Blommendal, the Dutch Hydrographer-in-chief, and Mr. Brunings, Engineer-in-chief of the “ Waterstaat ” (the two members of the Dutch Commission of April 1866); and Mr. Caland, Engineer of the 1st class of the “ Waterstaat,” and one of the Dutch Members of the Mixed Commission of September 1866. In the company of these gentlemen I visited at low tide the site of the proposed dam across the East Schelde, and then went with them to inspect the South Beveland Canal, stopping for the night at the town of Goes, between which place and the canal the railway is already constructed. On the following day, accompanied by Captain Blommendal, I crossed the Sloe branch, close to the site of the projected dam, and, finally, I visited Flushing and the roadstead of Rammekens, which is situated at the mouth of the Sloe.

Having thus made myself as well acquainted with the character of the country in the immediate neighbourhood of the proposed dams as the limited time I had at command would permit, I proceeded to Antwerp, where I met Mr. Maus, Engineer-in-chief and Director of Ponts et Chaussées in the Province of Hainaut, and Mr. Boudin, Engineer of Ponts et Chaussées at Ghent (the two Belgian Members of the Mixed Commission of September 1866), and also Mr. Stessels, Hydrographer and Permanent Belgian Commissioner for the Schelde. These gentlemen gave me all the information they possessed relative to the subject of my inquiry; and to them, as well as to the eminent technical authorities I had the honour to meet at Bergen-op-Zoom, my best thanks are due for their great courtesy to me, and for their evidently sincere

nement de Sa Majesté votre opinion sur les points contestés, en votre qualité d'ingénieur, n'ayant de préférence ni pour les autorités belges, ni pour les autorités hollandaises. Vous recevrez toute assistance au point de vue de l'objet de vos travaux, des légations de Sa Majesté à Bruxelles et à la Haye.

» Un ingénieur français et un ingénieur prussien ont été désignés par leurs Gouvernements respectifs, afin de faire des recherches semblables à celles que vous allez commencer; mais la position de chacun des trois ingénieurs sera complètement indépendante, et il doit être bien entendu que l'on n'attend pas d'eux qu'ils agissent de concert, ni qu'ils puissent en aucune façon être considérés comme formant une commission. »

Pour me conformer aux instructions ci-dessus, je me rendis le même jour à Bruxelles et peu de jours après à la Haye. Dans ces deux capitales, j'ai reçu toute assistance des légations de Sa Majesté, ainsi que des Ministres des Affaires Étrangères de Belgique et de Hollande, qui me fournirent immédiatement tous les documents officiels relatifs à l'objet de ma mission et publiés dans ces derniers temps. Ils me mirent aussi en communication personnelle avec les ingénieurs et hydrographes des deux pays, qui ont joué un rôle important dans les discussions qui ont eu lieu, sur les effets probables que produirait, sur le cours principal de l'Escaut, la construction des barrages (comme je les appellerai dans la suite), que l'on se propose de jeter en travers du Sloe et de l'Escaut oriental. Visite des lieux.

A Berg-op-Zoom, je rencontrai M. Conrad, directeur du *waterstaat* et président de la Société royale des ingénieurs hollandais; M. Simon, ingénieur en chef du chemin de fer de Flessingue à Venloo; le capitaine Blommendal, hydrographe en chef de Hollande, et M. Brunings, ingénieur en chef du *waterstaat* (les deux membres de la commission hollandaise d'avril 1866), et M. Caland, ingénieur de première classe du *waterstaat* et l'un des membres hollandais de la commission mixte de septembre 1866. En compagnie de ces Messieurs, je visitai, à la marée basse, l'emplacement du barrage projeté en travers de l'Escaut oriental; j'allai ensuite avec eux examiner le canal du Sud-Beveland, m'arrêtant pour passer la nuit dans la ville de Goes. Le railway, entre cette dernière localité et le canal, est déjà construit. Le jour suivant j'ai traversé, accompagné du capitaine Blommendal, la branche du Sloe, tout près de l'emplacement du barrage projeté et, enfin, j'ai visité Flessingue et la rade de Rammekens, qui est située à l'embouchure du Sloe.

M'étant ainsi mis à même de connaître, aussi bien que le temps limité que j'avais à ma disposition me le permettait, les dispositions locales dans les emplacements des barrages en projet, je me rendis à Anvers où je rencontrai M. Maus, ingénieur en chef et directeur des ponts et chaussées de la province de Hainaut, et M. Boudin, ingénieur des ponts et chaussées à Gand (les deux membres belges de la commission mixte de septembre 1866), et aussi M. Stessels, hydrographe et commissaire permanent de la Belgique pour l'Escaut.

Ces Messieurs me donnèrent tous les renseignements qu'ils possédaient relativement à l'objet de mes recherches, et je leur dois, ainsi qu'aux éminentes autorités techniques que j'ai eu l'honneur de rencontrer à Berg-op-Zoom, mes meilleurs remerciements pour leur grande courtoisie et le désir

desire to enable me to form an unbiassed judgment on the nature and effects of the works on which I have been called upon to report.

CHAPTER I.

Question of Barring the East Schelde.

Barring of the East
Schelde.

Before proceeding to lay before your Lordship the general result of my visit to the ground, and of my subsequent study of the whole question in England, I purpose first of all to refer exclusively to by far the most important part of my task, viz., the probable effect of the proposed railway embankment across the East Schelde; and in doing so I would, in the first instance, draw especial attention to the accompanying extracts from the Report of the "Mixed Commission" of September last, as they contain a statement of facts which both sides acknowledge to be correct, and at the same time set forth the opposite conclusions which have been drawn from these facts by the Belgian and Dutch Members of the Commission, a divergence of opinion which has led to the technical inquiry on which I have been lately engaged.

EXTRACTS from the Report of the International Commission, instituted by Decree of the Belgian Minister of Public Works, on the 13th August, 1866, and by Decree of the Dutch Minister of the Interior, on the 20th August, 1866, to inquire into the influence which the Dam of the East Schelde will exercise on the navigation of the West Schelde, and on the river above Bath ⁽¹⁾.

Report of international
Commission of Sep-
tember 1866

" Understanding the great importance of the opinion demanded of it, the Commission considered that the best means of accomplishing its mission was, in the first instance, to study the present rate and direction of the tidal currents in the West Schelde, as well as in the East Schelde, and then to study the changes which the construction of the projected dam between Bath and Bergen-op-Zoom would produce on the régime of the West Schelde, in order to judge of their favourable or unfavourable consequences to the present navigable state of the West Schelde and of the river above Bath. In order to ascertain the force and direction of the currents, the Commission repaired to the ground, and there engaged Mr. de Matthys, Engineer of the Ponts et Chaussées, and Mr. Vanden Santheuvel, Engineer of the 'Waterstaat,' to ascertain as nearly as possible the nature of the phenomena which repeat

(1) This Commission was composed of two delegates from the Belgian Government, — Mr. Maus, Engineer-in-chief and Director of Ponts et Chaussées, Mr. Boudin, Engineer of Ponts et Chaussées, — and of two delegates from the Dutch Government, — Mr. Beyerinck, Divisional Inspector of the Waterstaat, Mr. Caland, Engineer of the Waterstaat.

évidemment sincère de me mettre à même de me former une opinion impartiale sur la nature et les effets des travaux au sujet desquels j'ai été appelé à faire ce rapport.

CHAPITRE PREMIER.

Question du barrage de l'Escaut oriental.

Avant de faire connaître à Votre Seigneurie le résultat général de ma visite sur les lieux et des études subséquentes de la question que j'ai faites en Angleterre, je me propose avant tout d'examiner exclusivement la partie qui est de beaucoup la plus importante de ma tâche, savoir : l'effet probable du barrage proposé pour le railway en travers de l'Escaut oriental, et en suivant cette marche, je veux d'abord appeler spécialement l'attention sur les extraits suivants du rapport de la commission mixte de septembre dernier. Ces passages renferment l'énoncé des faits dont les deux parties reconnaissent l'exactitude et en même temps montrent les conclusions opposées qui en ont été tirées par les membres belges et hollandais de la commission. C'est cette divergence d'opinion qui a produit l'enquête technique à laquelle j'ai été récemment appelé à prendre part.

Extraits du rapport de la commission internationale instituée par arrêté du Ministre des Travaux publics de Belgique, en date du 13 août 1866, et par arrêté du Ministre de l'Intérieur des Pays-Bas, en date du 20 août 1866, pour apprécier l'influence que le barrage de l'Escaut oriental exercera sur la navigabilité de l'Escaut occidental et de la partie du fleuve en amont de Bath ⁽¹⁾.

« Comprenant toute l'importance de l'avis qui lui est demandé, la commission a pensé que le meilleur moyen d'accomplir sa mission était d'étudier d'abord la marche actuelle des courants de marée dans l'Escaut occidental et dans l'Escaut oriental; puis d'apprécier les changements que la construction du barrage projeté, entre Bath et Berg-op-Zoom, apportera dans le régime de l'Escaut occidental, afin d'en tirer les conséquences favorables ou défavorables à l'état actuel de la navigabilité de l'Escaut occidental et de la partie du fleuve en amont de Bath.

Afin de constater la marche des courants, la commission s'est rendue sur les lieux, et elle a chargé M. de Matthys, ingénieur des ponts et chaussées et M. Vanden Santheuvel, ingénieur du *Waterstaat*, de déterminer aussi exacte-

(1) La commission était composée de deux délégués du Gouvernement belge, M. Maus, ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées; M. Boudin, ingénieur des ponts et chaussées, et de deux délégués du Gouvernement hollandais, M. Beyerinck, inspecteur divisionnaire du *Waterstaat*; M. Caland, ingénieur du *Waterstaat*.

themselves constantly in the East Schelde between Bath and Bergen-op-Zoom.

“ The information obtained by these two engineers, who were attached to the Commission, agrees on the whole with the opinion of sailors and others who have made a special study of this question, and the Commission is able to admit that, under normal conditions, the currents are acted upon by the tides in the following manner : —

“ The flood tide, which comes in from the English Channel, makes itself felt on the coasts of Belgium and Holland, and penetrates successively into the West Schelde, and then into the East branch of that river. The tidal wave ascending by the West branch reaches Bath a quarter of an hour before the tide which ascends the East branch arrives at Berg-op-Zoom.

“ Arrived at Bath, the tidal wave of the West branch divides itself, and forms two currents, one of which ascends towards Antwerp, and the other, entering the East branch, directs itself to Berg-op-Zoom, and meets the tide of the East Schelde, which from Berg-op-Zoom travels towards Bath.

“ The union of the two tides takes place on a line nearly perpendicular to their course, at a distance of about 5,500 mètres from Bath.

“ The current furnished by the West Schelde predominates so that the line which marks the junction of the currents is displaced, and retreats from Bath in proportion as the level of the water is raised; when the tide ceases to ascend, the line of junction of the two currents is found at nearly 6,500 mètres from Bath, or at 1,000 mètres from its first position.

“ The diversion into the East branch of the waters furnished by the West branch is in operation at Bath during the whole duration of the flood tide, and it ceases the instant that the tide has attained its greatest height.

“ As soon as the tide falls at Bath there is observed in the East Schelde two currents flowing in directions opposed to their first course; one of these is formed by the water which returns into the West Schelde, and the other is produced by the ebb tide, which descends towards the sea after passing Berg-op-Zoom.

“ The line which marks the separation of these two currents passes in the first instance the Custom-house at Bath and the Sanvliet Tower; then, as the level of the waters falls, this line of separation retires from Bath to Berg-op-Zoom, and is found at mean low-water level at about 4,500 mètres from Bath, or at 1,000 mètres from the line marking the position of the first junction of the two ascending tides.

“ The direction and force of the winds, the age of the moon, etc., necessarily cause the position of the lines which have just been described to vary within certain limits. These limits, however, according to the opinion of seafaring men acquainted with the locality, are of unimportant extent.

“ According to this description, the East branch furnishes no water whatever to the West branch, and in no way contributes to swell the tide that ascends towards Antwerp.

“ On the contrary, the West Schelde at each flood pours into the East branch a large volume of water, of which a part only returns to it as the tide

ment que possible la nature des phénomènes qui se renouvellent constamment dans l'Escaut oriental, entre Bath et Berg-op-Zoom.

» Les renseignements ainsi obtenus par ces deux ingénieurs attachés à la commission s'accordent dans leur ensemble avec l'opinion des marins et des personnes qui ont fait de cette question une étude spéciale, et la commission croit pouvoir admettre que, dans les conditions normales, les courants se produisent sous l'action de la marée de la manière suivante :

» Le flux qui se fait sentir sur les côtes de la Belgique et de la Hollande, venant de la Manche, pénètre successivement dans l'Escaut occidental, puis dans la branche orientale du fleuve. Le flot montant par le bras occidental arrive à Bath en moyenne un quart d'heure avant que la marée qui monte, par le bras oriental, atteigne Berg-op-Zoom.

» Arrivé à Bath, le flot du bras occidental se divise et forme deux courants : l'un monte vers Anvers, l'autre, entrant dans le bras oriental, se dirige vers Berg-op-Zoom et rencontre le flot de l'Escaut oriental, qui de Berg-op-Zoom marche vers Bath.

» La réunion des deux flots se fait suivant une ligne à peu près perpendiculaire à leur cours, et située à environ 5,500 mètres de Bath.

» Le courant fourni par l'Escaut occidental est prédominant, de sorte que la ligne qui marque la rencontre des courants se déplace et s'éloigne de Bath à mesure que le niveau des eaux s'élève; lorsque la marée cesse de monter, cette ligne de rencontre des courants se trouve à environ 6,500 mètres de Bath, ou à 1,000 mètres de sa première position.

» Le déversement, dans le bras oriental des eaux fournies par l'Escaut occidental, s'observe à Bath pendant toute la durée de la marée montante, et s'arrête à l'instant où celle-ci y atteint sa plus grande élévation.

» Dès que la marée descend à Bath, on observe dans l'Escaut oriental deux courants marchant en sens inverse des premiers; l'un est formé par l'eau qui rentre dans le bras occidental, l'autre est produit par le jusant qui descend vers la mer en passant par Berg-op-Zoom.

» La ligne qui marque la séparation de ces deux courants passe d'abord par le bâtiment de la douane à Bath et par la tour de Santvliet, puis, à mesure que le niveau des eaux s'abaisse, cette ligne de séparation s'éloigne de Bath vers Berg-op-Zoom, et se trouve, lors de la basse mer moyenne, à 4,500 mètres environ de Bath, ou à 1,000 mètres de la ligne marquant la première rencontre des deux marées montantes.

» La direction et la force des vents, l'âge de la lune, etc., font nécessairement varier la position des lignes qui viennent d'être indiquées entre certaines limites, que les marins de ces localités considèrent toutefois comme assez resserrées.

» D'après cet exposé, le bras oriental ne fournit point d'eau au bras occidental et ne contribue en rien à grossir la marée qui monte vers Anvers.

» Au contraire, l'Escaut occidental déverse, à chaque marée montante, dans la branche orientale de ce fleuve, un grand volume d'eau dont une partie seulement lui est rendue à marée descendante; l'autre partie, emportée par le courant qui descend vers Berg-op-Zoom, retourne à la mer par l'Escaut oriental.

falls, the other part being carried away by the current, which falling towards Berg-op-Zoom returns to the sea by the East Schelde.

“ The portion of the bed of the East branch between Bath and the mean line of junction of the two tidal waves may be described as forming a vast basin, which is filled up every flood tide by the wave of the West Schelde. During the following tide this basin empties itself at its two opposite extremities, restoring to the West Schelde a part of the water it had received therefrom, and pouring into the East Schelde the remaining portion, which may be considered a veritable bleeding of the West branch.

“ The dam projected across the bed of the East Schelde is to be constructed at about 4,100 mètres from Bath, that is to say, at 1,900 mètres to the south of the mean position of the line which marks the junction of the two tidal waves between Bath and Berg-op-Zoom.

“ This dam will form, after its construction, a regular partition wall, on which the waters will have no effect. The bleeding of the West Schelde will be thus completely suppressed, and the part of the East branch comprised between Bath and the Barrage will become an immense creek, which, being alternately covered and uncovered by the flow and ebb, will be silted up at a no distant period.

“ After the silting up the dam will produce exactly the same effect as if it were an embankment constructed in such a position as to preserve the continuity of the right bank of the West Schelde from a point opposite Santvliet to Bath.

“ In order to appreciate the influence that these changes produced by the dam will exercise on the régime of the West Schelde above as well as below Bath, it appeared desirable to know, at least approximately, the volume of water that each flood tide diverts from the West to the East Schelde, and to determine in what proportion this volume divides itself between these branches during a falling tide.

“ The Commission thereupon begged the Assistant Engineers to make the observations they considered necessary to obtain these indications.

“ Thanks to these gentlemen, the Commission has been able to estimate that a volume of water equal to 32,460,000 cubic mètres is delivered by the West Schelde into the East Schelde during every flood tide that reaches ordinary high watermark at Bath.

	Cubic mètres.
“ During the falling tide this volume of.	32,460,000
“ Is divided in the following manner :	
“ Volume returning into the West Schelde.	11,500,000
“ Volume which flows to the sea by the East Schelde	20,960,000
	“ 32,460,000

“ The members of the Commission unanimously admit the above exposé of facts and considerations, but this unanimity could not, to the regret of all, establish itself in the appreciation of the changes that the dam will produce on the régime of the West Schelde.

» La portion du lit, comprise dans le bras oriental, entre Bath et la ligne moyenne de rencontre des deux courants de flot, peut ainsi être considérée comme formant un vaste bassin, que le flot de l'Escaut occidental remplit à chaque marée montante. Pendant la marée descendante, ce bassin se vide par ses deux extrémités opposées, restituant à l'Escaut occidental une partie de l'eau qu'il en a reçue, et déversant dans le bras oriental l'autre partie de son contenu, laquelle constitue une véritable saignée faite au bras occidental.

» Le remblai projeté à travers le lit de l'Escaut oriental, doit être établi à 4,400 mètres environ de Bath, c'est-à-dire à 1,900 mètres au sud de la position moyenne de la ligne qui marque la rencontre des deux flots entre Bath et Berg-op-Zoom.

» Ce barrage formera, après sa construction, une véritable crête de partage que les eaux ne pourront plus franchir. La saignée de l'Escaut occidental sera par là immédiatement supprimée, et la partie du bras oriental, comprise entre Bath et le barrage, deviendra une vaste crique qui, alternativement noyée et découverte par le flux et le reflux, s'ensavera dans un avenir plus ou moins prochain.

» En déterminant l'atterrissement de cette partie de l'Escaut oriental, la construction du barrage produira donc, après l'atterrissement, exactement le même effet que si l'on fermait le bras du fleuve, près de Bath, par une digue établissant la continuité de la berge droite de l'Escaut occidental.

» Pour apprécier l'influence que ces changements, produits par le barrage dans l'Escaut oriental, exerceront sur le régime de l'Escaut occidental, tant en amont qu'en aval de Bath, il convenait de connaître au moins approximativement l'importance du volume d'eau que chaque marée montante de l'Escaut occidental déverse aujourd'hui dans le bras oriental, et de déterminer dans quelle proportion ce volume se répartit entre les bras occidental et oriental, pendant la marée descendante.

» La Commission a prié MM. les ingénieurs-adjoints de faire les observations et opérations qu'elle a jugées nécessaires pour obtenir ces indications.

» Grâce à ces Messieurs, la Commission a été mise à même d'évaluer à 52,460,000 mètres cubes le volume d'eau que l'Escaut occidental déverse dans le bras oriental pendant le flux, les eaux atteignant le niveau moyen de la marée haute à Bath.

	Mètres cubes.
» Pendant la marée descendante, ce volume de	52,460,000 ^{m³}
» Se répartit de la manière suivante	
» Volume rentrant dans l'Escaut occidental	11,500,000 ^{m³}
» — qui s'écoule vers la mer par l'Escaut oriental . .	20,960,000
» Total	52,460,000 ^{m³}

» Les membres de la Commission admettent à l'unanimité l'exposé des faits et considérations qui précèdent; mais cette unanimité n'a pu, au regret de tous, s'établir sur l'appréciation des changements que le barrage apportera au régime de l'Escaut occidental.

“ Agreeing to admit that the effect of these changes will be favourable above Bath, the members of the Commission regard differently the result below this point; the Belgian Commissioners considering them unfavourable, while the Dutch Commissioners, on the contrary, consider them favourable. ”

Opinion of the Belgian Commissioners.

Opinion of the Belgian
Commissioners.

“ They cannot admit that the volume of water that enters a river during the six hours of the flood tide has an absolute value, independent of the modifications of the river bed. According to them the current of the flood depends in reality on various circumstances, such as the length of the surface submitted to the action of the tide, the discharge of the river and of its affluents, the obstacles opposed to the progress of the tide, etc., so that the volume of water that enters during the six hours of the flood-tide varies with each of these elements. Considering the changes that the construction of the dam will occasion to the régime of the West Schelde, it will first of all be remarked that the flood-tide arriving at Bath finds there, at present, a large basin, in which is diverted a volume of water estimated at 32,460,000 cubic mètres.

“ This diversion has, for a necessary consequence, the faculty of maintaining the liquid surface at a less elevated level than if it did not exist. Again, this less elevated level lessens the ‘ contre-pression ’ exercised below the basin on the ascending current, the progress of which becomes, therefore, more rapid, and the discharge greater. Thus the existence of this basin produces an augmentation in the volume of the waters in movement from the mouth up to Bath.

“ On the other hand, this same basin, in diminishing the velocity of the waters which ought to ascend the Upper Schelde, and in maintaining at Bath the liquid surface at a less elevated level, is a cause of the retardation of the waters upwards; it diminishes in consequence the volume of the tidal wave, which from Bath ascends to Antwerp to re-descend with the ebb.

“ The present diversion into the East branch in this way augments the volume of water that the flood tide causes to enter the upper part of the river, and diminishes the volume that ascends to Antwerp; therefore, the suppression of this diversion will reduce the volume of the rising tide between Flushing and Bath, and will augment it above Bath.

“ Consequently, the régime of the Schelde, after the complete silting up of the east basin, will be improved above Bath, and deteriorated between Bath and Flushing.

“ The ‘ bleeding,’ that is to say, the volume of water that the West Schelde diverts into the East Schelde during the flood tides, and which is not returned at the ebb, diminishes, it is true, the volume of the ebb between Bath and the mouth of the river; but this bleeding, the volume of which during an ordinary tide is 20,960,000 cubic mètres, has the advantage

» S'accordant pour admettre que l'effet de ces changements sera favorable à l'amont de Bath, les membres de la Commission envisagent d'une manière différente le résultat en aval de ce point. Les commissaires belges le considèrent comme défavorable, tandis que les commissaires hollandais sont d'avis que ce résultat sera, au contraire, favorable.

Opinion des commissaires belges.

» Ils ne peuvent admettre que le volume d'eau qui pénètre dans un fleuve, pendant les six heures de la marée montante, ait une valeur absolue, indépendante des modifications que le lit du fleuve peut éprouver. Selon eux, le courant du flux dépend en réalité de diverses circonstances, telles que l'étendue de la surface soumise à l'action de la marée, le débit du fleuve et de ses affluents, les obstacles opposés à la marche de la marée, etc.; de telle sorte que le volume d'eau qui entre, pendant les six heures de la marée montante, varie avec chacun de ces éléments.

Considérant les changements que la construction du barrage apportera au régime de l'Escaut occidental, on remarque d'abord que la marée montante, arrivant à Bath, trouve un vaste bassin dans lequel elle déverse un volume d'eau évalué à 32,460,000 mètres cubes.

» Ce déversement a pour conséquence nécessaire de maintenir la surface liquide à un niveau moins élevé que s'il n'existait pas. A son tour, ce niveau moins élevé amoindrit la contre-pression exercée en aval du bassin, sur le courant ascendant, dont la marche devient par là plus rapide et le débit plus grand. L'existence de ce bassin produit ainsi une augmentation dans le volume des eaux en mouvement depuis l'embouchure jusqu'à Bath.

» D'autre part, ce même bassin, en diminuant, par l'épanouissement qu'il provoque, la vitesse des eaux qui doivent remonter l'Escaut supérieur, et en maintenant à Bath la surface liquide à un niveau moins élevé, est une cause de ralentissement des eaux vers l'amont; il diminue, en conséquence, le volume de l'onde-marée qui, à partir de Bath, remonte vers Anvers, pour redescendre avec le jusant.

» Le déversement qui se fait aujourd'hui dans le bras oriental, accroît donc le volume d'eau que la marée montante fait entrer dans la partie aval du fleuve, et diminue le volume qui remonte vers Anvers; par suite, la suppression de cet écoulement réduira le volume d'eau de la marée montante entre Flessingue et Bath, et l'augmentera en amont de Bath.

» En conséquence, le régime de l'Escaut sera, après le complet envasement du bassin oriental, amélioré en amont de Bath et empiré entre Bath et Flessingue.

» La saignée, c'est-à-dire le volume d'eau que l'Escaut occidental déverse dans le bras oriental à marée montante, et qui ne lui est pas rendu à marée descendante, diminue, il est vrai, le volume de la marée descendante entre Bath et l'embouchure du fleuve; mais cette saignée, dont le volume est, pendant une marée moyenne, de 20,960,000 mètres cubes, a l'avantage de faire sortir définitivement du lit de l'Escaut occidental les troubles dont ces eaux

Opinion des commissaires belges.

of ejecting definitively from the bed of the West Schelde the 'troubles' with which these waters are overcharged in traversing the bed of the river for a distance of above 80 kilomètres.

" When it is considered that at each flood tide the West Schelde diverts into the East branch a volume of water which, varying with the height of the high tide submitted to the influence of the lunar phases, represents at a mean tide a volume of 32,460,000 cubic mètres; that this volume diverted in six hours would correspond, if the flowing was uniform, to a discharge of 1,500 cubic mètres per second: and that this discharge, compared with that of the greatest rivers, is notably exceeded during the highest tides, the most efficacious for the cleansing of navigable channels, — one ought to acknowledge that the unfavourable change below Bath will be sufficiently great to provoke future deposits, which will be injurious to the navigation, in spite of the depth of the actual channels.

" These deposits below Bath, by diminishing the sections of the river bed, will equally diminish the volume of tidal water entering therein, and a part of which ascends beyond Bath; it will thus lessen the favourable change that the construction of the dam will produce in the Upper Schelde.

" Such are the considerations which have caused the Belgian Commissioners to express the opinion that the construction of the East Schelde dam will be favourable to the régime of the river above Bath, and sufficiently unfavourable below that point to cause the formation of shoals injurious to the navigation.

" The Belgian Commissioners, moreover, restrict themselves to examining the influence that the dam will exercise on the régime of the river, considered as a whole; it being understood that it is sufficient that this dam may have the effect of creating obstacles to the navigation in a single point, in order to consider it as injurious, allowing even that it would improve some of the existing channels. "

Opinion of the Dutch Commissioners.

Opinion of the Dutch
Commissioners.

" In the actual state of things, the flood tide dividing itself at Bath loses its velocity there, and as it is the flood tide that brings in the sands of the sea into the river, it is clear that as soon as, at any point whatever, there is a diminution in the velocity of the tide, the water deposits there the sand which up to that time is held in suspension. Hence the origin of the banks, which at this point are so injurious to the navigation. "

" We are of opinion that after the damming of the East Schelde, the Schelde above Bath will receive at high tide not only the quantity of water which is now diverted from the West Schelde into the East Schelde, but also the greatest part of the volume that now loses itself in the East Schelde, although it is impossible to determine *à priori* the volume of this last quantity.

se sont chargées en parcourant, dans le lit du fleuve, un développement de plus de 50 kilomètres.

» Lorsqu'on considère qu'à chaque marée montante l'Escaut occidental déverse dans le bassin du bras oriental un volume d'eau qui, variant avec la hauteur de la marée haute soumise à l'influence des phases lunaires, représente, pour une hauteur moyenne de marée, un volume de 32,460,000 mètres cubes; que ce volume, déversé en six heures, correspondrait, si l'écoulement était uniforme, à un débit de 1,500 mètres cubes par seconde, et que ce débit, comparable à celui des plus grands fleuves, est notablement dépassé pendant les fortes marées, les plus efficaces pour le curage des passes navigables, on doit reconnaître que le changement défavorable en aval de Bath sera assez grand pour provoquer à l'avenir des atterrissements nuisibles à la navigation, malgré la profondeur des passes actuelles.

» Ces atterrissements, formés en aval de Bath, en diminuant la section du lit du fleuve, diminueront encore le volume que la marée y fait entrer, et dont une partie remonte au delà de Bath; ils atténueront ainsi le changement favorable que la construction du barrage produira dans l'Escaut supérieur.

» Telles sont les considérations qui engagent les commissaires belges à émettre l'avis que la construction du barrage de l'Escaut oriental sera favorable au régime de l'Escaut en amont de Bath, et assez défavorable en aval de cette localité, pour déterminer la formation d'atterrissements nuisibles à la navigation.

» Les commissaires belges se bornent d'ailleurs à examiner l'influence que le barrage exercera sur le régime du fleuve considéré dans son ensemble, attendu qu'il suffit que ce barrage puisse créer en un seul point des entraves à la navigation, pour le considérer comme nuisible, lors même qu'il améliorerait quelques-unes des passes actuelles. »

Opinion des commissaires hollandais.

« Dans la situation actuelle, le flot se bifurquant à Bath, il perd là de sa vitesse; et comme c'est le flot qui amène les sables de la mer dans la rivière, il est clair qu'aussitôt que sur un point quelconque, il y a diminution de vitesse de la marée, l'eau y dépose les sables qu'elle tenait en suspension. Voilà l'origine des bancs qui sur ce point sont si gênants pour la navigation. »

Opinion des commissaires hollandais.

« Nous sommes d'avis qu'après l'endiguement de l'Escaut oriental, l'Escaut en amont de Bath recevra, à marée haute, non-seulement la quantité d'eau qui maintenant se déverse de l'Escaut oriental dans l'Escaut occidental, mais aussi la majeure partie du volume qui actuellement se perd par la voie de l'Escaut oriental, quoiqu'il soit impossible de déterminer *à priori* le volume de cette dernière quantité.

» En effet, ce volume comme nous avons déjà eu l'occasion de le faire observer, doit être considéré comme une saignée faite à l'Escaut deux fois par

“ In point of fact this volume may be considered a bleeding (*saignée*) of the Schelde twice a day, and which, once the orifice closed by the dam, will reinforce in part the tide current above Bath, and therefore the ebb below that point; because the East Schelde basin, in place of returning to the West Schelde all the water that it receives from it, retains two-thirds of it, and these two-thirds are irrevocably lost for the West Schelde.

“ Besides, the diversion is the cause why the rising tide enfeebles itself precisely during the last two hours of its duration, an epoch when, in all the Zealand rivers, the flood acts with the greatest energy.

“ It is possible that the diversion may be the cause why the East Schelde receives at present a part of the sands which the sea introduces into the river, and which after the construction of the dam will remain in the West Schelde, or in the river above Bath. But do not these sands deposit themselves below Bath during the different periods when there is a stagnation of the waters, owing to the meeting of the flood and ebb tides? And the remainder, does it not deposit itself at Bath even, where the current, owing to being suddenly turned aside, loses much of its velocity?

“ It follows as a matter of course also that if after the construction of the dam the Schelde received less sea water than at present, there would also be less sand introduced into it; so that, from this point of view, the loss of a quantity of sea water would not be damaging to the state of the river.

“ In our opinion the effect of the dam will be to raise the level of high water at the point of the separation of the two currents near to Bath: but this could not take place without strengthening the tide current towards Antwerp, and that of the ebb in the West Schelde; because the raising of the level of high water at Bath would give rise to an augmentation in the slope of the surface up the river, as well as downwards.

“ This observation appears to us the more important because it has reference to one of the most deteriorated parts of the river, and because the effects of the dam, according to our opinion, could only be beneficial to the whole régime of the Schelde, without which, indeed, we esteem a satisfactory improvement of this fine river impossible.

“ However, we think ourselves obliged to enumerate the considerations upon which our conviction reposes, and therefore for this reason we enter here into a certain development of our ideas.

“ The maintenance of tidal rivers as navigable channels reposes entirely on the system of natural scours (*chasses naturelles*). The tide introduces a certain quantity of water into the river. It bars during six hours the fresh waters of the river, so that when its own waters return to the sea by the ebb tide, it brings with it twice the ‘ *debit* ’ of the river.

“ The tidal wave enters at the mouth, propagates itself towards the interior as far as the slope of low water will permit it. Consequently, the quantity of sea water that enters into the river does not depend upon the level of the river at high water-mark, but on the successive differences between the heights of the tidal wave and the height of the waters in the river.

“ A raising of the level of high water would therefore produce no injurious effect on the quantity of sea water which at every tide fills the main Schelde.

jour, et qui, une fois l'orifice fermé par le barrage, viendra renforcer en partie le courant de marée en amont de Bath, et par suite celui du jusant en aval de ce point; car le bassin de l'Escaut oriental, au lieu de rendre à l'Escaut occidental toute l'eau qu'il en avait reçue, déverse de cette eau les deux tiers vers son propre lit, et ces deux tiers sont irrévocablement perdus pour l'Escaut occidental.

» En outre, la dérivation est cause que la marée montante s'affaiblit précisément vers les dernières heures de sa durée, époque où, sur les fleuves de la Zélande, le flot agit avec le plus d'énergie.

» Il est possible que la dérivation soit la cause que l'Escaut oriental reçoit éventuellement une partie des sables que la mer introduit dans le fleuve et qui, après l'exécution du barrage, resteront dans l'Escaut occidental ou dans celui en amont de Bath. Mais ces sables ne se déposent-ils pas en aval de Bath, dans les diverses périodes où il y a stagnation par suite de la rencontre de la marée et du jusant? Et le reste ne se dépose-t-il pas à Bath même, où le courant, par sa brusque bifurcation, perd considérablement de sa vitesse?

» Il va sans dire, d'ailleurs, que si après la construction du barrage, l'Escaut recevait moins d'eau de mer qu'à présent, il s'y introduirait aussi moins de sables, de telle sorte que, sous ce point de vue, la perte d'une quantité d'eau de marée ne nuirait pas à l'état du fleuve.

» A notre avis, l'effet du barrage sera un exhaussement du niveau de haute marée au point de séparation près de Bath; mais ceci ne saurait avoir lieu sans renforcer le courant de marée vers Anvers et celui du jusant dans l'Escaut occidental. Car, à l'exhaussement du niveau de haute marée à Bath, correspond une augmentation dans la pente de la surface, aussi bien vers l'amont que vers l'aval.

» Cette observation nous semble avoir d'autant plus d'importance, qu'il s'agit ici d'une des parties les plus détériorées du fleuve, et que les conséquences du barrage, à notre avis, ne sauraient être que salutaires à tout le régime de l'Escaut, sans lesquelles nous estimons impossible une amélioration satisfaisante de ce beau fleuve.

» Toutefois, nous nous croyons obligés d'énumérer les considérations sur lesquelles notre conviction repose, et nous allons entrer pour cette raison dans un certain développement de nos idées.

» L'entretien des rivières à marée, comme voies navigables, repose uniquement sur le système des chasses naturelles. La marée introduit une certaine quantité d'eau de mer dans la rivière. Elle barre pendant six heures les eaux du fleuve, de sorte que, lorsque ses propres eaux se rendent par le reflux en mer, elle mène avec elle deux fois le débit de la rivière.

» La vague marée, entrée par l'embouchure, se propage vers l'intérieur aussi loin que le lui permet la pente des eaux du fleuve à marée basse. Par conséquent, la quantité d'eau de mer qui entre dans la rivière ne dépend pas du niveau de celle-ci à marée haute, mais des différences successives entre les hauteurs de la vague marée et la hauteur des eaux dans la rivière.

» Un exhaussement du niveau de haute marée à Bath, n'aurait donc aucune influence nuisible sur la quantité d'eau de mer qui, à chaque marée, remplirait l'Escaut maritime.

“ The wave or undulation of the tide being propagated towards the interior, there arrives a moment when the level of the sea at the mouth commences to fall (‘ il y a étiage à l’embouchure ’). At this instant the lower part of the river being full of sea water, the ‘ bassin de chasse ’ is full.

“ In a moment afterwards the ebb commences to make itself felt at the mouth; it is the ‘ porte de chasse ’ that opens itself, and which gives to the waters introduced by the sea and to those of the river the opportunity to direct themselves towards the sea up to the time that a new tide recommences the operation. ”

“ The wave current in the maritime rivers of the North Sea has a great velocity. It shaves down the sands of the coast and deposits a large quantity in the beds of the rivers, especially at those points where it loses its velocity.

“ On account of the continual resistance opposed to it by the current of the ebb, it cannot act on the bottom of the bed; all its strength is expended in overcoming this resistance.

“ The ebb, on the contrary, finding no resistance of this kind, and gathering itself together every instant in a narrower section, acts continually on the bed. It is the ebb that deepens the passes with the waters brought in by the flood tide, augmented by the fresh waters.

“ But in order that the ebb may act freely, it is necessary that it should be interrupted as little as possible in its progress.

“ Among the obstacles met with by the ebb, there is nothing so injurious as the contractions of the bed, and the existence of sudden bends or elbows in the river.

“ The contractions and bends have for effect the obstruction of the current of the reflux, by which the slope is diminished, and in consequence thereof the velocity of the ebb is diminished, from which it results that the sand and mud brought in by the river deposit themselves above these points.

“ Contractions and quick bends equally injure the free entry of the tide, and for this reason the consequences are none the less prejudicial to the régime of the river.

“ Let us now apply these principles, which appear to us to be fundamental, and which are deduced from a profound study of the tidal rivers of the Low Countries.

“ Is it not clear that at Bath there exists not only a bend, but an excessive contraction? And this circumstance, is it not the cause that precisely at this place is found the worst channel of the river between Antwerp and the sea?

“ But, in our opinion, the Barrage of the East Schelde will improve this locality. If the Barrage is executed, what will result?

“ It is believed that the shore situated between the Barrage and the West Schelde will silt up gradually, and will be transformed into alluvial ground or ‘ schorres. ’

“ These schorres will extend themselves eventually up to the principal channel, and will form along this channel a natural embankment.

“ The ebb, being no longer able to flow over these embankments, will be obliged to act with all its energy on the pass in front of Bath, and the more

» La vague ou ondulation de la marée s'étant propagée vers l'intérieur, il arrive un moment où le niveau en mer devant l'embouchure commençant à s'abaisser, il y a étale à l'embouchure. A cet instant, la rivière inférieure étant remplie d'eau de mer, le bassin de chasse est plein.

» Au moment suivant, le reflux commence à se faire sentir à l'embouchure: c'est la porte de chasse qui s'ouvre et qui donne aux eaux introduites par la mer et à celles de l'étiage l'occasion de s'évacuer vers la mer, jusqu'à ce qu'une nouvelle marée recommence la même opération.

» Le courant de flot sur les rivières maritimes de la mer du Nord a une grande vitesse. Il rase les sables des côtes et en détache une grande quantité qu'il dépose dans le lit des fleuves sur tous les points où il perd de sa vitesse.

» A cause de la résistance continuelle que lui oppose le courant du jusant, il ne peut pas agir sur le fond du lit; toutes ses forces sont dépensées à vaincre cette résistance.

» Le jusant, au contraire, ne trouvant aucune résistance de cette nature, et se resserrant à chaque instant dans une section plus étroite, agit continuellement sur le lit.

» C'est le jusant qui creuse les passes avec les eaux que lui amène la marée, augmentées de celles de l'étiage.

» Mais pour que le jusant puisse agir librement de la sorte, il faut qu'il soit gêné aussi peu que possible dans sa marche.

» Parmi les entraves que le jusant rencontre, il n'y a rien d'aussi nuisible que les étranglements du lit et les courbes très-fortes ou très-sensibles.

» Les étranglements et les courbes ont pour effet d'obstruer le courant du reflux, de diminuer par conséquent la pente, et par suite, la vitesse du jusant en amont, d'où il résulte que les sables et le limon, charriés par le fleuve, se déposent de préférence en amont de ces points.

» Les étranglements et les courbes très-vives nuisent également à la libre entrée de la marée, et ont pour cette raison des conséquences non moins funestes pour le régime des fleuves.

» Qu'on applique maintenant ces principes qui nous paraissent fondamentaux et qui sont déduits d'une étude approfondie des fleuves à marée des Pays-Bas.

» N'est-il pas clair alors qu'à Bath il existe non-seulement un coude, mais aussi un étranglement excessif?

» Et cette circonstance n'est-elle pas la cause que c'est précisément à cet endroit que se trouve la traverse la plus sèche de tout le fleuve, entre Anvers et la mer.

» Mais, à notre avis, le barrage de l'Escaut oriental y apportera remède.

» En effet, qu'on se représente le barrage exécuté, qu'est-ce qui en résultera?

» Il est permis de croire que la plage, située entre le barrage et l'Escaut occidental, s'envasera peu à peu pour se changer insensiblement en terres labourables ou schorres.

so because the lands situated on its right bank, near Ossendrecht, raising insensibly their level above high water, the ebb will act on the width of the pass up to the moment of high water.

“ On the other hand, the tide being no longer diverted towards the East Schelde, and finding itself obliged to ascend in its entirety towards Antwerp, it is nearly certain that it will abandon the Bath Channel, and will take the pass called ‘Schaar Van de Noord,’ which, being the channel where the ebb will find the greatest slope, will also inevitably be used by the reflux.

“ It is useless to observe how the present bend at this point will be diminished, how the pass will be widened, and how vessels finding at the flux, as well as at the reflux, only a single channel, will be enabled to navigate with the greatest facility and security both up and down stream.

“ At all events, whether after the dam has been constructed there will be formed a new pass or not, it is certain that the channel will widen itself, consequently that the tide will enter more freely, and that the reflux being no longer obstructed, as at present, the state of the river at this point will be improved.”

Absence of precise engineering information.

It is regrettable to find, on a close examination of what is likely to be the effect produced on the navigable channel of the main river by the construction of a dam across its East branch, that there exists so little precise engineering information to guide an engineer's opinion in the matter. I allude especially to the absence of any record of simultaneous observations made at a number of well-chosen stations in the river of the rise and fall of the tide during every hour or half-hour of low ordinary and spring tides; to the want of a register of the velocity of the surface and under-currents, taken also simultaneously at the same stations and at the same periods of time; and to the non-existence of any statement of experiments to determine the amount of detritus held in suspension in the sea, as well as in the land waters under the various phases of the tidal and fluvial currents.

Data furnished by the Hydrographical Departments of Holland and Belgium

In the absence of this exact information, the opinion of an engineer under existing circumstances must mainly be based on the valuable hydrographical data so ably established and described by the Hydrographical Departments of Holland and Belgium. These data I have collected and classified together as concisely as I could; and as a technical opinion is only valuable in so far as it rests upon facts and figures, I think it desirable in this place to give the results of this part of my study, before proceeding to discuss the arguments made use of by the Dutch and Belgian members of the Mixed Commission in favour of their own particular views as to the effects that will be produced on the régime of the main Schelde by the damming of its Eastern branch.

» Ces schorres s'étendront par la suite jusqu'au chenal principal et formeront le long de ce chenal une digue naturelle.

» Le jusant ne pouvant plus alors s'écouler par-dessus ces digues sera forcé d'agir de toute son énergie sur la passe devant Bath, qu'il tendra à élargir. d'autant plus que les terrains situés à sa rive droite près d'Ossendrecht, élevant insensiblement leur niveau jusqu'au-dessus des hautes eaux, le jusant agira sur la largeur de la passe dès la fin de l'étale de haute mer.

» D'un autre côté, la marée n'étant plus dérivée vers l'Escaut oriental et se trouvant contrainte de remonter en entier vers Anvers, il est à peu près certain qu'elle abandonnera le chenal de Bath et remontera par la passe dite *Schaar van de Noord* qui, étant le chenal où le jusant trouvera le plus de pente, sera aussi inévitablement suivi par le reflux.

» Il est inutile d'observer comment, à la suite d'un si heureux changement, le coude actuel sur ce point sera diminué, en même temps que la passe s'élargira et que les vaisseaux, ne trouvant, aussi bien à marée montante qu'à marée descendante, qu'une seule direction de courant, navigueront avec plus de sécurité vers l'amont et vers l'aval.

» Toutefois, qu'il se forme à la suite du barrage une nouvelle passe ou non, toujours est-il, à notre avis, que le chenal s'élargira, que par conséquent la marée entrera plus librement, et que le reflux, n'étant plus obstrué comme aujourd'hui, l'état du fleuve, sur ce point, s'améliorera.

Il est regrettable d'avoir à constater, en commençant l'examen des effets probables qu'aura, sur la partie navigable du principal bras du fleuve, la construction d'une digue barrant la branche orientale, qu'il existe si peu de renseignements techniques, propres à guider l'opinion d'un ingénieur en cette matière. Je veux parler surtout de l'absence de tout recueil d'observations simultanées faites à un certain nombre d'endroits bien choisis, sur le cours du fleuve, de la montée et de la descente de la marée pendant chaque heure ou demi-heure pendant les périodes des moindres et des plus grandes marées; du manque d'un registre indiquant la vitesse des courants à la surface et sous-marins, prise simultanément aux mêmes endroits et aux mêmes époques; enfin l'absence d'une série d'expériences pour déterminer la quantité de détritiques tenus en suspension dans la mer ainsi que dans les eaux de l'intérieur dans les diverses phases des courants fluviaux et de marée.

Absence de renseignements précis

A défaut de ces renseignements précis, l'opinion d'un ingénieur, sur les circonstances existantes doit principalement être établie sur les excellentes données hydrographiques si savamment établies et décrites par les départements hydrographiques de Hollande et de Belgique.

J'ai rassemblé et classé ces données aussi brièvement que je l'ai pu, et comme une opinion technique n'a de valeur que pour autant qu'elle repose sur des faits et sur des chiffres, je crois utile de donner ici les résultats de cette partie de mon travail, avant d'arriver à la discussion des arguments employés, par les membres belges et hollandais de la commission mixte, en faveur de leurs vues respectives sur les effets que produira sur le principal bras de l'Escaut l'obstruction de sa branche orientale.

Données fournies par les Départements hydrographiques de la Hollande et de la Belgique.

Tidal Volume.

Tidal volume

The approximative values of the volume of tidal water which passes the following places has been ascertained by Mr. Stessels to equal—

	Cubic mètres.
At Flushing (No. 1)	365,000,000
Bath (No. 2)	120,000,000
Lillo (No. 3)	75,000,000
Antwerp (No. 4)	55,000,000

The volumes of Nos. 1, 3, and 4 have been obtained by actual observation; but No. 2 has only been calculated in connection with the tidal capacity of the river above and below the meridian of Bath.

A still more approximative calculation of No. 2 has been made by Captain Blommendal, who estimates that about 140,000,000 is the flood delivery at this point, without counting the 52,500,000 diverted in the East Schelde. Now, after a due consideration of the relative tidal areas of various sections of the river, above and below Bath, I am of opinion that Mr. Stessels' estimate is too low and that Captain Blommendal's is too high, and that a volume of 140,000,000 would fairly represent the quantity of water which passes the meridian of Bath during ordinary flood tides.

With regard to volume No. 1, the late Mr. Belpaire, an Engineer-in-chief of the Belgian Ponts et Chaussées, estimated that 533,000,000 of cubic mètres enter the river when the tide has a range of 4 mètres at Flushing; and Captain Blommendal has lately estimated, by calculating the extent of tidal area covered at the time of ordinary high water at Flushing and of low water near Termonde, that the volume is equal to 500,000,000 cubic mètres. My own calculation, based on Mr. Stessels' table of areas, yields 450,000,000 cubic mètres, and, as this volume is not far from being a mean of the quantities given by Messrs. Blommendal and Stessels, I shall assume it to be approximatively correct.

With this explanation I give the following figures, as representing the relative value of the volumes of the flood and ebb tides at ordinary high water: —

	At Flood Tides.	At Ebb Tides.
At Flushing	450,000,000	429,000,000
Bath	140,000,000	119,000,000
Lillo	75,000,000	75,000,000
Antwerp	55,000,000	55,000,000

*Discharge of Fresh Water.*Discharge of Fresh
Water.

According to a note received from Messrs. Maus and Boudin, I find that the discharge of fresh water at Ghent, at times of low water, is 317,088 cubic mètres in six hours; at ordinary high water, 1,397,520 cubic mètres in six

Volume d'eau de marée.

Le volume approximatif d'eau de marée, qui passe aux endroits désignés ci-dessous, a été évalué comme suit par M. Stessels :

	Mètres cubes.
A Flessingue (n° 1)	565,000,000
Bath (n° 2)	120,000,000
Lillo (n° 3)	75,000,000
Anvers (n° 4)	55,000,000

Le volume des n°s 1, 3 et 4 a été obtenu par l'observation; mais celui du n° 2 a été calculé d'après la capacité du lit du fleuve pour l'eau de marée au-dessus et au-dessous du méridien de Bath.

Un calcul plus approximatif encore du n° 2 a été fait par le capitaine Blommendal, qui estime que le flux fait passer en cet endroit environ 140,000,000 de mètres cubes, sans compter les 32,500,000 mètres cubes qui sont dirigés vers l'Escaut oriental. Après un examen attentif des profils d'eau de marée aux diverses sections du fleuve au-dessus et au-dessous de Bath, je suis d'avis que l'estimation de M. Stessels n'est pas assez élevée et que celle du capitaine Blommendal l'est trop, et qu'un volume de 140,000,000 de mètres cubes représenterait assez bien la quantité d'eau qui passe au méridien de Bath durant les marées ordinaires.

Quant au volume n° 1, feu M. Belpaire, ingénieur en chef des ponts et chaussées en Belgique, évaluait à 533,000,000 de mètres cubes la quantité qui entre dans la rivière lorsque la marée atteint 4 mètres à Flessingue, et le capitaine Blommendal a estimé récemment, par l'évaluation de la surface couverte par les eaux pendant qu'une marée ordinaire est haute à Flessingue et basse près de Termonde, que ce volume est égal à 500,000,000 de mètres cubes. Mon propre calcul, basé sur les tables de surface de M. Stessels, m'a donné 450,000,000 de mètres cubes, et, comme ce volume n'est pas loin de former la moyenne entre les quantités obtenues par MM. Blommendal et Stessels, je le considère comme approximativement exact.

Cela entendu, je donne les chiffres suivants comme indiquant la valeur relative du volume du flux et du reflux lors des hautes marées ordinaires.

	Flux.	Reflux.
A Flessingue.	450,000,000	419,000,000
Bath.	140,000,000	119,000,000
Lillo.	75,000,000	75,000,000
Anvers.	55,000,000	55,000,000

Débit d'eau douce.

D'après une note reçue de MM. Maus et Boudin, je trouve que le débit d'eau douce à Gand, quand les eaux sont basses, est de 317,088 mètres cubes en six heures; aux hautes eaux ordinaires 1,397,520 mètres cubes en six heures;

hours: at extraordinary high water, 2,086,128 cubic mètres in six hours; and that the discharge into the Schelde by its affluents, between Ghent and Antwerp at ordinary high water, is roughly estimated at 500,000 cubic mètres in the same period. By this account, therefore, the mean discharge of fresh water at Antwerp is equal to a volume of 1,897,000 cubic mètres in six hours.

Again, from information obtained from Mr. Stessels, I find that the mean discharge of fresh water at Ghent, calculated according to the mean velocity of the stream "à l'écluse de la pêche" (beyond which ordinary tides do not flow), is equal to a volume of 2,207,430 cubic mètres in six hours.

In the third place, according to the late Mr. Belpaire's estimate, the mean discharge at Antwerp is 4,520,000 cubic mètres in six hours.

Taking the mean of these conflicting statements, I assume that the discharge of fresh water at Antwerp at times of ordinary high water amounts to a volume of 3,000,000 of cubic mètres in six hours, or to 6,000,000 of cubic mètres during ordinary ebb tides in the lower part of the river.

The value of the fresh water of the Schelde as a scouring power at all tides, as compared with that of the tidal water at the same period, may be thus stated : —

At Flushing	$\frac{1}{11}$ or $1\frac{2}{11}$ per cent.	At Lillo	$\frac{1}{12}$ or $8\frac{1}{2}$ per cent
Bath	$\frac{1}{20}$ or 5 "	Antwerp	$\frac{1}{9}$ or 11 "

Tidal Area. (Derived from Mr. Stessels' Observations.)

Tidal Area.

The area of the estuary between Flushing and Bath is 18,813 hectares at low water, and 35,088 hectares at high water, or 26,951 hectares at mean sea level. The area of the river between Bath and Antwerp is 2,556 hectares at low water, 5,408 hectares at high water, or 3,882 hectares at mean sea level.

Tidal Capacity.

Tidal Capacity.

From calculations deduced from Mr. Stessels' Table of Tidal Areas at page 9 of his "Étude sur l'Escaut Maritime," and by estimating the mean range of the tide between Flushing and Bath at 5.85m., and between Bath and Antwerp at 4.00m., I find that the total capacity of the Schelde between Flushing and Antwerp is 1,204,750,000 cubic mètres, divided thus : —

Flushing to Bath, 1,050,510,000; Bath to Antwerp, 154,240,000 cubic mètres.

Note. — There are no data from which to calculate the total capacity of the river from Antwerp to Ghent.

aux eaux extraordinairement hautes, 2,086,128 mètres cubes également en six heures, et que le débit des différents affluents de l'Escaut entre Gand et Anvers, aux hautes eaux ordinaires, est estimé approximativement à 500,000 mètres cubes, toujours pendant le même temps. A l'aide de ces données, on peut évaluer le débit moyen d'eau douce à Anvers à un volume de 1,897,000 mètres cubes en six heures.

D'informations provenant de M. Stessels, il résulte que le débit d'eau douce à Gand, déduit de la vitesse moyenne du courant à l'écluse de la pêcherie (au delà de laquelle les marées ordinaires ne se font plus sentir), est égale à un volume de 2,207,430 mètres cubes en six heures.

En troisième lieu, selon l'estimation de feu M. Belpaire, le débit moyen à Anvers est de 4,320,000 mètres cubes en six heures.

En prenant la moyenne de ces divers renseignements, je suppose que le débit d'eau douce à Anvers dans les hautes eaux ordinaires s'élève à un volume de 5,000,000 de mètres cubes en six heures, ou de 6,000,000 de mètres cubes pendant la durée ordinaire du reflux dans la partie inférieure du fleuve.

La valeur relative de l'eau douce et de l'eau de marée, considérées comme une force agissant pour curer le lit du fleuve, peut être établie comme suit :

À Flessingue	$\frac{1}{11}$ ou $1\frac{1}{2}$ pour cent	A Lillo	$\frac{1}{2}$ ou $8\frac{1}{2}$ pour cent.
Bath	$\frac{1}{20}$ ou 5	Anvers	$\frac{1}{9}$ ou 11 "

Surface d'eau de marée (d'après les observations de M. Stessels).

La surface du lit du fleuve, entre Flessingue et Bath, est de 18,813 hectares à marée basse, 55,088 hectares à marée haute et 26,931, hectares au niveau moyen de la mer. La surface d'eau entre Bath et Anvers est de 2,536 hectares à marée basse, 5,408 hectares à marée haute et 3,882 hectares au niveau moyen de la mer.

Capacité de la partie maritime du lit de l'Escaut.

D'après des calculs déduits de la table de la surface des eaux donnée par M. Stessels à la page 9 de son *Étude sur l'Escaut maritime*, et en estimant l'amplitude moyenne de la marée entre Flessingue et Bath à 3,85 mètres et à 4 mètres entre Bath et Anvers, je conclus que la capacité totale de l'Escaut entre Flessingue et Anvers est de 1,204,750,000 mètres cubes, qui se divisent ainsi :

De Flessingue à Bath, 1,050,510,000, de Bath à Anvers, 154,240,000 mètres cubes.

N. B. Il n'existe aucune donnée qui permette de calculer la capacité totale du fleuve entre Anvers et Gand.

Table of Tidal
Phenomena.TABLE of Tidal Phenomena at Seven Stations between and including *Flushing and Antwerp*.

STATION.	1. Distance between Stations.	2. Total Distance above Flushing.	3. Rise above Mean Sea Level, to Mean Level of High Water.	4. Mean Range.	5. Low Water of Mean Range below and above Mean Level of Low Water.	6. High Water, Full and Change.	7. Difference of Time of High Water.	8. Resulting Velocity of the Tidal Wave per Hour.	9. High Water later than High Water at Flushing.
	Kilomètres.	Kilomètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	H. M.	H. M.	Kilomètres.	H. M.
Flushing	..	..	1.748	5.60	-0.082	0 34	—	—	—
Terneuzen.	22	22	1.750	5.78	-0.124	1 59	0 43	28.40	0 45
Weslooorden	25	45	1.766	5.95	-0.181	2 25	0 46	28.40	1 51
Bath	15	58	1.860	4.09	-0.185	5 12	0 47	28.40	2 18
Doel	11½	69½	2.024	4.09	-0.021	5 21	0 9	19.41	2 27
Lillo	2	71½	2.054	4.29	-0.111	5 55	0 12	19.41	2 59
Antwerp	14½	86	2 170	4.18	+0.080	4 12	0 59	19.41	3 18

The distances in Columns 1 and 2 have been obtained from the charts of Messrs. Blommendaal and Stessels, and have been measured along the "thalweg" of the main channel. Columns 3, 4, 5, and 6 contain the exact figures given by Mr. Stessels; and Columns 7, 8, and 9 are deduced from these figures.

Tableau comparatif des marées à sept stations entre et y compris Flessingue et Anvers.

STATIONS.	1. DISTANCE entre LES STATIONS.	2. DISTANCE TOTALE à partir DE FLESSINGUE.	3. DIFFÉRENCE entre LES NIVEAUX MOYENS de la mer et des hautes marées.	4. AMPLITUDE moyenne.	5. BASSE MARÉE isocone en dessous et au-dessus du niveau moyen de la base mer, à Ostende.	6. HEURE de MARÉE HAUTE lors des pleines et des nouvelles lunes.	7. DIFFÉRENCE entre les HEURES DE MARÉE HAUTES.	8. VITESSE de LA VAGUE MARÉE par heure.	9. TEMPS ÉCOULÉ entre LA MARÉE HAUTE à Flessingue, et LA MARÉE HAUTE à chacune des stations.
Flessingue.	Kilomètres. °	Kilomètres. °	Mètres. 1.748	Mètres. 5.60	Mètres. -0.032	H. M. 0 54	H. M. °	Kilomètres. °	H. M. °
Terneuzen	22	22	1.750	5.78	-0.124	1 59	0 45	28 40	0 45
Welseoort	25	45	1.760	5.95	-0.181	2 25	0 46	28 40	1 51
Bath	15	58	1.860	4.09	-0.185	5 12	0 47	28 40	2 18
Doel	11½	69½	2.024	4.09	-0.021	5 21	0 9	28 40	2 27
Lillo	2	71½	2.054	4.29	-0.111	5 55	0 12	19 41	2 59
Anvers	14½	86	2.170	4.18	+0.080	4 12	0 59	19 41	3 18

Les distances des colonnes 1 et 2 ont été extraites des cartes de MM. Blommendael et Stessels et ont été mesurées le long du thalweg du chenal principal.
Les colonnes 3, 4, 5 et 6 contiennent les chiffres exacts donnés par M. Stessels, et les colonnes 7, 8 et 9 sont des déductions de ces mêmes chiffres.

Tableau comparatif des marées.

Table of Surface
Velocities.

*Mean Surface Velocities in metres per Second in different parts of the Schelde, in the centre of the Main Channel,
according to recent Observations by Mr. STESSELS.*

FLOOD TIDE.

STATION.	Duration of Tide.	Tide	H. M. 0.30.	H. I.	H. M. 1.30.	H. II.	H. M. 2.30.	H. III.	H. M. 3.30.	H. IV.	H. M. 4.30.	H. V.	H. M. 5.30.	H. VI.	H. M. 6.30.	H. VII.
Flushing.	M. 5.47	M. 0.0	M. 0.95	M. 0.44	M. 0.65	M. 0.75	M. 0.82	M. 0.95	M. 1.15	M. 1.27	M. 1.52	M. 1.00	M. 0.54	M. ..	M. ..	M. ..
Bath	5.59	0.0	0.55	0.47	0.57	0.64	0.75	0.88	1.00	1.10	1.11	0.90	0.50	..	..	..
Lillo	5.45	0.0	0.50	0.45	0.50	0.56	0.60	0.85	1.00	1.07	1.01	0.89	0.40	..	..	..
Antwerp	5.59	0.0	0.47	0.66	0.74	0.75	0.95	1.10	1.22	1.15	0.99	0.76	0.07	..	..	..
Termonde	5.08	0.0	0.05	0.15	0.26	0.45	0.66	0.77	0.75	0.67	0.55	0.40	..	..	..	..

EBB TIDE.																
Flushing.	M. 6.57	0.0	0.40	0.61	0.80	1.04	1.25	1.56	1.46	1.14	0.81	0.60	0.40	0.28	0.02	..
Bath	6.25	0.0	0.45	0.70	0.95	1.09	1.16	1.25	1.17	1.05	0.96	0.74	0.57	0.55	..	..
Lillo	6.59	0.0	0.50	0.70	0.98	1.08	1.16	1.20	1.24	1.25	1.16	0.97	0.85	0.51	0.12	..
Antwerp	6.45	0.0	0.60	0.81	1.02	1.09	1.16	1.16	1.12	1.15	0.97	0.86	0.76	0.57	0.50	..
Termonde	7.16	0.15	0.51	0.54	0.75	0.85	0.89	0.95	0.95	0.97	1.00	0.96	0.94	0.86	0.77	0.50

NOTE — 0.514 metres equals a velocity of 1 mile per hour.

Tableau des vitesses moyennes à la surface, évaluées en mètres par seconde à divers points de l'Escaut, et prises au milieu du chenal principal, d'après les observations récentes de M. STESSELS.

FLUX.

STATIONS.	DURÉE du flot.	MARÉE stationnaire.	0 h. 30 m.	1 h.	1 1/2 h.	2 h.	2 1/2 h.	3 h.	3 1/2 h.	4 h.	4 1/2 h.	5 h.	5 1/2 h.	6 h.	6 1/2 h.	7 h.
Flessingue	h. m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Bath	5.47	0.0	0.35	0.44	0.05	0.75	0.82	0.05	1.13	1.27	1.32	1.00	0.54	"	"	"
Lillo	5.50	0.0	0.33	0.47	0.57	0.64	0.75	0.88	1.00	1.10	1.11	0.90	0.50	"	"	"
Anvers	5.45	0.0	0.30	0.45	0.50	0.56	0.60	0.85	1.00	1.07	1.01	0.80	0.40	"	"	"
Termonde	5.50	0.0	0.17	0.00	0.74	0.75	0.95	1.10	1.22	1.15	0.99	0.76	0.07	"	"	"
	5.08	0.0	0.05	0.15	0.20	0.45	0.66	0.77	0.75	0.07	0.53	0.40	"	"	"	"

REFLUX.																
Flessingue	0.57	0.0	0.40	0.01	0.80	1.04	1.23	1.30	1.40	1.14	0.81	0.60	0.40	0.28	0.02	"
Bath	0.25	0.0	0.45	0.70	0.05	1.09	1.16	1.25	1.17	1.05	0.96	0.74	0.57	0.35	"	"
Lillo	0.39	0.0	0.50	0.70	0.08	1.08	1.10	1.20	1.24	1.25	1.10	0.97	0.85	0.51	0.12	"
Anvers	0.45	0.0	0.60	0.81	1.02	1.00	1.10	1.16	1.12	1.15	0.97	0.86	0.70	0.57	0.50	"
Termonde	7.16	0.15	0.51	0.51	0.75	0.85	0.80	0.95	0.95	0.97	1.00	0.96	0.94	0.80	0.77	0.50

Tableau des vitesses à la surface.

N. B. 0,314 mètres équivalent à une vitesse d'un mille à l'heure.

Table of surface slope.

Surface Slope of the Schelde at different periods of the Tide.

RATE OF SURFACE SLOPE.												
TIDES.			Authority for the levels of the water at Flushing, Bath, and Antwerp.		At the moment of low water at Antwerp.		At the moment of high water at Flushing.		At the moment of high water at Flushing.			
					Level of water at Flushing.	Level of water at Bath.	Level of water at Bath.	Level of water at Antwerp.	Flushing to Bath, 88 kilometres.	Bath to Antwerp, 28 kilometres.	Rate due to a regular slope between Flushing and Antwerp, 88 kilometres.	Flushing to Bath.
Flood . . .		Captain Blommendael.	M. 1.70	M. 0.00	M. 2.04	M. 1.80	25 ¹ / ₂	10 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₀₀₀	2 ¹ / ₁₀₀	3 ¹ / ₃₃₃	1 ¹ / ₁₇₅
Flood . . .		* Mr. Stessels . . .	1.20	0.30	2.20	1.80	27 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₀₀₀	17 ¹ / ₁₀₀	1 ¹ / ₁₀₀₀	1 ¹ / ₁₇₅
Ebb . . .		* Mr. Stessels . . .	1.40	1.50			35 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₀₀₀			

* From Mr. Stessels's observations at pages 16 and 17 ("Annales des Travaux publics, tome XXI"), which, however, do not quite agree with his figures in the same paper at pages 8 and 9.

Pentes de surface de l'Escant aux diverses périodes de la marée.

MAREES.	INDICATION DES AUTRES qui ont indiqué le niveau des eaux à Flessingue, Bath et Anvers.	PENTE DE SURFACE									
		Au MOMENT DES MAREES BASSES à Anvers.		Au MOMENT DES HAUTES MAREES à Flessingue.		AU MOMENT DES BASSES MAREES à Anvers.				AU MOMENT DES HAUTES MAREES à Flessingue.	
		Niveau de l'eau à Flessingue.	Niveau de l'eau à Bath.	Niveau de l'eau à Flessingue.	Niveau de l'eau à Bath.	Flessingue à Bath. 58 kilomètres.	Bath à Anvers. 28 kilomètres.	Pente supposée régulière entre Flessingue et Anvers. 96 kilomètres.	Flessingue à Bath.	Bath à Anvers.	Pente supposée régulière entre Flessingue et Anvers.
Flux. . . .	Capitaine Blommendal .	M. 1.79	M. 0.09	M. 2.04	M. 1.80	$\frac{1}{57127}$	$\frac{1}{10460}$	$\frac{1}{44075}$	$\frac{1}{60116}$	$\frac{1}{55535}$	$\frac{1}{47716}$
Flux. . . .	* M. Stessels	1.20	0.50	2.30	1.80	$\frac{1}{64114}$	$\frac{1}{127375}$	$\frac{1}{46756}$	$\frac{1}{45965}$	$\frac{1}{70860}$	$\frac{1}{49115}$
Reflux. . . .	* M. Stessels	1.40	1.50								

* Extrait des observations de M. Stessels, pages 16 et 47 (*Annales des Travaux publics*, t. XXI) qui, toutefois, ne concordent pas absolument avec les chiffres qu'il donne aux pages 8 et 9 du même travail.

Tableau des pentes de surface.

Table of Rise and
Fall of Tides.

HOURLY Rate of Rise and Fall of Tides at —

Rise of Tide.	FLUSHING.		WELSOORDEN.		BATH.		DOEL.		LILLO.		ANTWERP.	
	Total Rise.	Rise per hour.	Total Rise.	Rise per hour.	Total Rise.	Rise per hour.	Total Rise.	Rise per hour.	Total Rise.	Rise per hour.	Total Rise.	Rise per hour.
1 hour. .	m. 0.12	m. 0.12	m. 0.42	m. 0.42	m. 0.55	m. 0.55	m. 0.48	m. 0.48	m. 0.46	m. 0.46	m. 0.67	m. 0.67
2 " . .	0.40	0.28	1.08	0.66	1.05	0.52	1.18	0.70	1.10	0.62	1.45	0.78
3 " . .	0.85	0.38	1.78	0.70	1.76	0.70	1.87	0.69	1.80	0.72	2.05	0.60
4 " . .	1.75	0.45	2.61	0.85	2.55	0.77	2.71	0.84	2.80	0.66	3.27	1.22
5 " . .	5.17	0.90	5.67	1.06	5.77	1.24	5.81	1.10	5.86	1.06	4.00	0.75
6 " . .	5.55	0.68	5.09	0.52	4.15	0.96	4.18	0.57	4.14	0.28	4.15	0.15
		0.56				0.33				0.44		
Fall of Tide.	Total Fall.	Fall per hour.	Total Fall.	Fall per hour.	Total Fall.	Fall per hour.	Total Fall.	Fall per hour.	Total Fall.	Fall per hour.	Total Fall.	Fall per hour.
1 hour. .	m. 5.15	m. 0.40	m. 5.57	m. 0.42	m. 5.61	m. 0.52	m. 5.72	m. 0.46	m. 5.55	m. 0.59	m. 5.65	m. 0.52
2 " . .	2.40	0.75	2.85	0.74	2.85	0.78	3.01	0.71	2.85	0.72	2.95	0.68
3 " . .	1.60	0.80	2.02	0.81	2.09	0.74	2.29	0.72	2.09	0.74	2.05	0.90
4 " . .	0.00	0.70	1.24	0.78	1.54	0.75	1.58	0.71	1.22	0.87	1.38	0.77
5 " . .	0.50	0.60	0.64	0.60	0.65	0.09	0.86	0.72	0.47	0.75	0.60	0.68
6 " . .	0.10	0.20	0.07	0.57	0.15	0.50	0.24	0.62	0.10	0.57	0.05	0.55
		0.10		0.07		0.15		0.24		0.10		0.05

The roman figures are taken from Mr. Stessels' paper on the Tides of the Schelde, and
The italic figures are taken from a statement furnished me by Captain Blommendal, the Chief Hydrographer of Holland.

TABLEAU indiquant, par heure, la montée et la descente de la marée à :

TEMPS de la montée.	FLESSINGUE.		WELSOORDEN.		BATH.		DOEL.		LILLO.		ANVERS.	
	Élévation totale.	Élévation par heure.	Élévation totale.	Élévation par heure.	Élévation totale.	Élévation par heure.	Élévation totale.	Élévation par heure.	Élévation totale.	Élévation par heure.	Élévation totale.	Élévation par heure.
1 heure.	m. 0.12	m. 0.12	m. 0.42	m. 0.42	m. 0.33	m. 0.33	m. 0.48	m. 0.48	m. 0.40	m. 0.40	m. 0.07	m. 0.07
2 "	0.40	0.28	1.08	0.66	1.05	0.52	1.18	0.70	1.10	0.62	1.45	0.78
3 "	0.85	0.38	1.78	0.70	1.76	0.70	1.87	0.60	1.80	0.72	2.05	0.60
4 "	1.75	0.47	2.61	0.83	2.53	0.77	2.71	0.84	2.80	0.66	3.27	1.22
5 "	3.17	0.68	3.67	1.00	3.77	1.00	3.81	1.10	3.80	0.84	4.00	0.75
6 "	3.55	1.43	5.99	0.32	4.13	0.96	4.18	0.57	4.14	0.96	4.15	0.15
		0.56				0.33				0.44		
TEMPS de la descente.	FLESSINGUE.		WELSOORDEN.		BATH.		DOEL.		LILLO.		ANVERS.	
	Déroissance totale.	Déroissance par heure.	Déroissance totale.	Déroissance par heure.	Déroissance totale.	Déroissance par heure.	Déroissance totale.	Déroissance par heure.	Déroissance totale.	Déroissance par heure.	Déroissance totale.	Déroissance par heure.
1 heure.	m. 5.15	m. 0.40	m. 5.57	m. 0.42	m. 5.61	m. 0.52	m. 5.72	m. 0.40	m. 5.55	m. 0.59	m. 5.65	m. 0.52
2 "	2.40	0.75	2.85	0.74	2.85	0.78	3.01	0.71	2.85	0.72	2.95	0.68
3 "	1.00	0.80	2.02	0.81	2.09	0.74	2.29	0.72	2.09	0.71	2.05	0.90
4 "	0.90	0.70	1.24	0.78	1.34	0.75	1.58	0.71	1.22	0.87	1.28	0.77
5 "	0.50	0.60	0.64	0.60	0.65	0.69	0.86	0.72	0.47	0.75	0.60	0.68
6 "	0.10	0.20	0.07	0.37	0.15	0.50	0.24	0.62	0.10	0.57	0.05	0.55
		0.10		0.07		0.15		0.24		0.10		0.05

Les chiffres romains proviennent du travail de M. Stessels sur les marées de l'Escaut, et les chiffres italiques, de renseignements qui m'ont été fournis par le capitaine Blommedal, hydrographe en chef de Hollande.

Tableau de la montée et de la descente de la marée.

Table of Widths,
Areas, and Depths.

WIDTHS, AREAS, and DEPTHS, of Various Sections of the River from Flushing to Antwerp.

Authority, Mr. STRESSELS.

POSITION OF PROFILE.	Distance from Flushing.	Mean Tide Level.			Width.		Surface of the Section at Low Water.	Over the Low Water width.	Between High Water and the level of the Foreshore.	Total of Tidal Water.	Average Depth.	Maximum Depth.
		Low Water.	High Water.	High Water.	Low Water.	High Water.						
Flushing and Breskens	Kilomètres. ..	m. 0.05	m. 5.55	m. 4.870	m. 4.275	m. 4.870	m. 65,515	m. 15,550	m. 1,100	m. 10,499	m. 14.81	m. 20.0
Ellewoutsdyk, Keet of the new Polder	18.50	0.10	5.05	4,950	2,900	4,950	54,450	14,852	1,842	10,004	11.52	52.0
Waarde Oude troofdi beacon.	40.74	0.19	5.74	5,050	5,000	5,050	52,490	11,790	60	11,850	10.85	52.0
Meridian of the Polder beacon	55.50	0.19	5.81	9,760	1,690	9,760	10,980	6,760	10,140	22,000	6.00	17.2
Eclusier Prosper, right beacon	67.00	0.10	4.00	9,570	1,190	9,570	6,410	4,225	2,700	7,015	5.58	15.0
Doel Kruisweg	71.50	0.05	4.07	1,445	535	1,445	4,104	2,275	1,267	5,342	7.50	16.0
Liefkenshoek (Lillo)	75.46	0.11	4.18	840	745	840	5,962	5,196	157	5,555	7.00	15.2
Lower corner of Fort Pearl	78.01	..	4.20	747	657	747	4,005	2,675	111	2,780	6.28	10.1
Blue House	81.70	0.08	4.24	798	685	798	5,412	2,857	91	2,928	4.97	11.7
Austruweel	87.00	0.00	4.28	447	565	447	2,527	1,555	97	1,050	0.57	11.0
New docks at Antwerp	88.16	..	..	550	500	550	4,595	2,100	41	2,141	9.19	17.5

Tableau des largeurs, surfaces et profondeurs de diverses sections du fleuve de Flessingue à Anvers.

Autorité : M. STESSELS.

POSITION DU PROFIL.	Distance de FLESSINGUE.	NIVEAU MOYEN		LARGEUR		SURFACE du profil de l'eau à marée basse.	SURFACE du profil de l'eau entre les hautes de basse mer.		TOTAL de la section verticale d'eau.	PROFONDEUR	
		à marée basse.	à marée haute.	à marée basse.	à marée haute.		entre les hautes de basse mer.	entre la basse de basse et celle de haute mer.		moyenne	maximum.
Flessingue et Breskens.	Kilomètres.	m.	m.	m.	m.	m ² .	m ² .	m ² .	m ² .	m.	m.
Ellewouts-dyk, nouveau polder.	18.50	0.05	3.55	4.975	4.870	65,515	15,590	1,109	10,409	14.81	20.0
Phase de Waarde-Oude	40.74	0.10	3.65	2,990	4,950	54,450	14,852	1,842	10,094	11.52	32.0
Phase du méridien du polder.	35.50	0.19	3.74	5,000	5,050	52,490	11,740	60	11,850	10.55	32.0
Phase de droite de l'écluse Prosper	67.00	0.19	3.81	1,690	9,700	10,380	6,760	16,140	22,900	6.09	17.2
Kruisweg de Doel	71.50	0.10	4.00	1,190	2,570	6,410	4,925	2,700	7,015	5.58	15.0
Liefkenshoek (Lillo).	75.46	0.05	4.07	555	1,455	4,104	2,375	1,967	5,542	7.59	16.0
Coin inférieur du fort Pearl	78.01	0.11	4.18	745	840	5,262	3,190	137	5,555	7.06	15.2
Maison bleue.	81.70	"	4.24	637	747	4,005	2,075	111	2,780	6.98	16.1
Austruweel	87.00	0.06	4.24	885	708	5,412	2,857	91	2,928	4.97	11.7
Nouveaux docks à Anvers.	88.16	0.08	4.28	565	447	2,527	1,555	97	1,650	6.37	11.0
		"	"	500	550	4,503	2,100	41	2,141	9.19	17.5

Tableau des largeurs, surfaces et profondeurs de l'Escaut.

Bars.

Bars.

There are no bars at the mouth of the Schelde, and in the principal channel, the "Wielingen," ⁽¹⁾ to the seaward of Flushing, the depth is never less than from 8 to 9 mètres at low water.

Between Flushing and Antwerp there are several shifting shoals in the main channel, the names of the principal of which, with the depths on them at mean low water, are given in the following statement:—

NAMES OF THE SHOALS.	Depth in 1863.	Depths in 1867.	
	According to the Belgian Hydrographer.	According to the Belgian Hydrographer.	According to the Dutch Hydrographer.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Red Buoy at Barland	5.7	5.8	5.5
Below Zuidergat	8.0	5.6*	..
Valkenisse	6.7	6.5	6.0
Bath	6.2	4.5*	..
Santyllet	5.4	6.0	4.8
Above Liefkenshoek	9.0	7.8	..
Below Fort Pearl	7.0	7.6	..
Above Fort Philip	7.4	5.4*	..
Draijende Sluis	7.5	6.2	..
Boernine Sluis	6.4	6.4	..
Antwerp Canal St. Peter.	6.4	6.4	..

* These shoals do not extend quite across the river. Below Zuidergat there is a narrow channel 7.0 mètres deep at the side of the shoal; at Bath, 6.2 mètres; and above Fort Philip, 6.4 mètres.

Navigable Depth from Flushing to Antwerp.

Navigable Depth.

The worst shoal between these places is at Bath, where the depth has lately been reduced to 4.50 mètres at low water, and consequently to 8.59 mètres at high water.

Thus at the present time there is a navigable depth everywhere in the main channel of the Schelde between Antwerp and the sea of $14\frac{3}{4}$ feet at ordinary low water, and of 28 feet at ordinary high water.

(1) "The Wielingen Channel, or the French Pass, is an excellent Channel, and by far the best passage into the Schelde. It is bounded by the Blankenburg flats to the southward, until they fall in with the north shore of Cadzand Island, and to the northward by the Ribzand and Rompel. The Channel, therefore, may be said to begin abreast Blankenburg, and to run in an east by south direction, about eighteen miles to Flushing. Its breadth is generally $4\frac{1}{2}$ miles, and it has nowhere in mid-channel less than 5 fathoms, which depth will also be found in the entrance. Proceeding inwards, the water increases in depth, and throughout its whole extent the Channel has soft ground."—"North Sea Pilot" for 1865.

Barres.

Il n'y a point de barres à l'embouchure de l'Escaut et le chenal principal, le « Wielingen ⁽¹⁾ » entre Flessingue et la mer, n'a jamais moins de 8 à 9 mètres de profondeur à marée basse. Barres.

Entre Flessingue et Anvers, il y a plusieurs bancs de sable qui se déplacent dans le chenal principal. L'indication des principaux d'entre eux, avec les hauteurs d'eau dont ils sont couverts à marée basse moyenne, est fournie par le tableau suivant :

NOMS DES BANCs DE SABLE.	PROFONDEUR EN 1865.	PROFONDEURS EN 1867.	
	Suivant L'HYDROGRAPHE belge.	Suivant L'HYDROGRAPHE belge.	Suivant L'HYDROGRAPHE hollandais.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Bouée rouge à Barland	5.7	5.8	5.5
Au-dessous de Zuidergat	8.0	5.8*	"
— Valkenisse	6.7	6.5	6.0
— Bath	6.2	4.5*	"
— Santvliet	5.4	6.0	4.8
Au-dessus de Liefkenshoeck	9.0	7.8	"
Avant le fort Pearl	7.0	7.6	"
Au-dessus du fort Philippe	7.4	5.4*	"
Draeiende Sluis	7.5	6.2	"
Roernine Sluis	6.4	6.4	"
Canal St-Pierre, à Anvers	6.4	6.4	"

* Ces hauts fonds n'occupent pas toute la largeur de la rivière. Au-dessus de Zuidergat, il existe un étroit chenal d'une profondeur de 7 mètres, à côté du banc; à Bath, 6.2 mètres et au-dessus du fort Philippe, 6.4 mètres.

Profondeurs des passes navigables entre Flessingue et Anvers.

Les plus mauvais bancs entre ces deux localités sont situés à Bath où la profondeur a été réduite récemment à 4.50 mètres à marée basse, soit à 8.59 mètres à marée haute.

Ainsi, il y a partout en ce moment, dans le chenal principal de l'Escaut, entre Anvers et la mer, une profondeur navigable de $14\frac{3}{4}$ pieds à marée basse ordinaire, et de 28 pieds à marée haute ordinaire.

(¹) Le chenal Wielingen ou passe française est un excellent chenal et de beaucoup le meilleur pour entrer dans l'Escaut. Il est limité au sud par les hauts fonds de Blankenberghe, jusqu'à ce que ceux-ci rencontrent la côte nord de l'île de Cadzand et au nord le Ribzand et le Hompel. Le chenal peut donc être considéré comme commençant à la hauteur de Blankenberghe et il se dirige vers le sud-est, pendant 18 milles, jusqu'à Flessingue. Sa largeur est généralement de un mille et un quart, et nulle part il ne compte au milieu moins de cinq fathoms (*) de profondeur, que l'on trouve également à l'entrée. A mesure qu'on avance, la profondeur augmente, et sur tout son parcours, le chenal a un fond peu résistant. (*North Sea Pilot* pour 1865).

(*) 1 fathom = 1^m,83; 5 fathoms = 9^m,15.

Nature of the River Bed.

Nature of the River
Bed.

The bed of the West and East Schelde is everywhere composed of fine sand, but this sand is occasionally mixed with a little mud, especially in great depths, in the false passes, or "culs de sac," called "schaar" and at the salient angles of sudden bends in the river's course.

At the sides of the river where the current has but little energy, the sand is rapidly covered with successive layers of mud; these deposits are called "schor" when their level is nearly equal to that of high tides.

Winds and Tides.

Winds and Tides.

The range of the tide at various sections between Flushing and Antwerp has already been given in the Table of Tidal Phenomena. The height of the tide, as well as its duration, are naturally greatly influenced by the winds, those blowing from seaward giving the greatest range and duration of tide, and from north-east to south-south-west the least.

The highest tide recorded this century occurred on the 4th of February, 1823, when the level it attained was very remarkable, as will be seen by the following statement, which is taken from Mr. Stessel's hydrographic description of the river :—

STATION.	High water, Feb. 4, 1823.	Ordinary high water.	Difference.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Flushing	5.70	5.85	1.85
Liefkenshoek (Lillo)	7.12	4.48	2.61
Antwerp	6.67	4.65	2.04

West Schelde.

Description of the
West Schelde.

The Schelde between Flushing and Doel possesses much more of the characteristics of an arm of the sea than of what is generally understood by a tidal estuary or a tidal river, as is shown by the following facts :—

1. The low-water slope is almost imperceptible.
2. The tide is propagated from Flushing to Doel, a distance of 43 English statute miles, in 147 minutes, which gives a resulting velocity of $17\frac{1}{2}$ miles per hour.
3. The form of the tidal wave at Bath, which is situated at 36 miles from Flushing, is that of an ocean wave, its ebb and flow being of equal duration.
4. The average width of this part of the Schelde is 3 miles at high water, and $1\frac{1}{2}$ miles at low water, and its mean depth at this latter period is 32 feet.

Nature du lit du fleuve.

Le lit de l'Escaut oriental et de l'Escaut occidental est partout composé de sable fin, mêlé parfois d'un peu de vase surtout dans les grandes profondeurs. dans les fausses passes ou culs-de-sac, dites « Schaar » et sur la rive convexe des coudes brusques qui se rencontrent sur le cours du fleuve.

Sur les bords, où le courant n'a que peu de force, le sable est rapidement couvert de couches successives de vase; ces dépôts sont appelés « schor » quand leur niveau atteint à peu près celui des hautes marées.

Vents et marées.

L'amplitude de la marée à diverses stations entre Flessingue et Anvers a déjà été donnée dans le tableau comparatif des marées. La hauteur de la marée ainsi que sa durée sont naturellement beaucoup influencées par les vents; ceux qui soufflent du côté de la mer donnent la plus grande hauteur et la plus grande durée; ceux qui soufflent du nord-est au sud-sud-ouest produisent un résultat contraire.

La plus forte marée qu'on ait observée dans ce siècle est celle du 4 février 1825; le niveau atteint en cette occasion était très-remarquable, comme le prouvent les renseignements suivants extraits de la description hydrographique du fleuve, par M. Stessels.

STATIONS.	HAUTE MARÉE du 4 février 1825.	HAUTE MARÉE ordinaire.	DIFFÉRENCE.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Flessingue	5.70	5.85	1.85
Liefkenshoek (Lillo)	7.12	4.48	2.64
Anvers.	6.67	4.65	2.04

Escaut occidental.

L'Escaut entre Flessingue et Doel ressemble plutôt à un bras de mer qu'à l'embouchure d'un fleuve à marée, comme le prouvent les observations suivantes :

Description de l'Escaut
occidental.

1. La pente à marée basse est presque imperceptible.
2. La marée parcourt la distance qui sépare Flessingue et Doel, ou 43 milles légaux anglais en 147 minutes, ce qui donne une vitesse de $17 \frac{1}{2}$ milles à l'heure.
3. La forme de la vague marée à Bath, localité située à 56 milles de Flessingue, est celle d'une vague de l'Océan; son flux et son reflux étant d'égale durée.
4. La largeur moyenne de cette partie de l'Escaut est de 3 milles à marée

Lastly, the proportion of the volume of salt water brought in by the flood tide, as compared with the discharge of fresh water from the Schelde and its affluents, is 130 to 1 at Flushing, 46 to 1 at Bath, and 26 to 1 at Doel.

The Schelde, even between Doel and Antwerp, also partakes more of the character of an arm of the sea than of a river, but not to the same degree as the lower section just described.

1. The distance between Doel and Antwerp is $10\frac{1}{2}$ miles. and throughout this length the low water slope is also barely appreciable.

2. The tide between these places is propagated in 31 minutes, or at the rate of 12 miles per hour.

3. The outline of the tidal wave at Antwerp is not so favourable as at Bath; its range is 6 inches less than at Doel, ⁽¹⁾ and the duration of its ebb exceeds that of the flood by 66 minutes.

4. The average width of the Schelde between Doel and Antwerp is 2,500 feet at high water, and 1,640 feet at low water, and its mean depth at low water is 23 feet, and—

Lastly, the proportion of fresh water at Antwerp is but one-eighteenth of the volume of salt water which every twelve hours is carried past that city.

East Branch of the Schelde.

Description of the East
Branch of the Schelde.

This branch, which in ancient times was the principal channel of the Schelde, is now so shallow that at the Hetland Shoal the navigable depth at ordinary high tide is only from 8 to 9 feet, at neap tides with east winds 6 feet, and at high spring tides with west winds, from 11 to 12 feet; and at this part of the East Schelde its entire width can be crossed over dryshod at low water. The phenomena of the tides in the East Schelde have already been noticed in the Report of the International Commission.

At the point where the dam is being constructed the width is 11,808 feet, and its greatest depth is $16\frac{1}{2}$ feet at high water; and when I visited the ground on the 15th of February last, I found that 3,280 feet of this work had already been constructed from the east bank of the river in the direction of Flushing, and that hopes were entertained of being able to complete it before the end of the present year. The seat of the embankment is composed of fine sand, and towards the centre of the channel there is no trace whatever of recent deposit; indeed, it is generally believed, both in Holland and Belgium, that there has been no sensible diminution in the depth of the East Schelde for at least a century.

⁽¹⁾ The tide has the greatest range at Lillo, $4\frac{1}{4}$ mile above Doel. The range at Flushing is $11\frac{3}{4}$ feet; at Lillo, 14 feet; and at Antwerp, $15\frac{3}{4}$ feet.

haute et de $1 \frac{1}{2}$ mille à marée basse, et sa profondeur moyenne également à marée basse est de 32 pieds.

Enfin, la proportion de volume d'eau salée apportée par le flux, comparée au volume d'eau douce provenant de l'Escaut et de ses affluents est de 130 contre 1 à Flessingue, 46 contre 1 à Bath et 26 contre 1 à Doel.

L'Escaut, même entre Doel et Anvers, a plutôt l'aspect d'un bras de mer que d'un fleuve, mais pas au même degré que dans la partie inférieure que nous venons de décrire.

1. La distance entre Doel et Anvers est de $10 \frac{1}{2}$ milles et sur ce parcours la pente à marée basse est également à peine appréciable.

2. La marée se propage entre ces localités en 51 minutes, soit avec une vitesse de 12 milles à l'heure.

3. Le profil de la vague marée à Anvers n'est pas aussi favorable qu'à Bath. Son amplitude a 6 pouces de moins qu'à Doel (1) et le temps du reflux excède de 66 minutes celui du flux.

4. La largeur moyenne de l'Escaut entre Doel et Anvers est de 2,300 pieds à marée haute et de 1,640 pieds à marée basse; sa profondeur moyenne à marée basse est de 23 pieds.

Enfin, la proportion d'eau douce à Anvers n'est que d'un dix-huitième du volume de l'eau salée qui pendant chaque période de douze heures passe devant cette ville.

Branche orientale de l'Escaut.

Cette branche qui, dans l'ancien temps, était le principal chenal de l'Escaut, est maintenant si peu profonde, qu'au haut fond d'Hetland, la partie navigable n'a, à marée haute ordinaire, que 8 à 9 pieds, à marée haute de morte eau avec vent d'est, 6 pieds, et à haute marée de syzygie avec vent d'ouest, de 11 à 12 pieds; dans cette partie de l'Escaut oriental, le lit du fleuve peut être traversé à pied sec à marée basse. Les phénomènes de la marée dans l'Escaut oriental ont déjà été indiqués dans le rapport de la commission internationale.

Description de la
branche orientale
de l'Escaut.

Au point où le barrage projeté pour le passage du chemin de fer doit être construit, la largeur est de 11,808 pieds, et la plus grande profondeur est de $16 \frac{1}{2}$ pieds à marée haute. Quand j'ai visité les lieux, le 15 février dernier, j'ai vu que 3,280 pieds de cet ouvrage étaient déjà construits, à partir de la rive droite du fleuve dans la direction de Flessingue, et j'ai appris qu'on avait l'espoir de le terminer avant la fin de l'année courante. A l'emplacement du barrage, le sol est composé de sable fin, et, vers le centre du chenal, il n'y a aucune trace de dépôt récent. On admet généralement, en Hollande comme en Belgique, qu'il n'y a pas eu de diminution sensible dans la profondeur de l'Escaut oriental depuis au moins un siècle.

(1) La marée a sa plus grande amplitude à Lillo, $1 \frac{1}{2}$ mille au-dessus de Doel. A Flessingue elle est de $11 \frac{3}{4}$ pieds, à Lillo de 14 pieds et à Anvers de $13 \frac{3}{4}$ pieds.

Changes in the Channel of the West Schelde.

Changes in the Channel
of the West Schelde.

That certain parts of the West Schelde have deteriorated within recent years is beyond a doubt; but data are wanting to prove whether or not the general depth has diminished. It appears from the representations of the Dutch Commission of April 1866, that in the profile between Flushing and Breskens there has been an improvement in the sectional area, during the forty years ending in 1865, of 1.22 per cent.; and in the profile between West Kappel and the Sluissche Gat to the seaward of Flushing, an improvement of 4.3 per cent. As the changes of depth at the mouths of large open-mouthed estuaries like the Schelde are more affected by a combination of sea currents than by the regular action of the tides, the slight improvement noticed at the mouth cannot of course be taken as a criterion of a corresponding improvement in the general depth of the estuary itself. Since Mr. Beaumonts Beaupré's survey of 1799-1800 (which I have had the opportunity of comparing with the recent charts, through the kindness of Captain Blommendal), I find that at Barland, which is situated midway between Flushing and Bath, the depth has diminished from 42 to 18 feet; that in the main channel at Bath and Santvliet, where there used to be a depth of 52 feet and 20 feet, there is now only 15 feet and 16½ feet respectively. The deterioration at Bath has evidently been caused by the growth of the Santvliet bank, which has pushed the channel to the north, and consequently, by decreasing the radius of the bend at this point, has made the navigation gradually more difficult.

I have not come to any conclusion as to how far the above deteriorations may be due to purely natural causes, to diversions of fresh water in the upper part of the river, or to the conversion of parts of the foreshore of the estuary into cultivable land; neither have I formed any opinion as to the merits of the various plans which have, from time to time, been proposed with the sole view of improving certain deteriorated parts of the Schelde by the construction of works of art.

Discussion of the ques-
tion at issue.

With the foregoing details for your Lordships' information and for my own guidance, I shall now proceed to state the conclusions I have drawn from them, and to notice the chief arguments which have been advanced in favour of their own particular views by the promoters of the dam scheme on the one hand and by its opponents on the other.

It is allowed by both parties that the due maintenance of the depths of large estuaries, such as that of the Schelde below Doel, is almost entirely dependent on the regular action of the tidal waters, and, consequently, all are agreed in admitting, as a general principle, that the rigid conservation of the whole volume of the tidal flow is of primary importance in all matters which refer to the improvement of tidal channels.

As there is no difference of opinion on this important point, it is needless for me to quote the published opinions of the eminent engineers who have ever been guided by the same theory, and who have, therefore, been the most successful in their treatment of tidal channels. The real question at

Changements dans le chenal de l'Escaut occidental.

Que certaines parties de l'Escaut occidental se soient détériorées depuis quelques années, c'est ce qui ne peut être mis en doute, mais les données manquent pour établir si la profondeur générale a ou n'a pas diminué. Il paraît, d'après les observations de la commission hollandaise d'avril 1866, que dans le profil entre Flessingue et Breskens, une amélioration de 1.22 pour cent dans la surface du profil a été constatée pendant la période de 40 années se terminant en 1865, et, dans le profil entre West-Kappel et le Sluissche-Gat, jusque vers la mer à Flessingue, une amélioration de 1.3 pour cent. Les changements de profondeur dans de larges embouchures comme celle de l'Escaut étant produits plutôt par une combinaison de courants marins que par l'action régulière des marées, la légère amélioration constatée à l'embouchure ne peut évidemment pas être considérée comme la preuve d'une amélioration générale dans la profondeur de cette partie du fleuve. Depuis l'exécution des plans de M. Beauteemps-Beaupré, en 1799-1800 (plans que j'ai eu occasion de comparer avec les cartes modernes, grâce à l'obligeance du capitaine Blommendal), j'ai trouvé qu'à Barland, qui est situé à mi-chemin entre Flessingue et Bath, la profondeur a diminué de 42 à 18 pieds, que dans le chenal principal, à Bath et à Santvliet, où il y avait une profondeur de 32 et de 20 pieds, il n'y a plus maintenant que 15 et 16½ pieds respectivement. La détérioration à Bath a été causée évidemment par le développement qu'a pris le banc de Santvliet, qui a fait reculer le chenal vers le nord et par conséquent a diminué le rayon de la courbe sur ce point et rendu la navigation graduellement plus difficile.

Changements dans le chenal de l'Escaut occidental.

Je ne suis point parvenu à pouvoir décider la question de savoir si ces détériorations doivent être attribuées à des causes naturelles, à la dérivation d'eau douce dans la partie supérieure de la rivière, ou à la mise en culture de certaines parties du lit du fleuve. Je ne me suis point non plus formé d'opinion sur le mérite des différents plans qui ont, de temps à autre, été proposés dans le seul but d'améliorer certaines parties détériorées de l'Escaut, par la construction de travaux d'art.

Après avoir établi les détails qui précèdent pour l'information de Votre Seigneurie et pour me servir de guide à moi-même, je vais maintenant faire connaître les conclusions que j'en ai tirées et les principaux arguments qui ont été mis en avant, à l'appui de leurs vues particulières, par les promoteurs et par les adversaires du projet de barrage.

Discussion de la question contestée.

Il est admis par les deux parties que le maintien de la profondeur de l'Escaut, en dessous de Doel, est dû à peu près entièrement à l'action régulière des marées, et, en conséquence, tous admettent, comme principe général, que la conservation rigoureuse du volume complet des eaux de la marée est de la plus haute importance pour tout ce qui concerne l'amélioration des passes navigables.

Comme il n'existe aucune divergence sur ce point important, il est inutile que je cite les opinions publiées par les éminents ingénieurs qui ont pris pour guide cette même théorie, et qui ont par conséquent le mieux réussi dans les

issue is not as to the absolute value of a certain amount of tidal water as a scouring and maintaining power, but refers solely to the tendency of a proposed artificial barrier across the chief branch of the West Schelde to increase or diminish that power, a diminution being regarded by both sides as a positive evil.

In the extracts already given from the Report of the International Commission of September last, it will be noticed that at ordinary high tides 32,500,000 of cubic mètres of water enter the East Schelde at Bath, and that of this quantity only 11,500,000 return to the West Schelde during the succeeding ebb tide. The promoters of the dam call this operation a bleeding ("saignée") of the West Schelde, inasmuch as a volume of 21,000,000 which enters the East Schelde every tide never returns to the West Schelde, and they affirm that the dam will, ultimately, cause the whole of the displaced 11,500,000 to ascend towards Antwerp, as well as the greatest part of the 21,000,000 that now escapes to the sea by the East Schelde.

In support of this assertion they maintain that the effect of the dam will be to raise the level of high water at the point of separation near to Bath, and that this cannot be done without strengthening the flood current towards Antwerp as well as the ebb current in the West Schelde, "because a raising in the level of high water at Bath will give a corresponding augmentation of the surface slope upwards as well as downwards."

Now, with regard to this argument, it will be noticed that although the Dutch members of the Commission assume that in consequence of the raised level of the water at Bath there will be a quickened flood current from that point upwards as well as downwards, no mention whatever is made of the counter effects which will be produced by a diminished slope, and, consequently, by a diminished current from Flushing to Bath. This omission is too important not to be more specially referred to hereafter; but for the moment I would here suppose, for the purpose of illustration, the impossible case of a raised level at Bath (which could alone account for the storage of the displaced 32,500,000) without any practical alteration in the force of the surface currents.

Let it be assumed, then, that after the dam is constructed every particle of water which now enters at Flushing will still enter, that the tidal currents will not be appreciably altered, and that the entire volume of the 32,500,000 cubic mètres, which has been excluded from the East Schelde, will, on account of the raised level at Bath, be spread over the whole of the tidal surface between Ghent and the sea; the question would then arise as to the proportion of space that the displaced water would occupy in the upper and lower sections of the river, viz., above and below Bath. (1)

To answer this question correctly it is necessary to ascertain the relative values of the tidal surface of each section; but as observations have only been

(1) As some of the advocates of the dam consider that the anticipated raised level of the tide at Bath will be felt up to Ghent, which is situated at 108 miles from Flushing, and beyond which the tide does not flow, it is but logical to assume, also, that in like manner it will make itself felt downwards as far as the sea.

travaux des rivières à marée. La question de navigation en discussion ne porte point sur la valeur absolue d'une certaine quantité d'eau de marée considérée comme une force nécessaire pour curer et maintenir les passes, mais se rapporte à l'effet que le barrage artificiel de l'Escaut oriental, bras principal de l'Escaut occidental, exercera pour augmenter ou diminuer cette force, une diminution étant considérée comme un mal incontestable par les deux parties.

Par les extraits déjà donnés du rapport de la Commission internationale de septembre dernier, on remarquera qu'à marée haute ordinaire, 52,500,000 mètres cubes entrent dans l'Escaut oriental à Bath, et que sur cette quantité seulement 11,500,000 retournent dans l'Escaut occidental au reflux suivant. Les promoteurs du barrage appellent cette action une saignée faite à l'Escaut occidental, puisqu'un volume de 21,000,000 de mètres cubes entre dans l'Escaut oriental à chaque marée, pour ne plus revenir dans l'Escaut occidental, et ils affirment que le barrage forcera les 11,500,000 mètres cubes à se diriger sur Anvers, de même que la plus grande partie des 21,000,000 qui maintenant retournent à la mer par l'Escaut oriental.

A l'appui de cette assertion, ils prétendent que l'effet du barrage sera de relever le niveau de la marée haute au point de séparation des deux branches près de Bath, et que cet effet ne saurait se produire sans accélérer le courant du flux vers Anvers, aussi bien que le courant du reflux dans l'Escaut occidental, « parce qu'une élévation de la marée haute à Bath donnera une augmentation correspondante à la pente de surface en amont, aussi bien qu'en aval. »

En ce qui concerne cet argument, on remarquera que les membres hollandais de la Commission, tout en prétendant que l'élévation du niveau de l'eau à Bath produira un courant plus rapide au-dessus comme en dessous, ne font aucune mention des effets contraires qui seront produits par une moindre pente, et conséquemment un courant plus faible entre Flessingue et Bath. Cette omission est trop importante pour ne pas y revenir plus loin d'une manière spéciale; mais, pour le moment, je supposerai, pour élucider la question, le cas impossible d'une élévation de niveau à Bath (qui pourrait seule expliquer l'emmagasinement des 52,500,000 mètres cubes déplacés), sans aucune altération pratique dans la force des courants de la surface.

Supposons donc, qu'après la construction du barrage, chaque goutte d'eau qui entre maintenant à Flessingue continuera à y entrer, que les courants de la marée ne seront pas sensiblement modifiés et que le volume entier des 52,500,000 mètres cubes qui auront été exclus de l'Escaut oriental, seront, par suite de l'élévation du niveau à Bath, répandus sur toute la surface du fleuve, de Gand à la mer. La question serait alors de savoir dans quelle proportion l'eau déplacée se partagerait entre les deux sections, inférieure et supérieure du fleuve, c'est-à-dire au-dessous et au-dessus de Bath (1).

(1) Comme quelques-uns des partisans du barrage considèrent que l'élévation du niveau qu'ils prévoient à Bath pourra faire sentir ses effets jusqu'à la ville de Gand, qui est située à 108 milles de Flessingue, et au delà de laquelle la marée n'est plus sensible, il n'est que logique de supposer aussi que, de la même manière, cette élévation se fera sentir jusqu'à la mer.

made of the extent of tidal area between Flushing and Antwerp, the tidal space between the latter and Ghent can only be roughly estimated. To accomplish this it appears to me a liberal award to apportion to the length above Antwerp an amount equal to that which has been calculated for the distance between that city and Bath. Now, the tidal area between these two points at mean sea level being 3,882 hectares, the whole tidal space from Bath to Ghent, according to this calculation, would be 7,764 hectares; and as the tidal area below Bath at the same level is 26,951 hectares, the proportion that the upper would bear to the lower section would be as 2 to 7, or, in other words, 9,000,000 of the displaced 32,500,000 cubic mètres would be found above Bath and 23,500,000 cubic mètres below Bath. (1) The effect of such a change, if it be for the present admitted, would be to benefit the upper section of the river; for from Ghent downwards there would be a gradual increase in the amount of the tidal flow and ebb which, near to the Belgian frontier, would be equal to a volume of 9,000,000 cubic mètres every six hours. The section below Bath, on the contrary, would be impoverished at the meridian of Bath, by the loss of a volume of nearly 23,500,000 cubic mètres at flood tide, and of 2,500,000 cubic mètres at ebb tides; although lower down this loss would be gradually recovered, until at Flushing the strength of the flood tide would be as great as ever, and that of the ebb tide would be increased by the volume of 21,000,000 cubic mètres which now escapes to the sea by the East Schelde.

Again, I would here advance another hypothesis, which regards from another point of view the effects which might be produced on the régime of the river, if the whole of the displaced 32,500,000 cubic mètres of water, found its way above Bath after the construction of the dam.

Suppose that in the actual state of things, a storm at sea gave to the tidal wave ascending the Schelde an extraordinary rise, and that the storm ceased when this extraordinary tide was at its greatest height at one of the higher stations of the river, say at Antwerp, this raised level of high water would cause the velocity of the ebb current to be greater than usual, and would also cause a larger volume of water than ordinary to be discharged into the sea.

The following flood-tide which meets this extraordinary rapid ebb would be retarded in its progress, and consequently its volume would be less than usual. This reduction of volume would impoverish the river, and the sum of the volumes discharged by the augmented ebb, and the diminished flood which follows, would cause the level of high tide at Antwerp to fall lower than the extraordinary high tide which preceded it.

If the first tide that followed the latter still ranged higher than usual, the

(1) If the level of ordinary high water had been assumed instead of mean sea level, the disproportion of course would have been still greater. The area at mean sea level is also more easily estimated than the amount of surface which is covered at the moment of high water at Flushing, and of low water at a point on the river nearly midway between Antwerp and Ghent.

Pour répondre d'une manière précise à cette question, il est nécessaire de connaître les surfaces couvertes par l'eau de marée dans chaque section; mais comme il n'existe d'observations pour déterminer cette surface qu'entre Flessingue et Anvers, celle qui existe entre cette dernière ville et Gand ne peut être évaluée qu'approximativement. Pour faire cette évaluation, il me semble que c'est être large que d'accorder à la partie du fleuve, au-dessus d'Anvers, une surface égale à celle qui a été calculée entre cette ville et Bath. Or, la surface entre ces deux derniers points, au niveau moyen de la mer, étant de 3,882 hectares, toute la surface cherchée entre Bath et Gand serait, d'après ce calcul, égale à 7,764 hectares, et comme la surface de l'eau en aval de Bath, prise au même niveau, est de 26,951 hectares, la proportion entre la partie supérieure et la partie inférieure serait comme 2 est à 7, en d'autres termes, 9,000,000 des 32,500,000 mètres cubes déplacés se répandraient au-dessus de Bath, et 23,500,000 mètres cubes au-dessous⁽¹⁾. L'effet d'un pareil changement, si nous l'admettons pour un moment, serait avantageux à la partie supérieure du fleuve; car, à partir de Gand et au-dessous de cette ville, on constaterait une augmentation graduelle dans la marée, au flux et au reflux, et cette augmentation, près de la frontière belge, atteindrait un volume de 9,000,000 de mètres cubes toutes les six heures. La section au-dessous de Bath, au contraire, se trouverait appauvrie, au méridien de Bath, par la perte d'un volume de près de 23,500,000 mètres cubes au flux et de 2,500,000 mètres cubes au reflux; toutefois, plus bas cette perte serait recouvrée peu à peu, et à Flessingue la force du flux serait aussi grande que jamais, tandis que celle du reflux se trouverait accrue du volume de 21,000,000 de mètres cubes qui maintenant se perdent dans la mer par l'Escaut oriental.

En admettant une autre hypothèse, nous allons considérer à un autre point de vue les effets que pourrait produire sur le régime du fleuve la totalité des 32,500,000 mètres cubes déplacés, s'ils pouvaient passer en amont de Bath après la construction du barrage projeté.

Supposons que, dans les conditions actuelles, une tempête en mer donne à la vague-marée qui remonte l'Escaut une hauteur extraordinaire, et que cette tempête cesse au moment où cette marée extraordinaire se trouve à son apogée à l'une des stations supérieures du fleuve, à Anvers, par exemple.

Cette surélévation du niveau de la marée haute imprimera au courant du reflux une vitesse plus grande qu'à l'ordinaire et fera rentrer dans la mer un volume d'eau plus considérable que de coutume.

Le flux suivant, qui rencontrera ce reflux exceptionnellement rapide, serait retardé dans sa marche et, en conséquence, son volume serait moindre qu'à l'ordinaire. Cette réduction de volume appauvrirait la rivière, et la somme des volumes, expulsée en plus dans la mer par l'augmentation du

(1) Si le niveau des hautes marées ordinaires avait été pris au lieu du niveau moyen de la mer, la disproportion aurait naturellement été plus grande encore. La surface au niveau moyen de la mer est aussi plus facile à estimer que celle qui est couverte au moment des hautes marées à Flessingue, et celle des marées basses sur un point du fleuve situé à peu près à mi-chemin entre Anvers et Gand.

raised level would produce, but in a less degree, the same effects as have just been described, viz., expulsion by the ebb of a larger volume of water than usual, and a corresponding reduction in the volume of water introduced by the following flood.

These effects would continue to reproduce themselves during a certain number of tides, until the level of high water at Antwerp and elsewhere attained its normal condition.

The hypothesis of a tempest which raises the level of high water in the Schelde is realized at present, and is followed by the consequences just indicated. One may conclude, therefore, that the river is only in a normal state when the level of high tide in the upper portion of its course is high enough to eject at Flushing, during the ebb, the entire volume of water that entered there during the previous flood.

The fresh waters of the river, when they become more abundant, diminish the volume of the sea water during the flood, and consequently the volume that enters the sea during the following ebb.

Now, supposing that at the moment of low water at Bath, the East Schelde is barred across, and that an accelerated current—caused no matter how—obliges the whole of the displaced 32,500,000 cubic mètres to ascend the river in the direction of Antwerp, this volume would naturally raise the level of the tide above Bath, and would have the tendency, as in the case examined above, to create a stronger ebb, followed by a weaker flood; so that the raised level would be less at the following flood, and would finish by disappearing completely, if the level of the sea at Bath remained at the same level as at present.

From this point of view, therefore, the 32,500,000 cubic mètres would be pushed back to the sea by the raised level they had provoked, and could no longer be reckoned upon as an efficient aid to the scour that maintains the navigable channel of the Schelde, till another extraordinary current caused a phenomenon similar to that above supposed, to be repeated.

The theories just cited have only been advanced with a view to show that even supposing the whole volume of the displaced 32,500,000 cubic mètres continued to enter the West Schelde after the construction of the dam, it would by no means follow that an improvement of the main river would ensue. But as, in my opinion, after duly weighing all the arguments brought forward in favour of a contrary view, the displaced volume would not enter the river at Flushing after closing the East Schelde, I have the full conviction that the dam will produce a damaging, instead of a beneficial, effect on the régime of the river, as I will attempt to prove, after a further review of the arguments of the Dutch Commissioners in favour of their theory, that the dam will have a favourable effect on the entire length of the river from Antwerp to the sea.

To return to the discussion of the effect that will be produced by the anticipated raised level of the water, or the “*surelévation*,” as I shall hereafter term it, at Bath :—

reflux et introduite en moins par le flux qui suit, ferait tomber le niveau de cette marée haute à Anvers en dessous du niveau extraordinaire atteint par la marée exceptionnelle qui avait précédé.

Si la première marée, qui suit celle-ci, est encore plus forte que d'ordinaire, la surélévation du niveau produira, mais à un moindre degré, les mêmes effets qui viennent d'être décrits, savoir : l'expulsion par le reflux d'un volume d'eau plus qu'ordinaire et une réduction proportionnelle des eaux introduites par le flux suivant.

Ces effets continueraient à se produire pendant un certain nombre de marées jusqu'à ce que le niveau de marée haute à Anvers et ailleurs soit redevenu normal.

L'hypothèse d'une tempête qui relève le niveau de marée haute dans l'Escaut se réalise en ce moment, et elle est suivie des conséquences qui viennent d'être indiquées. On peut conclure, par conséquent, que le fleuve n'est dans son état normal que pour autant que le niveau de marée haute dans la partie supérieure de son cours soit assez élevé pour repousser à Flessingue, pendant le reflux, tout le volume d'eau qui est entré pendant le flux précédent.

L'eau douce de la rivière, quand elle devient plus abondante, diminue le volume d'eau de mer qui s'introduit par le flux, et par conséquent celle que le reflux ramène à la mer.

Maintenant, supposons qu'au moment où la marée est basse à Bath, l'Escaut oriental soit barré et que le courant du flot soit, par une cause quelconque, assez rapide pour forcer la totalité des 52,500,000 mètres cubes déplacés à remonter la rivière dans la direction d'Anvers, cette augmentation de volume relèverait naturellement le niveau de la marée au-dessus de Bath et tendrait, comme dans le cas examiné plus haut, à produire un reflux plus fort suivi d'un flux plus faible; de telle sorte que la surélévation serait moindre à la marée suivante et finirait par disparaître complètement, si le niveau de la marée à Bath demeurerait tel qu'il est à présent.

A ce point de vue, par conséquent, les 52,500,000 mètres cubes seraient repoussés dans la mer par la surélévation même qu'ils auraient provoquée dans le niveau des eaux, et l'on ne pourrait continuer à compter sur eux comme un moyen efficace pour curer et maintenir le chenal navigable de l'Escaut, en attendant qu'un autre courant extraordinaire, causé par un phénomène semblable à celui que nous avons supposé plus haut, vienne à se reproduire.

Les hypothèses que je viens de produire ont pour seul but de faire voir qu'en supposant même que la totalité du volume des 52,500,000 mètres cubes continue à entrer dans l'Escaut occidental après la construction du barrage, il ne s'ensuivrait nullement qu'une amélioration de la branche principale de la rivière dût en être la conséquence. Mais comme, dans mon opinion, après avoir dûment pesé tous les arguments émis en faveur de l'avis contraire, le volume dont il s'agit n'entrera plus dans le fleuve à Flessingue après la fermeture de l'Escaut oriental, j'ai l'entière conviction que le barrage produira un effet nuisible, au lieu d'un effet salubre, sur le régime du fleuve. Je vais essayer de le prouver, après avoir passé en revue les arguments des commis-

It is universally admitted that a flowing stream in passing large loops and creeks is lowered in consequence of the amount of water required to fill them. and that by closing these indentations the level of the stream is raised. Unfortunately, with regard to the particular case under consideration, one cannot satisfactorily determine, owing to the want of a record of simultaneous tidal observations at various stations on the river, the amount of depression that now exists at Bath, in consequence of the diversion from the West Schelde, at that place, of the large volume of water that enters the East Schelde.

It will be seen, on referring to the Table of Surface Slopes, and to the Wave Diagrams that accompany this Report, that, according to Mr. Stessels, a sensible depression in the surface of the water really exists at Bath, both at the moment of high tide at Flushing and of low tide at Antwerp; whereas, according to Captain Blommendal's observations, there is an actual "surélévation" at Bath at these two periods. (1) With this conflicting testimony before me, I fall back on the assertion of the Belgian Commissioners, that the "diversion at Bath has for a necessary consequence the maintenance of the liquid surface at a lower level than if it did not exist."

Although all the members of the Mixed Commission admit the theory of a "surélévation" at Bath, the Dutch Commissioners consider that this "surélévation" will only take place at high water at Bath; while the Belgian Commissioners contend that it will be perceptible there throughout the whole duration of the flood tide.

The great difference between these opinions will be apparent when I state that, as the first assumes there will be no "surélévation" at Bath, and consequently no diminished strength in the tidal current at that place till high water, the inference is, that the same amount of water will continue to enter the West Schelde after the construction of the dam as at present; whereas the latter, by assuming that there will be an appreciable "surélévation" during the whole rising of the tide, and not at high water only, implies that the tidal volume entering the West Schelde after the construction of the dam will be diminished.

My own opinion in this matter is entirely on the side of the Belgian Commissioners, and for this reason. I find by calculation that up to the time of high water at Flushing, when the water, according to Captain Blommendal, has about 15 decimètres (5 feet) to rise at Bath, that a volume of 9,750,000

(1) Captain Blommendal estimates that the closing of the East Schelde will produce an extra "surélévation" of about 2 decimètres (8 inches) at Bath, at the moment of high water at Flushing. Now, a raised level of 2 decimètres would at this time of tide, according to Captain Blommendal's own observations, decrease the surface-slope between Flushing and Bath from an inclination of $\frac{1}{60416}$ to $\frac{1}{75313}$, supposing the slope to be perfectly uniform between these two places.

saïres hollandais en faveur de leur théorie, tendante à établir que le barrage aura un effet favorable sur tout le cours du fleuve depuis Anvers jusqu'à la mer.

Revenant à la discussion de l'effet qui serait produit par l'élévation prédite du niveau des eaux ou la surélévation, comme je l'appellerai dans la suite, à Bath : —

Il est universellement admis qu'un cours d'eau, en traversant de larges dépressions et des criques, est abaissé à raison de la quantité d'eau nécessaire pour remplir ces cavités, et qu'en endiguant ces élargissements le niveau du cours d'eau se relève. Malheureusement, dans le cas particulier en discussion, on ne peut déterminer d'une façon précise, faute d'une série d'observations faites simultanément à différentes stations sur le fleuve, la valeur de la dépression qui existe maintenant à Bath, et que produit la perte que fait l'Escaut occidental, en cet endroit, du volume d'eau considérable qui pénètre dans l'Escaut oriental.

On verra, d'après le tableau des pentes et les diagrammes de marées qui accompagnent ce rapport, que, suivant M. Stessels, une dépression sensible de la surface de l'eau existe réellement à Bath, tant au moment de la marée haute à Flessingue qu'à celui de la marée basse à Anvers, tandis que, suivant les observations du capitaine Blommendal, il y aurait aujourd'hui une surélévation à Bath, à ces deux époques ⁽¹⁾. En présence de ces témoignages contradictoires, j'en reviens à l'assertion des commissaires belges, que « la » prise d'eau à Bath a pour conséquence nécessaire de maintenir la surface » des eaux à un niveau moindre que si cette prise d'eau n'existait pas. »

Bien que tous les membres de la commission mixte admettent l'hypothèse d'une surélévation à Bath, les commissaires hollandais sont d'avis que cette surélévation ne se présentera qu'à marée haute à Bath, tandis que les commissaires belges sont d'avis qu'elle sera perceptible en cet endroit pendant toute la durée du flux.

La grande différence entre ces deux manières de voir est évidente; lorsque je constate que les premiers prétendent qu'il n'y aura pas de surélévation à Bath et partant pas de diminution dans la force du courant de la marée, sauf à marée haute, il en résulte que, dans leur opinion, la même quantité d'eau continuera à entrer dans l'Escaut occidental après la construction du barrage comme maintenant, tandis que les derniers, en soutenant qu'il y aura une surélévation appréciable pendant toute la période du flux, et pas à marée haute seulement, en concluent que le volume d'eau qui pénétrera dans l'Escaut occidental, après la construction du barrage, sera diminué.

Mon opinion, sur ce point, est entièrement conforme à celle des commis-

(1) Le capitaine Blommendal estime que la fermeture de l'Escaut oriental produira une nouvelle surélévation de 2 décimètres (8 pouces) à Bath au moment de haute marée à Flessingue. Or, un niveau plus élevé de 2 décimètres, à cette période de la marée, produirait, suivant les observations du capitaine Blommendal, une diminution dans la pente de surface entre Flessingue et Bath de $\frac{1}{60416}$ à $\frac{1}{76315}$ en supposant que la pente fût parfaitement régulière entre ces deux localités.

cubic mètres, ⁽¹⁾ or 50 per cent. of the total volume of 52,500,000 cubic mètres, has already been diverted from the West into the East Schelde; and I argue from this that during the whole period of the flow up to this time—viz., $5\frac{3}{4}$ hours—the level of the water at Bath is lower than it would be if the East Schelde were closed, and that this lowering must add to the momentum of the stream, by increasing the difference in level between Bath and the source of supply; for it is impossible to add to the head of water without at the same time accelerating the velocity of the whole stream below that head. The sole cause which, after the closing of the East Schelde, would tend to raise the level of the water at Bath during the rising tide would be the suppression of the slight depression which is now caused by the waters spreading themselves laterally into the East Schelde; but this depression ceases with the diversion when the tide ceases to rise, so that one may doubt whether there will be any “*surélévation*” whatever at Bath at high water.

As a raised level at Bath would cause a diminished current with a flood tide below that place, it would necessarily tend to increase the current upwards between Bath and Antwerp, and, hence, I agree with the Belgian Commissioners in their opinion that, in the first instance, this accelerated current would have a favourable effect on the navigable channel above Bath.

After examining into the question of what would be the probable result of a “*surélévation*” at Bath, I find it impossible to admit that its effect would be to cause the same volume of water that enters at Flushing to-day to enter still when the tidal basin at Bath has been filled up. Because, if so, one might equally, without diminishing the volume introduced at Flushing, close up, one after another, all the other inlets and creeks of the estuary, and to hold the theory, that after each of these changes the high water will receive a new “*surélévation*,” which will be an equivalent for the ejected water which formerly covered the bed of the said indentations, is, to me, incomprehensible. As bearing directly on this subject, I would here refer to a single instance, among many, of the injury that has been done to English rivers and estuaries by an injudicious system of embanking, without, at the same time, giving an equivalent in depth, either by dredging or otherwise, for the space encroached upon between high and low water mark.

The Royal Tidal Harbour Commission of 1846, in vol. ii, page 10, reports as follows:—

“The River Dee and the port of Chester afford a striking example of the dangers to which the interests of navigation may be exposed by placing the power over the river in the hands of a Joint Stock Company whose principal interest consisted in the successful reclaiming of land. The area of the estuary of the Dee, between Chester and Kelsterton, was, formerly, about 12,000 acres covered at every spring tide; of this space 8,000 acres have been reclaimed and the tidal water excluded; about 5,000 acres of the land

(¹) As this volume enters the East Schelde at even the lowest tides, it follows as a matter of course that its value as a constant scouring power is of very great importance.

saires belges, et je trouve, à l'aide de calculs, qu'au moment de la haute marée à Flessingue, quand la marée, suivant le capitaine Blommendal, doit encore monter de 15 décimètres (3 pieds) à Bath, qu'un volume de 9,750,000 mètres cubes (*) ou 50 p. % du volume total de 32,500,000 mètres cubes a déjà passé de l'Escaut occidental dans l'Escaut oriental. J'en conclus que pendant toute la période du flux jusqu'au moment dont il s'agit, c'est-à-dire pendant trois heures trois quarts, le niveau de l'eau à Bath est plus bas qu'il ne serait si l'Escaut oriental avait été fermé, et que cet abaissement doit ajouter à la vitesse du courant, en augmentant la différence de niveau entre Bath et Flessingue. En effet, il est impossible d'augmenter la différence de niveau entre deux points d'un cours d'eau sans accélérer en même temps la vitesse du courant entre ces points. La seule cause qui, après la fermeture de l'Escaut oriental, tendrait à relever le niveau de la marée à Bath pendant le flux, serait la suppression de cette légère dépression causée aujourd'hui par l'introduction des eaux dans l'Escaut oriental; mais cette dépression cesse avec l'écoulement, lorsque la marée cesse de monter, de sorte que l'on peut mettre en doute qu'il y ait aucune surélévation quelconque à Bath à marée haute. Comme une élévation de niveau à Bath diminuerait le courant du flux en aval de cette localité, cette circonstance tendrait nécessairement à augmenter le même courant en amont entre Bath et Anvers. Je reconnais avec les commissaires belges que, dans les premiers temps, cette accélération du courant aurait un effet favorable sur le chenal navigable au-dessus de Bath.

Après avoir examiné la question de savoir quel serait le résultat probable d'une surélévation à Bath, il m'est impossible d'admettre que son effet serait de faire entrer à Flessingue le même volume d'eau qui y entre aujourd'hui, lorsque le bassin ouvert à la marée à Bath aura été rempli. Parce que, s'il en était ainsi, l'on pourrait également, sans diminuer le volume qui entre à Flessingue, fermer l'une après l'autre toutes les petites baies et les criques du fleuve, et soutenir la théorie qu'après chacune de ces modifications, la marée haute recevrait une nouvelle surélévation qui procurerait un volume d'eau équivalent à celui qui, précédemment, couvrait tous les espaces soustraits à l'invasion des eaux, ce qui pour moi est incompréhensible. Je citerai, comme se rapportant directement au sujet que je traite, un seul exemple, parmi un grand nombre, du tort qui a été fait à certains fleuves à marée anglaise, par un système d'endiguement peu judicieux, et sans donner en même temps un équivalent en profondeur par des dragages ou autrement, en compensation de la surface soustraite à l'invasion des eaux de marée.

La *Royal Tidal Harbour Commission* de 1846, vol. II, p. 10, rapporte ce qui suit :

« Le fleuve Dee et le port de Chester offrent un exemple frappant du danger auquel sont exposés les intérêts de la navigation quand tout pouvoir sur le fleuve est abandonné à une compagnie dont l'intérêt principal réside dans la mise en culture des terrains. La surface de l'embouchure du fleuve

(*) Comme ce volume entre dans l'Escaut oriental, même aux plus basses marées, il en résulte nécessairement que sa valeur comme moyen de curage est de très-grande importance.

thus obtained, on the Cheshire side, now form the Dee Company's estate, and nearly 3,000 acres on the Flintshire shore is the property of the adjoining landed proprietors. The act of Parliament that sanctioned this extensive encroachment required that a depth of 15 feet at ordinary spring tides should be maintained up to Chester. This condition has not been complied with. In 1844 a vessel drawing only $8\frac{1}{2}$ feet could not go up to Chester on a spring tide, and at Park Gate, twelve miles below Chester, which formerly was one of the principal mail-packet stations between England and Ireland, a dry sand now extends almost across the estuary.

Where then, it may be asked, is the water that once covered the 8,000 acres which have been reclaimed? That it has not ascended the river is certain, for the old quays at Chester are still unsubmerged. The answer is plain. The expulsion of the sea-water from the estuary kept pace with the reclamation of the land, and just in proportion as the demand for that water was decreased so was the supply diminished.

It has already been noticed that on the 4th February, 1825, the tidal wave raised by a high storm at sea ranged to an additional height of 1.85 mètre (6 feet) at Flushing, 2.64 mètres ($8\frac{3}{4}$ feet) at Lillo, and 2.04 mètres ($6\frac{1}{2}$ feet) at Antwerp. At this time, the diversion into the East Schelde, at Bath, must have exceeded 100,000,000 cubic mètres, for even by adopting the same line of junction of the tides at ordinary high water between the site of the proposed dam at Bergen-op-Zoom, I find, from the profiles of the East Schelde, that when the tide at Bath rises only 1 mètre higher than usual, that a volume of 54,500,000 cubic mètres is diverted from the West Schelde. Now, if it be assumed that nearly the whole of this augmented volume would, after the construction of the dam, also be pushed up the main river above Bath, who can determine, *a priori*, what would be the result at Antwerp?

To give some idea of the magnitude of the changes which would be involved by the construction of the dam, whether one adopts the theory of a "surélévation," which does not lessen the tidal volume, or the opposite theory, that a raised level at Bath would necessarily diminish it, I may state that the 32,500,000 cubic mètres, which is calculated to be the average amount of the diversion twice a day from the West into the East Schelde, exceeds the whole tidal volume that flows past London during a high spring tide.

The navigable depth of the Schelde between Flushing and Antwerp is superior to that of the Thames between London and the Nore, and infinitely so to any other river in Holland or the North Sea. There is all the more reason, therefore, why its exceptional good condition should be watched over with the most jealous care, and that the improvement of its shoals, if they become worse, should be cautiously carried out so as to disturb as little as possible the equilibrium of forces, which, up to this time, has operated so favourably in maintaining the general depth of its navigable channels.

The Dutch Commissioners, after remarking that all introduction of the tide ceases at Flushing two hours twenty minutes before it is high water at Bath, proceed to inquire what influence the level of high water at Bath can have on the introduction of the tidal waters.

Dee, entre Chester et Kelsterton, était précédemment de 12,000 acres couverts à chaque marée haute des syzygies; de cet espace, 8,000 acres ont été endigués, et la marée n'y a plus accès. Environ 5,000 acres du terrain ainsi obtenu sur la rive du Cheshire forment maintenant le domaine du *Dee-Company*, et près de 3,000 acres, sur la rive du Flintshire, ont été partagés entre divers propriétaires des alentours. L'acte du Parlement, qui autorisait cette vaste opération, exigeait qu'une profondeur de 15 pieds, aux marées ordinaires des syzygies, fût maintenue jusqu'à Chester. Cette condition n'a pas été remplie. En 1844, un navire tirant seulement 8 1/2 pieds d'eau ne put arriver à Chester lors d'une marée des syzygies, et à Park-Gate, douze milles plus bas que Chester, où précédemment existait une des principales stations de paquebots entre l'Angleterre et l'Irlande, un sable sec s'étend maintenant à travers à peu près tout le lit du fleuve. »

Où est aujourd'hui, pourrait-on demander, l'eau qui couvrait autrefois les 8,000 acres qui ont été mis en culture? Que cette eau n'a point remonté le fleuve, c'est un fait certain, car les anciens quais de Chester sont à sec. La réponse est facile : l'expulsion de l'eau de mer du lit du fleuve a suivi exactement la mise en culture de la terre et dans la même proportion que la surface submersible, et l'appel de cette eau diminuant, l'affluence d'eau décroissait également.

Il a déjà été rappelé que le 4 février 1825, la vague marée soulevée par une forte tempête en mer a dépassé la hauteur ordinaire de 1,85 mètres (6 pieds) à Flessingue, de 2,64 mètres (8 1/2 pieds) à Lillo et de 2,04 mètres (6 1/2 pieds) à Anvers. Dans ce moment le déversement dans l'Escaut oriental, à Bath, doit avoir dépassé 100,000,000 de mètres cubes, car, même en adoptant la même ligne de jonction des marées hautes ordinaires entre l'emplacement du barrage projeté et Berg-op-Zoom, je trouve, à l'aide des profils de l'Escaut oriental, que lorsque la marée à Bath s'élève seulement d'un mètre plus haut qu'à l'ordinaire, un volume de 54,500,000 mètres cubes d'eau sort de l'Escaut occidental. Maintenant, s'il pouvait être admis que la presque totalité de ce volume considérable serait, après la construction du barrage, rejetée dans le fleuve au-dessus de Bath, qui pourrait déterminer *à priori* quel en serait le résultat à Anvers?

Pour donner une idée de la grandeur des changements qu'amènerait la construction du barrage selon que l'on adopte la théorie d'une surélévation, qui ne diminue pas le volume de la marée, ou le système contraire, d'après lequel une élévation de niveau à Bath diminuerait ce volume, je puis établir que les 32,500,000 mètres cubes qui, d'après le calcul, représentent le volume moyen de l'eau déversée deux fois par jour de l'Escaut occidental dans l'Escaut oriental, dépassent le volume de toute l'eau de marée qui traverse Londres pendant une haute marée des syzygies.

La profondeur navigable de l'Escaut, entre Flessingue et Anvers, est supérieure à celle de la Tamise entre Londres et Nore, et de beaucoup supérieure à celle de tout autre fleuve en Hollande ou dans la mer du Nord. Il y a d'autant plus de motifs, par conséquent, pour que cette situation exceptionnelle soit gardée avec le plus grand soin et pour que les améliorations à apporter aux bancs, si ceux-ci devenaient pires, soient exécutées avec la plus grande pru-

I have already attempted to show that, during the first three and three-quarter hours of the flood-tide, there will be a reduction in the volume of water admitted at Flushing, on account of the suppression of the diversion at Bath during that time.

In the second period, the resistance offered by the "surélévation" at Bath will continue to diminish the velocity of the affluent waters, although they have entered at Flushing during the first period, and the effect of this general retardation will, in my opinion, be injurious to the régime of the whole river, as it will diminish the salutary action exercised by the current, for the due maintenance of its navigable channels.

Although it is possible that the closing of the East Schelde may ultimately cause a local improvement at Bath, and thus be the means of accelerating the propagation of the tidal wave thence to Antwerp, the velocity of its progress being proportional to the square root of its depth, I am of opinion that such an augmentation would be no real equivalent for the diminished flow below Bath.

The additional volume of water that would result from the suppression of the diversion, and the "surélévation" that would be consequent thereon at Bath, during the whole duration of the rising tide, would form but a small fraction of the volume that now penetrates the East Schelde, because at a short distance above Bath the river is considerably narrowed, so that the mass of the fluid directed towards Antwerp, the movement of which would at first be encouraged by a quicker flow, by the mere local improvement I have mentioned would be very much less than the volume between Flushing and Bath, the movement of which would be discouraged by the "surélévation" at Bath.

It has been asserted that the diversion at Bath accounts for the enfeeblement of the current of the flood tide at that point precisely during the last two hours of its duration. On referring to Captain Blommendal's Table of the rise of an ordinary high flood at intervals of half-an-hour at Bath, I find that his observations support the accuracy of the above statement; but if I refer to Mr. Stessels' Tables, and to the Wave Diagram deduced from them, I find no sign whatever of enfeeblement at Bath during the last two hours of the tide. On the contrary, by Mr. Stessels' observations it appears that during the fourth and fifth hours of the flood tide, when the diversion towards Berg-op-Zoom is in full operation, the water rises $12\frac{1}{2}$ decimètres (4' 2"); and during the sixth hour the rise at Bath is as rapid as at Welsoorde and Flushing.

I quite agree with the Dutch Commissioners in their appreciation of the injurious effects that are produced on the action of the ebb tide by the existence of sudden bends in a river, and by the forcible ejection of a large volume of water across such bends from a lateral channel; and I at once admit that if the Bath basin were entirely filled up, so that the right bank of the Schelde

dence, de manière à troubler le moins possible l'équilibre des forces qui, jusqu'au moment actuel, a si heureusement maintenu la profondeur générale des passes navigables.

Les commissaires hollandais, après avoir remarqué que toute introduction d'eau cesse à Flessingue deux heures vingt minutes avant que la marée soit haute à Bath, ont cherché à connaître quelle influence le niveau de marée haute à Bath peut avoir sur l'introduction de l'eau de mer.

J'ai déjà tenté de démontrer que, durant les premières $5\frac{3}{4}$ heures du flux, la suppression du déversement à Bath pendant ce temps diminuera le volume de l'eau introduite à Flessingue.

Dans la seconde période, la résistance occasionnée par la surélévation à Bath continuera à diminuer la vitesse des eaux affluentes, bien qu'elles soient entrées à Flessingue durant la première période, et l'effet de ce retard général sera, dans mon opinion, nuisible au régime de toute la rivière, puisqu'il diminuera l'action salutaire exercée par le courant pour la conservation de ses passes navigables.

Bien qu'il soit possible que la fermeture de l'Escaut oriental amène, par la suite, une amélioration locale à Bath, et accélère ainsi la propagation de la vague marée entre cette localité et Anvers, la vitesse de cette vague étant proportionnelle à la racine carrée de sa profondeur, je suis d'avis que cette augmentation ne pourrait jamais être un véritable équivalent du ralentissement du flot en aval de Bath.

Le volume additionnel d'eau qui résulterait de la suppression du déversement et de la surélévation qui en serait la conséquence à Bath, pendant toute la durée du flux, ne formerait qu'une petite fraction du volume d'eau qui pénètre aujourd'hui dans l'Escaut oriental, parce qu'à une petite distance au-dessus de Bath le fleuve se rétrécit considérablement. D'où il suit que la masse fluide dirigée vers Anvers, dont le mouvement serait d'abord accéléré par un flux plus rapide, à cause de l'amélioration purement locale que j'ai mentionnée, se trouverait être beaucoup moindre que la masse entre Flessingue et Bath, dont la marche serait ralentie par la surélévation à Bath.

Il a été établi que le déversement, qui a lieu à Bath, rend compte de l'affaiblissement du courant du flux, en cet endroit, précisément pendant les deux dernières heures de sa durée. En recourant au tableau du capitaine Blommendal, indiquant le niveau d'une marée montante ordinaire de demi-heure en demi-heure à Bath, je trouve que ses observations confirment l'exactitude de ce que je viens d'avancer; si, au contraire, je m'en rapporte au tableau de M. Stessels et au diagramme de marée qui en est déduit, je n'y trouve aucun signe quelconque d'affaiblissement à Bath durant les deux dernières heures du flux. Au contraire, il paraîtrait, d'après les observations de M. Stessels, que durant les quatrième et cinquième heures du flux, quand le déversement vers Berg-op-Zoom est en pleine activité, le niveau de l'eau s'élève de $12\frac{1}{2}$ décimètres ($4' 2''$); et, durant la sixième heure, l'élévation à Bath est aussi rapide qu'à Welsoorde et à Flessingue.

Je suis d'accord avec les commissaires hollandais dans leur appréciation des effets nuisibles que produit, sur l'action du reflux, l'existence de coudes

formed an uninterrupted line between Fort Frederick and Bath⁽¹⁾, that the action of the ebb at this place would be improved. I do not, however, agree with the opinion of the Dutch Commissioners as to the extent of the improvements they predict here solely in consequence of the construction of the dam; for I believe that the beneficial changes they point out as likely to arise in the width, depth, and direction of the Bath channel consequent on the existence of the dam, could only be effected by training works ("travaux d'arts") constructed with the special view of confining the currents in a single channel throughout the entire length of the Bath and Saeftinge bend.

It ought to be remembered, moreover, that although the promoters of the dam assume "that the Schelde above Bath will receive not only the quantity of water that is now diverted into the East Schelde from the West Schelde, but also the greater part of the volume which now loses itself in the East Schelde," they make no provision whatever to guide this large volume of water, which is equal in bulk to nearly one half of the whole tidal flow past Antwerp, upwards and downwards, in a proper direction, by means of training walls; nor yet do they contemplate the construction of similar works in the neighbourhood of Bath to insure the upholding of the navigable channel in case the greatest proportion of the 32,500,000 should not be disposed of in the way they predict. Should the dam be constructed, and should no such provision be made to prepare for eventualities until the new shoals caused by the dam shall palpably have shown themselves, it appears to me that the remedial measures which might then be planned to repair the evil would come too late, and that the mischief already done to the régime of the river would in a great degree be irremediable.

The loss of a volume of 21,000,000 of cubic mètres of tidal water, which now escapes from the West Schelde during the flood, and does not return at the ebb, is called a "bleeding" of the West Schelde, and the Dutch Commissioners seem to attach no value whatever to this volume as a scouring agent, although in amount it is three times greater than the whole volume of fresh water, which likewise every twelve hours flows through the estuary between Flushing and Bath.

I agree with the Belgian Commissioners in their opinion that the "bleeding" just referred to, exercises a very useful effect on the régime of the West Schelde, for the following reasons:—

The sands which form the banks in the bed of the Schelde at Bath and elsewhere are so fine that the wind easily displaces them. As these sands lose a great part of their weight in water, they are held in suspension by a very languid current. If the current of the rising tide rolled along the bottom of the river grains of sand which would be too heavy to be held in suspension by the current which penetrates into the East Schelde, these sands would be stopped at the entrance of this channel, where they would long

(1) That the natural formation of this "junction length" of the right bank of the river at Bath will sooner or later be the result of the dam, has either been openly or tacitly admitted in all the discussions concerning its construction.

brusques dans le cours du fleuve et de la violente introduction d'un grand volume d'eau affluant d'un chenal latéral à travers ces coudes. Je n'hésite pas à admettre que si le bassin de Bath était entièrement envasé, de telle sorte que la rive droite de l'Escaut formât une ligne non-interrompue entre le fort Frédéric et Bath ⁽¹⁾, l'action du reflux en cet endroit en serait améliorée. Je n'admets pas cependant l'opinion des commissaires hollandais en ce qui concerne les améliorations qu'ils prédisent devoir s'accomplir à cet endroit par le seul effet de la construction du barrage, car je pense que les changements favorables qu'ils prédisent en largeur, profondeur et direction du chenal à Bath, comme devant être la conséquence de l'existence du barrage, ne pourraient être obtenus qu'au moyen de travaux d'art exécutés en vue du but spécial de réunir les courants dans un seul chenal sur toute la longueur de la courbe de Bath et de Saeftingen.

De plus, il ne faut pas perdre de vue que, bien que les promoteurs du barrage prétendent « que l'Escaut au-dessus de Bath recevra non-seulement la quantité d'eau qui maintenant sort de l'Escaut occidental pour entrer dans l'Escaut oriental et en revenir, mais encore la plus grande partie de celle qui se perd aujourd'hui par l'Escaut oriental, » ils ne prennent aucune mesure pour donner à cet énorme volume d'eau, qui est presque égal à la moitié de la totalité des eaux que la marée fait passer devant Anvers, en montant et descendant, une direction convenable à l'aide de perrés longitudinaux submersibles. Ils ne prévoient pas non plus la construction de travaux du même genre dans le voisinage de Bath, en vue de maintenir le canal navigable, au cas où la plus grande partie des 32,500,000 mètres cubes ne suivrait pas la voie qu'ils ont indiquée. Si le barrage était construit et qu'aucune précaution de ce genre n'était prise en vue des éventualités qui pourraient se produire avant que les nouveaux bancs créés par le barrage ne devinssent visibles, il me semble que les remèdes qui pourraient alors être proposés pour réparer le mal arriveraient trop tard, et que le dommage causé au régime du fleuve serait devenu jusqu'à un certain point irréparable.

La perte d'un volume de 21,000,000 de mètres cubes d'eau de marée, qui maintenant s'échappe de l'Escaut occidental pendant le flux et n'est point ramenée par le reflux, est appelée une « saignée » faite à l'Escaut occidental et les commissaires hollandais semblent n'attacher aucune espèce de valeur à ce volume d'eau considéré comme un moyen de curage, bien qu'en somme il soit triple du volume total de l'eau douce qui coule également toutes les douze heures de Bath à Flessingue dans le lit du fleuve.

Je partage l'opinion des commissaires belges qui pensent que la « saignée » à laquelle je viens de faire allusion exerce une influence très-utile sur le régime de l'Escaut occidental, pour les raisons suivantes :

Les sables qui forment les bancs dans le lit de l'Escaut à Bath et ailleurs sont si fins que le vent les déplace aisément. Comme ces sables perdent dans

(¹) Que la formation naturelle de cette continuité de la rive droite du fleuve à Bath doive être tôt ou tard le résultat du barrage, c'est ce qui, ouvertement ou tacitement, a été admis dans toutes les discussions relatives à cette construction.

since have formed a considerable deposit. But in place of a deposit, there is formed at the entrance of the East Schelde the principal navigable channel; and one is therefore led to conclude that this transport of heavy grains of sand along the bottom does not take place, and that the current, which in entering the East Schelde contributes to deepen this pass (and which also maintains a channel in the East Schelde, and keeps it from silting up), ought to be capable of carrying towards Zericksee all the detritus that it holds in suspension on arriving at Bath.

The water which at ebb tide leaves the East Schelde to return into the West Schelde, tends to force over to the left bank the current of the ebb from Antwerp, so that if the maintenance of the navigable channels depended solely on the action of the ebb current, the principal pass in the neighbourhood of Bath would be found near to the left bank, whereas it is close to the right bank, at the entrance to the East Schelde; and as this pass appears to be principally due to the flood tide, it may be admitted that the current of the flood is favourable up to this point. It may also be remarked that if it be assumed that the volume of 21,000,000 brings in sand from the sea which is deposited between Flushing and Bath, one would expect to see this part of the Schelde in a worse condition than between Bath and Antwerp, where this volume of water does not penetrate; but the fact is otherwise, and causes one to believe that this volume of water does not deposit sand, and that it exercises a favourable influence on the régime of the river.

I believe with the Dutch Commissioners that as a general rule, where undercurrents do not exist, the ebb tide is a more efficient agent of scour than the flood tide, for not only is the former favoured by the natural declivity of the river bed, but its volume is swelled by the upland waters which descend with the ebb to the sea.

But the case of the Schelde between Bath and the sea is not an ordinary one, for its bed has no declivity, and the volume of its flood tide preponderates over the combined volumes of the salt and fresh waters which descend with the ebb.

If it is really true, therefore, that the deepest channels of the Lower Schelde are formed by the ebb, the phenomenon must be due to the superior velocity of the ebb, and not to its greater volume. A reference to Mr. Stessels' Table of Surface Velocities would seem to favour this view, for the result of his observations shows that the velocity of the flood is greatest between the third and fifth hours, when it sometimes equals $2\frac{1}{2}$ miles an hour, whilst the velocity of the ebb is greatest between the second and fourth hours, when it sometimes reaches 3 miles an hour.

The possession of data to establish the velocity of the under-currents taken simultaneously at various periods of the tide in connection with the surface velocities could alone determine the question as to the relative values of the ebb and flood of the Lower Schelde as scouring agents, and until these are provided I think it is safest to rest on the broad belief that as the volume of the flood is greatly in excess of that of the ebb, especially a little to the west of Bath, it exercises a superior influence to the latter, in maintaining the depths of the navigable channel; and I may add, that the several blind chan-

l'eau une grande partie de leur poids, un courant très-faible suffit pour les tenir en suspension. Si le courant du flux faisait rouler, sur le fond de la rivière, des sables trop lourds pour être tenus en suspension par le courant qui pénètre dans l'Escaut oriental, ces sables s'arrêteraient à l'entrée de ce chenal, où depuis longtemps ils auraient formé un dépôt considérable. Mais au lieu d'un dépôt, il s'est formé à l'entrée de l'Escaut oriental la principale passe navigable; l'on doit par conséquent conclure que ce transport de gros sables sur le fond n'a point lieu, et que le courant qui pénètre dans l'Escaut oriental et contribue à approfondir cette passe (qui également maintient un chenal dans l'Escaut oriental et l'empêche de se remplir de vase) doit aussi être capable de transporter vers Zierikzée tous les détritiques qu'il tient en suspension en arrivant à Bath.

L'eau qui, au reflux, sort de l'Escaut oriental pour rentrer dans l'Escaut occidental, tend à rejeter contre la rive gauche le courant du reflux venant d'Anvers, de façon que, si le maintien du chenal navigable dépendait uniquement de l'action du reflux, la passe principale dans le voisinage de Bath, devrait se trouver près de la rive gauche, tandis qu'elle est rapprochée de la rive droite, à l'entrée de l'Escaut oriental. Comme cette passe semble être due principalement à l'action du flux, il doit être admis que le courant du flux exerce une influence favorable sur ce point. Il faut remarquer aussi que si l'on pouvait supposer que le volume de 21,000,000 de mètres cubes apporte de la mer le sable déposé entre Flessingue et Bath, il faudrait s'attendre à trouver cette section du fleuve dans une situation pire que celle de Bath à Anvers, dans laquelle ce volume d'eau ne pénètre point; mais il en est autrement, et ce fait doit nous convaincre que cette masse d'eau n'apporte point de sable et exerce, au contraire, une influence favorable sur le régime du fleuve.

Je crois, avec les commissaires hollandais, qu'en thèse générale, là où il n'existe pas de courants sous-marins, le reflux est un agent de curage plus puissant que le flux, car le reflux non-seulement est favorisé par la pente du lit de la rivière, mais, en outre, son volume est grossi par les eaux douces qui descendent avec lui vers la mer.

Toutefois, le cas de l'Escaut entre Bath et la mer n'est pas un cas ordinaire, car son lit n'a pas de pente et l'eau de marée du flux l'emporte sur la somme des eaux douces et salées qui redescendent avec le reflux.

S'il est effectivement vrai que les passes les plus profondes de la partie basse de l'Escaut soient formées par le reflux, ce phénomène devrait être attribué à la vitesse plus grande du reflux et non à son plus grand volume.

Le tableau de M. Stessels, indiquant les vitesses de surface, semblerait favorable à cette hypothèse, car il résulte de ses observations que la vitesse du flux est à son *maximum* entre la troisième et la cinquième heure, et qu'elle atteint parfois $2\frac{1}{2}$ milles à l'heure, tandis que la vitesse du reflux est la plus grande entre la seconde et la quatrième heure et qu'elle s'élève parfois à 3 milles par heure.

Ce n'est que par des observations établissant la vitesse des courants sous-marins, faites simultanément à diverses périodes de la marée, et par la comparaison de leurs résultats avec les vitesses de surface, que l'on pourrait

nels opening to seawards, are obviously due to the action of the flood, bear out this inference.

Having now reviewed all the arguments brought forward by the promoters of the dam in favour of that work, and having noticed incidentally the arguments on the other side, it only remains for me to give my own opinion as to the probable effects that the dam would produce on the régime of the river.

The low water profiles, Plate IV, figs. 1 and 2 (No. 1 taken at five miles above Bath, and No. 2 at two miles below that place) have been prepared from Captain Blommendal's chart, in order to illustrate the effect that has mainly been produced on the area of the lower profile, by the volume of 32,500,000 of cubic mètres, which it is now proposed to exclude from the East Schelde at Bath.

It is evident by a glance at these profiles, that if from any circumstance the flow of the tide in their immediate neighbourhood is reduced, a certain deterioration in the entire course of the river will follow. Now, in my opinion, the construction of the dam jeopardizes the integrity of the low-water areas in the vicinity of both these profiles, but to make my meaning plainer I must again have recourse to figures.

The volume of water that now passes the meridian of Bath during the ordinary flood tides is about 140,000,000 of cubic mètres. and of this volume 32,500,000 are diverted into the East Schelde.

Conclusions drawn
from foregoing dis-
cussion.

If this diversion is totally suppressed, I am of opinion, for the reasons already given:—

Firstly. That the action of the flood tide on the bed of the river at the meridian of Bath will be reduced 25 per cent., and that the action of the ebb will be reduced 8 per cent. at the same place.

Secondly. That the effect of this great diminution in the tidal scour will be felt, though of course not in the same ratio, throughout the entire length of the channel from Bath to Flushing.

Thirdly. That the diminished velocity and volume of the flood tide, and the diminished volume of the ebb tide below Bath, will provoke a slow but certain silting up of the main channel, first of all between Bath and Flushing, and afterwards, as a natural consequence, between Bath and Antwerp.

Fourthly. That the effect of the dam will not be immediately apparent, as the volume of the ebb will not be reduced in the first instance by the closing of the East Schelde.

Fifthly. That the silting up of the basin to the north of Bath will be a very slow process, unless aided by artificial works.

trancher la question concernant la valeur relative, dans le bas Escaut, du flux et du reflux considérés comme agents de curage. Jusqu'à ce que l'on possède ces données, je pense qu'il est plus sûr de s'en rapporter simplement à ce raisonnement, savoir : que le volume du flux dépassant notablement celui du reflux, spécialement un peu à l'ouest de Bath, le flux doit exercer une influence supérieure à celle du reflux pour maintenir la profondeur du chenal navigable. Je puis ajouter que l'existence de plusieurs passes sans issue ou culs-de-sac, ouvertes du côté de la mer, et dues évidemment à l'action du flux, viennent à l'appui de cette opinion.

Ayant maintenant passé en revue tous les arguments présentés par les promoteurs du barrage en faveur de cet ouvrage, et ayant signalé incidemment les arguments contraires, il ne me reste plus qu'à donner mon opinion sur les effets probables que le barrage doit exercer sur le régime du fleuve.

Les profils du fleuve à marée basse, planche IV, fig. 1 et 2 (le n° 1 a été pris à 5 milles au-dessus de Bath et le n° 2 à 2 milles en dessous de cette localité) ont été établis d'après les cartes du capitaine Blommendal, en vue de montrer l'effet qui a été principalement produit sur la surface du profil en aval, par le volume de 32,500,000 mètres cubes qu'il est question d'exclure de l'Escaut oriental à Bath.

Il suffit d'un regard jeté sur ces profils pour s'assurer que si, par suite de n'importe quelle circonstance, le courant de la marée est réduit dans leur voisinage immédiat, une détérioration plus ou moins grande se fera sentir sur tout le cours du fleuve. Or, dans mon opinion, la construction du barrage compromet le maintien de ces surfaces des sections d'eau à marée basse dans le voisinage de ces deux profils : pour exprimer ma pensée plus clairement, je dois de nouveau avoir recours aux chiffres.

Le volume de l'eau qui passe maintenant au méridien de Bath pendant une marée montante ordinaire est d'environ 140,000,000 de mètres cubes, et sur ce volume 32,500,000 sont déversés dans l'Escaut oriental.

Si ce déversement est totalement supprimé, je suis d'avis pour les raisons déjà données :

Conclusions tirées de la précédente discussion.

Premièrement. Que l'action du flux sur le lit du fleuve au méridien de Bath sera réduite de 25 p. %, et que l'action du reflux sera réduite de 8 p. % au même endroit.

Secondement. Que l'effet de cette grande diminution dans le travail de curage de la marée se fera sentir, quoique naturellement dans une proportion différente, sur toute la longueur du chenal de Bath à Flessingue.

Troisièmement. Que la diminution du volume et de la vitesse du flux, et la réduction du volume du reflux en dessous de Bath, provoqueront un lent mais inévitable envasement du chenal principal, d'abord entre Bath et Flessingue et, plus tard, par une conséquence naturelle, entre Bath et Anvers.

Quatrièmement. Que l'effet du barrage ne sera pas visible tout de suite, puisque le volume du reflux ne sera pas immédiatement réduit par la fermeture de l'Escaut oriental.

Cinquièmement. Que l'envasement du bassin au nord de Bath suivra une marche très-lente, à moins qu'il ne soit accéléré par des moyens artificiels.

And lastly. That when the silting up of the basin is completed and the right bank of the river between Santvliet and Bath is continuous, that the greatest part if not the whole of the 11,500,000 which was at first stored there, will be lost for the West Schelde, and that no more water will enter the river above Bath than at present, unless a general lowering of the low-water line takes place between Doel and Bath — an improvement which can only be insured by extensive dredging, by the construction of submerged training walls, or by both combined. In short, that although the construction of the dam may possibly bring about a local improvement, it will have a decidedly injurious effect on the régime of the river from Antwerp to the sea.

Although the above considerations have irresistibly led me to regard with an unfavourable eye the construction of an embankment over the East Schelde, I conceive that no valid objection, in an engineering point of view, can be raised to the construction of a viaduct in place of a dam, a plan which was actually proposed by the Dutch Government in the year 1846. I believe there are no physical difficulties to overcome in establishing safe foundations for the piers of a viaduct, and that if they consist either of groups of piles, iron cylinders, or light columns of brick or stone masonry, they will offer no practical obstacle to the free flow of the tide.

I am of opinion, therefore, that the best solution of the question which has just been discussed is the substitution of a viaduct for the solid earthen dam by means of which it is now proposed to carry the Flushing and Venloo Railway across the Eastern branch of the Schelde.

CHAPTER II.

Question of Barring the Sloe Branch.

Barring of the Sloe Branch.

Description of the Sloe.

The Sloe branch of the Schelde has a length of fourteen English miles from its northern mouth, which abuts on the Rompot Channel, to its southern mouth, which communicates with the West Schelde near to Fort Rammekens, and at a distance of three miles to the east of Flushing. About midway between the two mouths a channel called the Zandkreek branches off from the east bank of the Sloe, and, taking an east direction, the Zandkreek divides the islands of North and South Beveland and communicates with the East Schelde at a point about three miles north-west of Wemeldinge.

The Sloe was in ancient times of much more importance than at present, for, owing to extensive reclamations of its foreshores and to natural decay, it is no longer a large arm of the sea but simply a narrow and contracted channel, which divides the islands of North and South Beveland from the Island of Walcheren.

The proposed railway embankment or dam is to cross the Sloe at a point about two miles to the south of the Zandkreek entrance, where the width of the channel at high water is 3,500 feet and its greatest depth 42 feet.

Et enfin, que l'envasement du bassin étant complété, et la solution de continuité dans la rive droite entre Santvliet et Bath ayant cessé d'exister, la plus grande partie, sinon la totalité, des 11,500,000 mètres cubes qui s'accumulaient en cet endroit, sera perdue pour l'Escaut occidental, et qu'il n'entrera pas plus d'eau dans la rivière au-dessus de Bath qu'aujourd'hui, à moins qu'un abaissement général du niveau de marée basse ne s'établisse entre Doel et Bath, amélioration qui ne saurait être obtenue que par de vastes travaux de dragage, par la construction de perrés longitudinaux submersibles ou par ces deux moyens combinés. En résumé, bien que la construction du barrage puisse produire peut-être une amélioration locale, elle aura un effet positivement pernicieux sur le régime du fleuve, entre Anvers et la mer.

Bien que les considérations qui précèdent m'aient irrésistiblement conduit à regarder d'un œil défavorable la construction du barrage de l'Escaut oriental, je ne vois aucune objection valable, au point de vue de l'art de l'ingénieur, contre le remplacement du barrage par un viaduc, projet qui fut proposé par le Gouvernement hollandais en l'année 1846. Je pense qu'il n'y a pas de difficultés physiques à surmonter pour établir de solides fondations destinées à supporter les piles d'un viaduc, et qu'en les formant de palées, de cylindres en fer ou de minces colonnes en maçonnerie de briques ou de pierre, elles n'apporteraient aucun obstacle appréciable au libre passage de la marée.

Je suis donc d'avis que la meilleure solution de la question qui vient d'être discutée est la substitution d'un viaduc au barrage, formé d'une chaussée en terre, pour le passage du chemin de fer de Flessingue à Venloo au-dessus de l'Escaut oriental.

CHAPITRE. II.

Question du barrage de la branche du Sloe.

La branche de l'Escaut, qui porte le nom de Sloe, a une longueur de quatorze milles anglais, depuis son embouchure nord, dans le chenal de Rompot, jusqu'à son extrémité sud, qui communique avec l'Escaut occidental près du fort Rammekens, à une distance de trois milles à l'est de Flessingue. A peu près à mi-chemin, entre les deux extrémités du Sloe, un chenal, appelé le *Zandkreek*, se détache de la rive orientale du Sloe et, se dirigeant vers l'est, passe entre les îles du Nord et du Sud-Beveland, et communique avec l'Escaut oriental en un point situé à trois milles au nord-ouest de Wemeldinge.

Le Sloe avait anciennement beaucoup plus d'importance qu'aujourd'hui : car, par la mise en culture d'une grande étendue de ses rives, et aussi par des causes naturelles de décadence, il a cessé d'être un large bras de mer, pour devenir un chenal étroit et resserré qui sépare les îles du Nord et du Sud-Beveland de l'île de Walcheren.

Le remblai projeté pour le chemin de fer ou barrage doit traverser le Sloe à deux milles au sud de l'embouchure du *Zandkreek*, où la largeur du chenal est, à marée haute, de 5,500 pieds, et sa plus grande profondeur de 42 pieds.

Report of the Dutch
Commission of 1866
in favour of closing
the Sloe.

The diminished sectional area of the Sloe Channel and the cause of its deterioration are thus referred to in the Report of Messrs. Brunings and Blommendal, the members of the Dutch Commission of April 1866 :—

“ A chart of 1814 indicates that the depth of the Sloe was at that time not less than from 39 to 40 decimètres ($12\frac{3}{4}$ to 13 feet), and the experience of the last twenty-five to thirty years proves to us that the channel has lately become gradually narrower, and that its shoals have gradually increased in height.

“ There is, moreover, a special cause which encourages the gradual silting up of the Sloe, viz., the stagnation of its current at the point of junction of the tides from Flushing and from the Wersche Gat. In consequence of this, the shoals are continually getting worse in the neighbourhood of Arne-muiden. During the first part of the flood there is no sensible current between Zuidkruyer and Sloesche Dammien, and it is only during the last two hours of its flow that it directs itself to the north, so as to arrive at Veere at the commencement of the ebb.”

Deterioration of the
Sloe.

On comparing the profile of the Sloe branch at Fort Rammekens, with the profile of the West Schelde between Rammekens and Hoofdplaat, Messrs. Brunings and Blommendal find that the relative capacity of the two channels bore the proportion of 1 to 9 in 1800, and of 1 to 18.2 in 1865.

The volume of tidal water which enters and leaves the Sloe has not been ascertained, and therefore I am only able to judge of its importance by referring to one of the facts just stated, viz., that two years ago the sectional area of the Sloe at Rammekens, and of the West Schelde at the same place, held the relative values of 1 and 18.2.

On this assumption, and considering the close proximity of the Sloe to the mouth of the West Schelde, I am of opinion that the régime of the river would not be affected to any notable extent by the complete closing of the Sloe by means of the dam proposed by the Dutch Government.

The Dutch Commissioners of April 1866 are convinced of the complete innocuity of the Sloe dam, and the members of the Belgian Commission of 1865⁽¹⁾ are also of opinion that the closing of the Sloe will not be prejudicial to the navigation of the Schelde; for in their second Report of September 1866 they state, “ We do not oppose the construction of the dam for fear of its producing modifications at the mouth of the West Schelde, and we admit that in this respect it will have no serious effect.”

It seems to be generally admitted, therefore, that the Sloe branch may be closed by a solid earthen dam, without any detriment to the régime of the West Schelde.

(¹) This Commission was composed of Messrs. the Chevalier Pycke, Governor of the Province of Antwerp, President; A. de Cock, Senator and Shipowner; Petit, Captain R. N.; Wellens, Inspector of Ponts et Chaussées; Houbotte, Engineer-in-Chief, Inspector of Ponts et Chaussées “ in the Province of Liege; Cateaux Wattel, Merchant, Antwerp : A. Neyt, Merchant, at Ghent (afterwards replaced by A. Stessels, Hydrographer); De Boninge, Sub-Inspector of Pilotage at Flushing; V. Lynen, Merchant, at Antwerp, Secretary.

La diminution de la surface de la section du chenal du Sloe et les causes de sa détérioration sont indiquées comme suit dans le rapport de MM. Brunings et Blommendal, membres de la commission hollandaise d'avril 1866 :

Rapport de la commission hollandaise de 1866, en faveur de la fermeture du Sloe.

« Une carte de l'année 1814 indique, pour le Sloe, une profondeur qui n'était pas, à cette époque, moindre de 59 à 40 décimètres (12³/₄ à 13 pieds), et l'expérience des vingt-cinq à trente dernières années nous a appris que le chenal se rétrécit de plus en plus et que ses hauts-fonds se sont successivement élevés.

» Il y a, de plus, une cause spéciale qui accélère l'envasement graduel du Sloe, savoir : la stagnation du courant au point de rencontre des marées venant de Flessingue et de Wersche-Gat. Il en résulte que les hauts-fonds augmentent continuellement dans le voisinage d'Arnemuiden. Durant la première partie du flux, il n'y a pas de courant sensible entre Zuid-Krayer et les Sloesche-Dammen, et c'est seulement pendant les deux dernières heures du flux que ce courant se dirige vers le nord, de façon à arriver à Veere au commencement du reflux. »

En comparant le profil de la branche du Sloe, au fort Rammekens, avec le profil de l'Escaut occidental entre Rammekens et Hoofd-Plaat, MM. Brunings et Blommendal trouvent que la capacité relative des deux lits était, en 1800, comme 1 à 9, et, en 1865, comme 1 à 18,2.

Détérioration du Sloe.

Le volume d'eau de marée qui pénètre dans le Sloe et en sort n'a pas été constaté; je ne puis donc juger de son importance qu'en m'en rapportant à l'un des faits qui viennent d'être établis, savoir : qu'il y a deux ans, les surfaces des sections du Sloe à Rammekens et de l'Escaut occidental au même endroit étaient dans le rapport de 1 à 18,2.

D'après cette assertion et en considérant la courte distance qui sépare le Sloe de l'embouchure de l'Escaut occidental, je suis d'opinion que le régime du fleuve ne serait pas notablement affecté par la fermeture complète du Sloe au moyen du barrage proposé par le Gouvernement hollandais.

Les commissaires hollandais d'avril 1866 sont convaincus de l'innocuité complète du barrage du Sloe, et les membres de la commission belge de 1865 (*) reconnaissent également que la fermeture du Sloe ne portera aucun préjudice à la navigation de l'Escaut. Dans leur second rapport de septembre 1866, ils disent : « Nous ne nous opposons point à la construction du barrage, dans la crainte qu'elle n'amène des changements à l'embouchure de l'Escaut occidental, et nous admettons que, sous ce rapport, elle n'aura pas d'effet sérieux. »

Il semble donc généralement admis que la branche du Sloe peut être fermée par un remblai solide en terre sans causer aucun dommage au régime de l'Escaut occidental.

(*) La commission était composée de MM. le chevalier Éd. Pycke, gouverneur de la province d'Anvers, président; Aug. de Cock, sénateur et armateur; Petit, capitaine de vaisseau; Wellens, inspecteur général des ponts et chaussées *ad interim*; Houbotte, ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées dans la province de Liège; Cateaux-Wattel, négociant à Anvers; A. Neyt, négociant à Gand (remplacé plus tard par A. Stessels, hydrographe); de Boninge, sous-inspecteur du pilotage à Flessingue; V. Lynen, négociant à Anvers, secrétaire.

Rammekens Roadstead.

Rammekens Roadstead.

The members of the Belgian Commission of 1865 oppose the construction of a dam across the Sloe, solely because, in their opinion, it will destroy the Roadstead of Rammekens: and the following extracts are taken from their Report on this subject:—

Arguments advanced by the Belgian Commission of 1865 in favour of the Rammekens Roadstead.

“ The Roadstead of Rammekens is an indispensable refuge for ships, schooners, and brigs, which seek an anchorage there, to be sheltered from west to north-west winds, as well as to be out of the way of vessels, principally steamers, which ascend the Schelde at night.

“ In case of accidents, vessels anchored at Rammekens are always within easy reach of succour, and of all the materials they may want for repair.

“ In destroying the roadstead, not only will all these advantages be lost but the majority of vessels will no longer be able to find a safe anchorage at the entrance of the Schelde during winds blowing from south-west to north-west; for it is to be remarked that from Flushing up to Vande Caloobank, a space which forms the Roadstead of Flushing, and where there is a depth of from 10 to 15 fathoms at low water, few vessels will run the risk of anchoring, especially with winds from west to north-west, which bring in the highest tides and the heaviest seas, and which cause the current at times to run at a velocity of nearly four miles an hour. However, if large vessels resist bad weather for a longer time, they occasionally either drag their anchors, lose them, come into collision with other vessels, or run ashore.

“ To prevent such accidents the Dutch men-of-war prefer wintering in the Roadstead of Terneuze (Neuzen) to that of Flushing.

“ If, therefore, large vessels seek a refuge at Terneuze, there would be still more reason, when the Roadstead of Rammekens is silted up, for small vessels, which are now sheltered there, to be ready at the shortest notice to repair to Terneuze also, a chance which bad weather does not always give to sailors, because once overtaken by south to south-west winds they would not be able to reach Terneuze, and there would be nothing left for them but to resist, as well as they could, the violence of the storm or to seek shelter at Middlegat, so that more than one of them, in taking this last course, would run his vessel aground before reaching this anchorage, on account of his having no pilot on board and of his being unacquainted with the river.

“ The roadstead of Terneuze or of Middlegat could not, therefore, sufficiently replace the Roadstead of Rammekens, even when the new system of lights shall have been applied to the Schelde.

“ Moreover, vessels anchored at Terneuze, besides being subjected to a delay in their voyage, would not be able to find there, in case of serious accident, the succour that they could have obtained at Flushing.

“ The Middlegat, in addition to these drawbacks, presents this disadvan-

Rade de Rammekens.

Les membres de la commission belge de 1863 font opposition à la construction d'un barrage à travers le Sloe, uniquement parce que, dans leur opinion, elle amènera la destruction de la rade de Rammekens, et les extraits suivants sont pris dans leur rapport sur ce sujet :

« La rade de Rammekens est un refuge indispensable pour les barques, les goëlettes et les bricks qui y cherchent un mouillage où ils soient abrités contre les vents d'ouest et du nord-ouest, et où ils se trouvent hors du passage des navires, principalement des bateaux à vapeur qui montent l'Escaut pendant la nuit. Arguments de la commission belge de 1863 en faveur de la rade de Rammekens.

» En cas d'accidents, les navires à l'ancre à Rammekens peuvent être facilement secourus et munis de tous les matériaux nécessaires pour les remettre en bon état.

» En supprimant la rade de Rammekens, non-seulement tous ces avantages cesseraient, mais encore la plus grande partie des navires ne trouveraient plus un mouillage sûr à l'entrée de l'Escaut pour s'abriter contre les vents du sud-ouest au nord-ouest; car il est à remarquer que, de Flessingue jusqu'à Vande Kaloobank, espace qui forme la rade de Flessingue, et où l'on trouve à marée basse 10 à 13 brasses d'eau, peu de navires se hasardent à y mouiller, surtout par des vents d'ouest à nord-ouest, qui amènent les plus fortes marées et les plus grosses mers, alors que le courant atteint parfois une vitesse de presque 4 milles à l'heure. Cependant, si les grands navires résistent plus longtemps au mauvais temps, il leur arrive plus d'une fois de chasser sur leurs ancres, de les perdre et d'aborder les autres navires ou d'échouer.

» Aussi, pour prévenir ces accidents, les navires de guerre hollandais préférèrent-ils pour passer l'hiver la rade de Terneuze à celle de Flessingue.

» S'il arrive donc que les grands bâtiments cherchent un refuge à Terneuze, il s'ensuit à plus forte raison, une fois la rade de Rammekens ensablée, que les petits navires qui y trouvent actuellement un abri seraient forcément obligés, à la moindre alerte, de se réfugier également à Terneuze, chance que le mauvais temps n'accorderait pas toujours aux marins, car une fois surpris par des coups de vent du sud au sud-ouest, ils ne sauraient atteindre la rade de Terneuze, et il ne leur resterait qu'à résister le mieux possible à ces coups de vent ou bien à chercher un refuge au Middelgat; de sorte que plus d'un, en prenant ce dernier parti, échouerait son navire avant d'avoir atteint ce mouillage, et cela faute de pilote ou de connaissance de la rivière.

» La rade de Terneuze, ou le Middelgat, ne pourront, par conséquent, remplacer suffisamment la rade de Rammekens, même quand le nouveau système d'éclairage sera appliqué à l'Escaut.

» D'autre part, les navires qui se trouveraient devant Terneuze, outre qu'ils subiraient toujours un retard dans leur voyage, n'y trouveraient pas, en cas d'accidents graves, les secours qu'ils obtiennent à Flessingue.

» Le Middelgat, outre ces mêmes motifs, présenterait encore l'inconvénient

tage : vessels would not be able to anchor there without having a pilot on board, and they would be in the way of vessels, principally steamers, which navigate the Schelde by night. ”

Counter arguments by
the Dutch Commis-
sion of 1866.

In reply to these observations of the Belgian Commission of 1863, the Dutch Commission of April 1866, after remarking on the gradual deterioration of the Sloe, to which I have already referred, contend that the roadstead of Rammekens has ceased to exist, and, to maintain this view, they report as follows : “ Below or to the west of Rammekens, the Kaloot (a sand-bank which extends itself from the west point of South Beveland) was formerly situated at a much greater distance from Walcheren, and the part of this bank which was left dry at low water extended itself to the west of Schoone Waardin. In 1730 one finds that the Kaloot, from Fort Rammekens nearly up to Fort Ruyter, was situated at a distance of about 1,000 mètres from the shore. In 1818 and 1823 the non-submerged part extended itself to the south of Fort Ruyter, the space being then narrowed more than one-half, and, according to the chart of 1842, the Kaloot was again sensibly shifted towards the shore. At the present time the non-submerged point has not only retreated completely towards the east, but the channel near to the pretended roadstead of Rammekens is more contracted than ever. The contour line of 8 mètres is now continued without a curve along the southern shores of the Kaloot and Walcheren; so that there is actually no shelter whatever from the south-west. As this shelter gave formerly the chief value to the veritable roadstead of Rammekens, which then extended itself to a great distance into the Sloe, one can no longer attach the same importance to this place as an anchoring ground; because the roadstead has for a long time been very dangerous when the winds blow from the south. Although it will be some little time before the limited anchoring space for small vessels near Zoutman becomes still more sensibly contracted than at present, it is beyond a doubt that without the dam the silting up will continue: for the deposits between Walcheren and South Beveland have already formed a natural bar in the bed of the Sloe—a formation which renders the existence for any length of time of this anchoring ground impossible. In order to give a tolerably exact idea of the situation, we annex to the Report a series of comparative drawings of the roadstead between Flushing and Rammekens. These charts clearly indicate that the great expanse of water which formerly existed between North and South Beveland and Walcheren occasioned a much more rapid current than at present; and the facts of the successive contractions which the channel has undergone between the point of the Kaloot and the south shore of Walcheren, and the diminished depth of the channel, prove that the latter is gradually silting up. The series of charts, with their profiles, also show that the roadstead between Flushing and Rammekens, even to the west of the town, where formerly there was no shelter, is now completely sheltered against the north-west winds, and that the depths along the shore of the port of Flushing are reduced nearly one-half. (The elevated part of the Nolleplaatje now gives the real shelter.) The anchorage, therefore, is now safer than formerly, although the interior navi-

que les navires ne pourraient y rester à l'ancre sans garder un pilote à bord, et qu'ils s'y trouveraient dans le chemin de ceux qui montent et descendent l'Escaut, principalement des bateaux à vapeur qui naviguent souvent la nuit. »

En réponse à ces observations de la commission belge de 1863, la commission hollandaise d'avril 1866, après avoir fait remarquer la détérioration graduelle du Sloe, dont j'ai déjà parlé, prétend que la rade de Rammekens n'existe plus, et pour appuyer cette assertion, elle ajoute : « En aval, ou à l'ouest de Rammekens, le Kaloot (banc de sable qui part de la pointe ouest de Zuid-Beveland), était situé autrefois à une distance beaucoup plus grande de Walcheren, et la partie de ce banc qui se découvrait à marée basse s'étendait jusqu'à l'ouest du Schoone-Waardin. D'après une carte de 1750, on trouve que le Kaloot, depuis le fort Rammekens jusqu'au fort Ruyter, se trouvait à une distance d'environ 1,000 mètres du rivage. En 1818 et en 1825 la partie non submergée s'étendait jusqu'au sud du fort Ruyter, l'espace étant alors rétréci de plus de moitié; et d'après la carte de 1842 le Kaloot s'est de nouveau déplacé sensiblement vers la rive; maintenant la pointe non submergée ne s'est pas seulement retirée complètement vers l'est, mais le chenal, près de la prétendue rade de Rammekens, s'est encore rétréci davantage. La courbe horizontale à 8 mètres continue maintenant sans courbure en suivant le côté méridional du Kaloot et la rive méridionale de Walcheren, de sorte qu'il n'y a actuellement plus d'abri contre les vents venant du sud-ouest.

Arguments opposés par la commission hollandaise de 1866.

» Comme cet abri formait autrefois la véritable rade de Rammekens, qui alors s'étendait aussi à une grande distance dans le Sloe, on ne peut plus maintenant attacher la même importance au mouillage actuel, parce que la rade est depuis longtemps devenue très-dangereuse quand le vent souffle du sud. On doit s'attendre à voir avant peu le petit mouillage, qu'on trouve pour de petits navires à la hauteur du fort Zoutman, se rétrécir encore davantage. Il est hors de doute que, sans le barrage, l'envasement continuera, parce que les dépôts entre Walcheren et Zuid-Beveland ont déjà formé une barre naturelle dans les eaux du Sloe, qui rend impossible la longue existence de ce mouillage.

» Afin de donner une idée aussi exacte que possible de la situation, nous avons joint à ce rapport des dessins comparatifs de la rade entre Flessingue et Rammekens; ils indiquent clairement que la grande surface liquide, qui existait autrefois entre les îles de Nord et Sud-Beveland et l'île de Walcheren, produisait un courant beaucoup plus rapide que celui qui existe maintenant; et le fait du rétrécissement successif que subit le chenal entre la pointe du Kaloot et la partie méridionale de Walcheren, ainsi que la moindre profondeur du chenal, prouve que ce dernier s'envase graduellement.

» Les cartes avec leurs profils montrent aussi que la rade entre Flessingue et Rammekens, et même jusqu'à l'ouest de la ville où autrefois il n'y avait pas d'abri, se trouve maintenant abritée complètement contre les vents du nord-ouest, et que la profondeur, le long du port de Flessingue, a diminué presque de moitié. (La partie élevée du Nolleplaatje donne maintenant le véritable abri.) Le mouillage est donc aujourd'hui plus sûr que précédemment, bien que la navigation intérieure soit devenue un peu plus difficile à cause du Nolleplaatje.

gation has become slightly more difficult on account of the Nolleplaatje. We cannot share the opinion that steamers which ascend and descend the river during the night will be inconvenienced by the vessels anchored in the navigable channels. In the first place, vessels are generally found in great numbers everywhere in the river, and the smallest of them naturally seek a shelter beyond the 'thalweg;' so that they have nothing to fear from steamers, especially when the system of lights has been improved. Moreover, the law obliges vessels anchored in the stream to show lights. If this measure is neglected, or if steamers run when the weather is too foggy, accidents are unavoidable in any case.

"The Belgian Commissioners draw especial attention to the great advantages that small vessels find in the roadstead to the east of Flushing, because they can anchor there without a pilot, obtain assistance, buy provisions, etc. As it has already been shown the limited anchorage space now left open for small vessels is in process of being silted up. If therefore the advantages indicated, diminish in future, one ought not to attribute this circumstance to the dam, but to causes over which we have no control."

Discussion of the question at issue.

On examining the profiles of the Sloe attached to the above-named Report, I find, with the Dutch Commissioners, that the sectional area of its channel opposite Fort Rammekens diminished 50 per cent. between 1800 and 1865. I also find, however, that this diminution took place almost entirely between 1800 and 1818.

If these profiles, therefore, be taken as a criterion of comparison one may conclude, that owing to some exceptional cause, the deterioration of the Sloe Channel was remarkably rapid during the first eighteen years of this century, and that since then the changes in the bed of the channel have been comparatively unimportant.

This apparently undiminished capacity of the Sloe Channel of late years does not seem to justify the prediction that it will shortly be silted up, and that, as a consequence, the small roadstead at its mouth will speedily share the same fate.

Although there is reason to doubt the correctness of the theory that the Sloe is still undergoing the process of being rapidly silted up, it is beyond question that the roadstead which is still known by the name of Rammekens has no longer the same importance as formerly, and that by far the most valuable portion of it has gradually disappeared in the course of the present century.

On the other hand, it appears that the growth during the same period of the Nolleplaatje bank to the west of Flushing, and the consequent local shallowing of the channel, thence to Fort de Ruyter, have considerably improved the roadstead of Flushing (which is now completely sheltered from north-west winds), so that to a considerable degree the advantages that have been lost at Rammekens by the silting up of the Sloe have been regained by the improvements which have recently taken place in the extensive anchorage-ground in front of Flushing and Fort de Ruyter.

» Nous ne pouvons partager l'opinion que les bateaux à vapeur qui descendent et remontent la rivière pendant la nuit seront gênés par les navires mouillés dans les passes navigables. D'abord les navires se trouvent en grande quantité partout dans la rivière, et les plus petits d'entre eux cherchent ordinairement un abri en dehors du Thalweg, de sorte qu'ils n'ont rien à craindre des bateaux à vapeur, surtout quand l'éclairage sera amélioré; en outre, la loi prescrit aux navires à l'ancre dans le courant d'allumer leurs feux. Si cette mesure est négligée, ou si les bateaux à vapeur naviguent par un temps trop brumeux, les accidents ne pourront être évités dans aucun cas.

» Les commissaires belges appellent spécialement l'attention sur les grands avantages que les petits navires trouvent dans la rade à l'est de Flessingue, parce qu'ils peuvent y mouiller sans pilote, y obtenir du secours, y acheter des provisions, etc. Comme on l'a déjà démontré, l'espace limité qui reste maintenant pour le mouillage des petits navires est en train de s'envaser. Si, par conséquent, les avantages spécifiés plus haut disparaissaient dans l'avenir, il ne faudrait pas attribuer cette circonstance au barrage, mais à des causes sur lesquelles nous n'avons aucun pouvoir. »

En examinant les profils du Sloe, annexés au rapport susdit, je reconnais, avec les commissaires hollandais, que la surface de la section de son chenal, vis-à-vis du fort de Rammekens, a diminué de 50 p. % de 1800 à 1865. Je trouve cependant aussi que cette diminution s'est accomplie presque entièrement entre 1800 et 1818.

Discussion de la question.

Si ces profils peuvent servir de terme de comparaison, on peut en conclure que, par suite d'une cause exceptionnelle, la détérioration du Sloe a été remarquablement rapide pendant les dix-huit premières années de ce siècle, et que, depuis lors, les changements dans le lit du chenal ont été comparativement sans importance.

Cette capacité du Sloe, qui n'a visiblement pas diminué pendant les dernières années, ne me paraît pas justifier la prédiction qu'il doit être rapidement envasé et que, par conséquent, la petite rade qui se trouve à son embouchure doit partager le même sort d'ici à peu de temps.

Bien qu'il y ait lieu de douter de l'exactitude de la théorie d'après laquelle le Sloe serait en voie de s'envaser rapidement, il est incontestable que la rade, qui est connue sous le nom de Rammekens, n'a plus la même importance qu'autrefois, et que sa partie, de beaucoup la meilleure, a disparu peu à peu dans le cours du siècle actuel.

D'autre part, il paraît que le développement, pendant la même période, du banc de Nolleplaatje, à l'ouest de Flessingue, et la diminution de profondeur du chenal qui en a été la conséquence, de là au fort de Ruyter, ont notablement amélioré la rade de Flessingue (aujourd'hui parfaitement abritée contre le vent du nord-ouest), de sorte que les avantages perdus à Rammekens, par l'envasement du Sloe, ont été en grande partie compensés par les améliorations qui ont eu lieu récemment dans le vaste mouillage du port de Flessingue et du fort de Ruyter.

Conclusions drawn from
the foregoing discus-
sion.

This improved condition of the Flushing roadstead ought, I think, to be considered when the question of the complete stopping up of the Sloe below the Zandkreek entrance is discussed; for, in my opinion, this improvement is in many respects a compensation for the deprivation of a refuge against violent west and west-north-west winds which small vessels will experience when cut off from their present anchoring-ground under Fort Zoutman—an eventuality which will undoubtedly be hastened by the closing of the Sloe; but I do not think that this objection alone is of sufficient weight to call for the substitution of an open viaduct for the solid embankment by means of which it is now proposed to carry the railway across the Sloe.

CHAPTER III.

Comparative Merits of the Water Routes of Communication between Belgium and Holland and the Rhine

The proposed closing of the East branch of the Schelde has often given rise to controversy between the Belgian and Dutch authorities as to the relative values of the South Beveland Canal and the East Schelde Channel as routes of communication between Antwerp and Holland and the Rhine.

As the arguments that have been made use of for and against the canal have since lost much of their significance, owing to the subsequent opening of this new route, I need not review at any length the principal objections which were raised to it by the Belgian Commission of 1863, or give anything more than a brief summary of the counter arguments which were advanced in its favour by the Dutch Commission of April 1866.

The Belgian Commission alleged :—

1. That if the East Schelde were closed, vessels would be obliged to make use of the new canal, and thus their voyages would be retarded.
2. That in the actual state of things, vessels starting from Antwerp with a west wind reach Bath in a single tide, so as to be able to profit by the flood to pass through the East Schelde Channel; whereas they could not reach Hansweert in a single tide, and would therefore be compelled to anchor at Vinkensse or the Old Polder, and by doing so they would lose a whole tide.
3. That if the wind freshened vessels would be obliged to leave their anchorage ground to seek refuge at Bath or at Old Doel, because between Bath and Hansweert there is no shelter whatever from west and north-west winds.
4. That small vessels, which are generally badly manned and equipped, will encounter danger and delay in entering and leaving the canal entrances, because, if the wind is favourable to vessels leaving the West Schelde, it will be unfavourable to vessels entering from the East Schelde.
5. The navigation will be subject to interruption more or less frequent, on account of repairs to the canal, and to difficulties caused by the ice.

Cette amélioration de la rade de Flessingue devrait, ce me semble, être prise en considération quand la fermeture complète du Sloe au-dessous de l'embouchure du Zandkreek est mise en discussion. Dans mon opinion, cette amélioration compense, sous plusieurs rapports, la suppression d'un refuge contre les vents violents de l'ouest et de l'ouest-nord-ouest que les petits navires auront à subir, quand ils auront perdu leur mouillage actuel, au-dessous du fort Zoutman. Cette éventualité sera, sans aucun doute, rendue plus prochaine par la fermeture du Sloe, mais je ne pense pas que cette objection seule ait assez de poids pour demander à remplacer le barrage par un viaduc afin de donner au railway, en projet, le moyen de traverser le Sloe.

Conclusions tirées de la précédente discussion.

CHAPITRE III.

Comparaison des diverses communications par eau entre la Belgique, la Hollande et le Rhin.

La fermeture projetée de la branche orientale de l'Escaut a plus d'une fois été le sujet de discussions entre les autorités belges et hollandaises sur la valeur relative du canal Sud-Beveland et de l'Escaut oriental, considérés comme voies de communication entre Anvers, la Hollande et le Rhin.

Comme les arguments dont il a été fait usage pour et contre le canal ont, depuis lors, perdu beaucoup de leur importance, grâce à l'ouverture subséquente de cette nouvelle route, je n'ai pas besoin de m'étendre sur les objections principales de la commission belge de 1863, et je puis me contenter d'une revue sommaire des réponses faites à ces objections par la commission hollandaise d'avril 1866 en faveur dudit canal.

La commission belge alléguait :

1. Que si l'Escaut oriental était fermé, les navires seraient forcés de faire usage du nouveau canal et que leurs voyages en seraient retardés.

2. Que dans l'état actuel des choses, les navires partant d'Anvers avec le vent d'ouest atteignaient Bath en une seule marée et pouvaient profiter du flux pour traverser l'Escaut oriental; tandis qu'ils ne pourront atteindre Hansweert en une seule marée et seront forcés, par conséquent, de jeter l'ancre à Vinkensisse ou au vieux Polder, et de perdre ainsi une marée entière.

3. Que si le vent fraîchit, les navires seront obligés de quitter leur mouillage et de chercher refuge à Bath ou au vieux Doel, puisque entre Bath et Hansweert il n'existe aucun abri contre les vents d'ouest et du nord-ouest.

4. Que les petits navires, qui sont généralement mal construits et mal équipés, perdront du temps et seront exposés à des dangers pour entrer dans le canal et pour en sortir, parce que, si le vent est favorable à ceux qui sortent de l'Escaut occidental, il sera défavorable à ceux qui arrivent de l'Escaut oriental.

5. Que la navigation sera sujette à des interruptions plus ou moins fréquentes à cause des réparations qu'exigera le canal et des difficultés occasionnées par la glace.

The Dutch Commission advanced the following arguments and counter-allegations : —

1. That if the East Schelde is closed vessels from Antwerp must necessarily repair to Hansweert, and as they could not, as a general rule, drop down much lower than Bath, they would be obliged to wait for the next reflux to reach Hansweert.

2. That, having passed the canal, they would arrive in a large channel, which would take them up to the entrance of the Vlyc, and thence by the Brabansche Vaarwater to the Keeten Channel, which leads directly to Holland and the Rhine.

3. That on passing by the Berg-op-Zoom Channel vessels must remain at anchor near to Bath during the first four hours of the flood tide, when they could of course proceed on their voyage during the remainder of the flood.

4. That the channel of the Verdrongen Land is so difficult that vessels cannot reach Wemeldinge before the end of the flood tide, and must therefore wait during the whole duration of a flood tide in order to pass the Vlyc at the moment of the reflux, so as to arrive at the entrance to the Keeten Channel, hence making the voyage by the old route quite as long as that by the proposed new route.

5. That if bad weather sets in from the north-west or west during the voyage from Bath to Hansweert vessels might be compelled, it is true, to return to Bath: but in what situation are vessels found at such a time between Bath and Wemeldinge, where there are likewise no places of shelter? They are, doubtless, worse off on account of the shallowness and the great intricacy of the channel.

6. That vessels bound for Antwerp, by making use of the canal, could calculate to a nicety how long it would take them to make the voyage, but in navigating by the East Schelde they generally arrive too soon at the places where there is the least water, and where on that account they are often obliged to wait for high water.

7. That, on the other hand, if south winds prevail, vessels cannot calculate the length of time they will require to traverse across the limited space near to the site of the proposed dam, where the tides of the East and West Schelde meet each other; therefore, vessels of a draught of five feet and more remain in that locality for days together sometimes, waiting for the opportunity to pass the Verdrongen Land shoals, so that, in point of fact, the voyage to Antwerp with the prevailing winds is subject to great delays.

8. That vessels bound to and from Ghent and Neutzen would always take advantage of the new canal, because by doing so they will greatly shorten their voyage; and that as the distances between Neutzen and Rammekens and Neutzen and Hansweert are about the same, the actual détour by the Sloe route, as compared with the South Beveland Canal route is five good hours, or seventeen miles.

9. That if 600. or 5 per cent., of the vessels that now trade between Antwerp and the north pass by the Sloe, it is obvious that they will do so no longer when the new canal is opened.

10. That it is evident that vessels surprised in mid-winter by the ice will

La commission hollandaise, de son côté, faisait valoir les arguments et les répliques suivants :

1. Que si l'Escaut oriental est fermé, les navires venant d'Anvers devront nécessairement se rendre à Hansweert, et comme ils ne peuvent, en thèse générale, descendre beaucoup plus bas que Bath, ils seront obligés d'attendre le reflux suivant pour atteindre Hansweert.

2. Qu'ayant passé le canal, ils arriveront dans un vaste chenal qui les conduira jusqu'à l'entrée de Vlye, et, de là, par le *Brabansche Vaarwater*, ils arriveront au chenal de Keeten qui conduit directement en Hollande et au Rhin.

3. Qu'en choisissant la voie de Berg-op-Zoom, les navires doivent rester à l'ancre près de Bath pendant les quatre premières heures du flux, après quoi ils peuvent naturellement continuer leur voyage pendant le reste du flux.

4. Que le chenal de *Verdrongen-Land* est si difficile que les navires ne peuvent atteindre Wemeldinge avant la fin du flux et doivent, par conséquent, attendre pendant toute la durée d'une marée pour passer le Vlye au moment du reflux et arriver à l'entrée du chenal de Keeten. Il en résulte que l'ancienne route est exactement aussi longue que la nouvelle route proposée.

5. Que si le vent souffle avec force du nord-ouest ou de l'ouest, pendant le voyage de Bath à Hansweert, les navires peuvent être fofés, à la vérité, de retourner à Bath: mais quelle est la situation des navires qui se trouvent alors entre Bath et Wemeldinge, où il n'existe également aucune espèce d'abri? Ils sont évidemment dans une position pire, eu égard au peu de profondeur du chenal et à la complication des passes.

6. Que les navires se rendant à Anvers, s'ils font usage du canal, pourront calculer exactement le temps qu'il leur faudra pour accomplir leur voyage; tandis qu'en naviguant par l'Escaut oriental ils arrivent presque toujours trop tôt aux endroits où il y a le moins d'eau et où ils sont obligés, par conséquent, d'attendre la marée haute.

7. Que, d'autre part, si les vents du sud prévalent, les navires ne peuvent pas calculer le temps qu'il leur faudra pour faire le court trajet voisin de l'emplacement du barrage proposé, où les marées des branches orientale et occidentale de l'Escaut viennent se rencontrer; il en résulte que les navires d'un tirant d'eau de cinq pieds et davantage doivent demeurer à cet endroit, parfois pendant plusieurs jours, attendant une occasion de passer les hauts fonds de Verdrongen-Land. Il s'ensuit, qu'en réalité, le voyage vers Anvers, par un semblable vent, est exposé à de grands retards.

8. Que les navires allant à Gand et Terneuze, ou qui en viennent, trouveront toujours de l'avantage à prendre le nouveau canal, parce que le voyage est notablement plus court: les distances entre Terneuze et Rammekens et Terneuze et Hansweert étant à peu près les mêmes, le détour actuel par la route du Sloe, comparée à la voie du canal du Sud-Beveland, est de plus de cinq heures ou dix-sept milles.

9. Que si 600 ou 5 p. % des navires qui font actuellement le commerce entre Anvers et le Nord prennent la voie du Sloe, il est évident qu'il n'en sera plus ainsi quand le nouveau canal sera ouvert.

10. Qu'il est évident que les navires surpris au cœur de l'hiver par la glace

be less delayed in the canal than in the East Schelde Channel, because ice in a canal can always readily be cleared away, but there is no such possibility in the Berg-op-Zoom branch. Moreover, all communication between Holland and the Rhine by the interior waters will be impossible the moment that the Canal is obstructed by the ice.

The following is a “résumé” of the Belgian Commission’s statement of the water traffic between Belgium and Holland and the Rhine, and *vice versa*, in the year 1864:—

Eleven thousand nine hundred and eighty-three vessels, of which 558 were steamers, passed Bata by the East Schelde Channel on their way to and from Antwerp and other ports of the Schelde.

To this number must be added 5,951 vessels, which passed by Neutzen on their way to and from Ghent.

The total number of voyages, therefore, amounted to 17,934, which gives an average of about 50 vessels a-day.

Description of the South Beveland Canal.

Description of the
South Beveland
Canal.

On the 14th of February the vessel in which I visited the Canal was towed by horses, in less than an hour, from the Wemeldinge entrance, which abuts on the East Schelde, to the Hansweert entrance, which abuts on the West Schelde. The canal runs almost due north and south, so that as the wind blew from the east during my tour of inspection, I noticed several vessels navigating, by aid of their sails only, in opposite directions. Midway between the two entrances the canal is already crossed by a swing railway-bridge.

As the wind was moderate we did not experience the least difficulty either in entering or leaving the lock basins, and on the day of my visit fifty-four vessels, which is above the average daily number of the whole Belgium traffic, passed inwards and outwards without any delay.

The canal has the following dimensions:—

	Fe.	in.
Total length	50,000	0
(Or $5\frac{3}{4}$ miles, or 9,150 metres.)		
Length of each lock.	594	0
Bottom width of the locks.	85	0
Top „ „	90	0
Width of the bottom of the canal	55	0
„ „ water surface	151	0
Depth at ordinary low water.	19	8
„ „ high water	24	8

The South Beveland Canal is a fine specimen of engineering skill, and reflects the highest credit on Mr. Simon, the Dutch engineer who designed it and super-intended its construction.

Proposed Walcheren
Canal.

As the proposed canal from Flushing to a point in the Sloe Channel nearly opposite to the north entrance to the Zandkreek Channel is to be both wider

perdront moins de temps dans le canal que dans l'Escaut oriental, parce que la glace peut toujours être facilement enlevée dans un canal, tandis qu'il n'en est pas ainsi dans la branche du fleuve qui mène à Berg-op-Zoom. D'ailleurs, toutes les communications entre la Hollande et le Rhin, par les eaux intérieures, deviendront impossibles du moment que le canal sera obstrué par la glace.

Voici un résumé des renseignements fournis par les commissaires belges sur le trafic par eau entre la Belgique, la Hollande et le Rhin et *vice versa*, pendant l'année 1864.

11,983 navires, dont 558 à vapeur, ont passé devant Bath par l'Escaut oriental, allant à Anvers ou à d'autres ports de l'Escaut, ou en revenant.

A ce nombre doivent être ajoutés 5,951 navires qui ont passé par Terneuze pour aller à Gand ou en revenir.

Le nombre total de voyages, par conséquent, s'est élevé à 17,934, ce qui donne une moyenne d'environ 50 navires par jour.

Description du canal Sud-Beveland.

Le 14 février, le navire sur lequel je me trouvais pour visiter le canal était remorqué par des chevaux et il a, en moins d'une heure, franchi l'espace qui sépare l'entrée de Wemeldinge, du côté de l'Escaut oriental, de l'entrée d'Hansweert, située sur l'Escaut occidental. Le canal se dirige presque directement du nord au sud, et comme le vent soufflait de l'est pendant ma tournée d'inspection, j'ai vu plusieurs navires naviguant, bien qu'à l'aide de la voile seulement, dans les deux directions opposées. Vers son milieu, le canal est traversé par un pont tournant déjà construit pour le chemin de fer.

Description du canal
Sud-Beveland.

Comme le vent était modéré, nous n'avons pas éprouvé la moindre difficulté pour entrer dans les sas d'écluses ni pour en sortir, et, le jour de ma visite, 54 navires — chiffre supérieur à la moyenne journalière de tout le trafic de la Belgique — ont passé dans les deux sens, sans aucune perte de temps.

Le canal a les dimensions suivantes :

	Pieds.	Pouces.
Longueur totale.	50,000	"
(ou 5 $\frac{3}{4}$ milles, soit 9,150 mètres.)		
Longueur de chaque écluse	504	"
Largeur des écluses, au fond.	85	"
" " au sommet.	90	"
Largeur du fond du canal	55	"
" à la surface de l'eau.	151	"
Profondeur ordinaire, eaux basses	19	8
" " hautes eaux.	24	8

Le canal Sud-Beveland est un beau spécimen de l'art de l'ingénieur et il fait le plus grand honneur à M. Simon, l'ingénieur hollandais, qui en a fait le plan et surveillé l'exécution.

Comme le canal projeté, à partir de Flessingue jusqu'à un point du Sloe situé presque vis-à-vis de l'entrée nord du Zandkreek, doit être à la fois

Canal de Walcheren,
en projet.

and deeper than the South Beveland Canal, there can be no question of its proving superior in every respect to the tortuous and shallow channel of the Sloe between Rammekens and the Veere Gat; and it may here be stated, as another set-off to the impending loss of the remains of the Rammekens Roadstead, that the Dutch technical authorities are of opinion that the damming of the Sloe below the Zandkreek entrance will have the effect of improving the channel thence, and, consequently, the continuation of the Walcheren Canal northward to the Rompot Channel and eastward to the East Schelde.

Discussion of the question at issue.

That the East Schelde route between Antwerp and Holland and the Rhine possesses some advantages at certain times of tide and wind over the South Beveland Canal route is not denied, but these partial advantages are, in my opinion, far more than counterbalanced by the vastly superior general advantages which the latter route possesses over the former. It appears to me that the canal has only two drawbacks : first, the want of a good anchoring-ground between Bath and Hansweert; and secondly, the difficulty of entering and leaving the canal in stormy weather. That these drawbacks are not of great import is shown by the fact that since the opening of the canal the practice of the navigation has already decided that this route is the best channel of communication between Antwerp and Holland and the Rhine, and *vice versa*; and as monthly returns have been published of the traffic that has lately passed by the canal as well as by the East Schelde Channel, it appears to me that no better standard can be taken to weigh their relative merits, and, with this object in view, I have compiled the following Tables from the said returns, for your Lordship's information : —

plus large et plus profond que le canal Sud-Beveland il n'y a pas de contestation quant à la supériorité qu'il aura, sous tous les rapports, sur le chenal tortueux et envasé du Sloe, entre Rammekens et le Veere-Gat, et l'on peut signaler, comme une autre compensation à l'imminente destruction de ce qui reste de la rade de Rammekens, que les autorités techniques hollandaises sont d'avis que le barrage du Sloe, près de l'entrée de Zandkreek, aura pour effet d'améliorer le chenal à partir de là et, par conséquent, le prolongement du canal de Walcheren, vers le nord, jusqu'au chenal de Rompot, et, vers l'est, jusqu'à l'Escaut oriental.

Il est reconnu que la route entre Anvers, la Hollande et le Rhin, par l'Escaut oriental, possède certains avantages dans certaines conditions de vent et de marée, sur le canal Sud-Beveland, mais, dans mon opinion, ces avantages particuliers sont largement compensés par les avantages généraux bien plus considérables que cette dernière voie possède sur la première. Il me semble que le chemin par le canal n'a que deux inconvénients : d'abord le manque d'un bon mouillage entre Bath et Hansweert; ensuite, la difficulté d'entrer dans le canal ou d'en sortir par les très-mauvais temps. Que ces inconvénients n'aient pas une grande importance en pratique, c'est ce qui est établi par ce fait, que depuis l'ouverture du canal la navigation a déjà prouvé que cette voie constitue la meilleure communication entre Anvers, la Hollande et le Rhin et *vice versa*. Les relevés mensuels du trafic comparatif par le canal et par l'Escaut oriental, qui ont été publiés, me semblent le meilleur moyen pour établir leur valeur relative; j'ai, en conséquence, dressé les tableaux suivants, à l'aide de ces relevés, pour l'information de Votre Seigneurie.

Discussion de la question.

Traffic Table No. 4.

TABLE No. 1, showing the Number and Tonnage of Vessels of all descriptions which navigated the South Beveland Canal and the East Schelde Channel from the 15th October, 1866, to the 28th February, 1867.

DATE.	Sea-going Vessels.		Rhine Vessels.		Lighters, etc.		Steamers.		Total.		AUTHORITY.
	Number.	Tonnage.	Number.	Tonnage.	Number.	Tonnage.	Number.	Tonnage.	Number.	Tonnage.	
By the South Beveland Canal—											
October 15 to December 31, 1866 .	19	5,574	95	15,357	2,324	147,209	97	13,517	3,035	170,407	"Staats Courant" Newspaper.
January 1867 .	16	5,222	35	6,965	505	97,491	59	5,360	613	43,036	
February 1867 .	9	2,904	40	7,011	1,040	54,895	58	5,484	1,153	70,904	
								Total.	4,783	292,827	
By the East Schelde—											
October 15 to December 31, 1866 .	..	..	..	..	* 724	49,560	43	7,100	707	50,765	M. Van Lansberge.
January 1867 .	5	599	..	..	82	4,117	5	319	90	5,035	
February 1867 .	..	..	6	691	190	11,115	5	647	201	12,453	"Staats Courant" Newspaper.
								Total.	1,058	74,253	

* This number includes sea-going vessels, Rhine vessels, and lighters.

TABLEAU N° 1, indiquant le nombre et le tonnage des navires de toute espèce qui ont navigué sur le canal Sud-Beveland et sur l'Escaut oriental, du 15 octobre 1866 au 28 février 1867.

DATE.	NAVIRES DE MER.		NAVIRES DU RHIN.		BATEAUX, ETC.		NAVIRES A VAPEUR.		Totaux.		AUTORITÉS.
	Nombre.	Tonnage.	Nombre.	Tonnage.	Nombre.	Tonnage.	Nombre.	Tonnage.	Nombre.	Tonnage.	
Par le canal Sud-Beveland :											
Du 15 octobre au 31 décembre 1866.	19	5,374	95	13,357	2,824	147,369	97	13,517	3,035	179,497	Journal le Staats-Courant.
Janvier 1867.	16	3,222	55	6,063	505	27,491	30	5,360	615	45,036	
Février 1867.	9	2,904	46	7,011	1,040	54,895	38	5,484	1,155	70,294	
								Total.	4,785	292,827	
Par l'Escaut oriental :											
Du 15 octobre au 31 décembre 1866.	"	"	"	"	* 724	49,569	43	7,190	767	56,763	M. Van Langsberge.
Janvier 1867.	5	509	"	"	82	4,117	5	319	90	5,055	Staats-Courant.
Février 1867.	"	"	6	691	190	11,115	3	647	201	12,455	
								Total.	1,058	74,955	

* Ce chiffre comprend les navires de mer, ceux du Rhin et les bateaux.

Tableau n° 1.

Traffic Table No. 2.

TABLE No. 2. — *Deduced from Table No. 1, showing the relative Per-centage of the Vessels, with their Tonnage, which made use of the two Routes of Communication, from October 15, 1866, to February 28, 1867.*

DATE.	CANAL TRAFFIC.		EAST SCHELDE TRAFFIC.		TOTAL TRAFFIC.		PER-CENTAGE OF SHIPPING.		PER-CENTAGE OF TONNAGE.	
	Vessels.	Tons.	Vessels.	Tons.	Vessels.	Tons.	By the Canal.	By the East Schelde.	By the Canal.	By the East Schelde.
October 15 to December 31, 1866 . . .	5,055	179,497	767	30,765	5,862	256,962	80	20	76	24
January 1 to February 28, 1867. . . .	1,748	115,550	291	17,488	2,059	150,818	86	14	87	13
	4,783	292,827	1,058	74,255	5,841	307,080	82	18	80	20

TABLEAU N° 2, déduit du tableau n° 1, établissant la quantité pour cent des navires et de leur tonnage qui ont fait usage des deux voies de communication, du 15 octobre 1866 au 28 février 1867.

DATE.	TRAFFIC DU CANAL		TRAFFIC DE L'ESCAUT ORIENTAL.		TRAFFIC TOTAL.		RAPPORT DES NAVIRES pour cent		RAPPORT DU TONNAGE pour cent	
	Vaisseaux.	Tonnage.	Vaisseaux	Tonnage.	Vaisseaux.	Tonnages.	par le canal.	par l'Escaut oriental.	par le canal.	par l'Escaut oriental.
Du 15 octobre au 31 décembre 1866 .	3,055	179,497	767	56,765	5,802	236,262	80	20	76	24
Du 1 ^{re} janvier au 28 février 1867 .	1,748	115,550	291	17,488	2,059	150,818	86	14	87	13
	4,765	295,027	1,058	74,255	5,841	507,080	82	18	80	20

Tableau n° 2.

These Tables show that since the opening of the canal the proportion of tonnage which has taken this route, in preference to that of the East Schelde, is exactly 4 to 1, and that the proportion of vessels is $4\frac{1}{2}$ to 1; but, as has already been noticed, one-third of the total traffic between Belgium and Holland and the Rhine is in connection with Ghent. A deduction, therefore, equal to this amount must be made from the total number of vessels, less sea-going ships, that have passed by the canal, in order to arrive at the total number of vessels trading to and from Antwerp that have preferred the canal to the old route.

By adopting this process I find that since the opening of the canal to the 28th February, the relative traffic of Antwerp vessels by the two routes may be estimated thus :—total number of vessels that have passed by the canal, less 44 sailing-vessels, 4,739; from which deducting one-third for the Ghent traffic (all of which as a matter of course prefers the new route to the old one), 3,139 remain. Therefore this number of Antwerp vessels may be said to have preferred the canal route, as only 1,053, exclusive of 5 sea-going ships, took the old route, or say 1 in 3.

The proportion is even greater during the first two months of this year, a fact which tells forcibly against the correctness of the ice-obstruction theory, as applied to the new route, as the following calculation indicates :—1,720 vessels passed by the canal, exclusive of 25 sea-going ships, from the 1st January to the 28th of February, from which number, by deducting one-third for the Ghent vessels, 1,149 remain; therefore 1,149 Antwerp vessels preferred the canal, as only 286, exclusive of 5 sea-going ships, passed by Berg-op-Zoom, or say 1 in 4.

This ordeal of figures fully proves the superiority of a route which is completely independent of tides, and renders it unnecessary for me to discuss further the arguments which condemned it on the one hand, and favoured it on the other, before its real value had been ascertained; neither need I enlarge on the contingent advantages which will hereafter accrue to Belgian commerce when it is carried on to a greater extent by steamers and large vessels, the number of which navigating the West Schelde in consequence of the new route will no doubt soon be greatly increased.

Conclusion drawn from
the foregoing discus-
sion.

For the above reasons I am of opinion that the South Beveland Canal is a better channel of communication between Antwerp and Holland and the Rhine, and *vice versa*, than the route by the East Schelde and the Sloe Channels.

Summary of Conclu-
sions.

The following is a summary of the conclusions which are embodied in this Report :—

1. That the closing of the East branch of the Schelde by means of a solid embankment will produce an unfavourable effect on the régime of the West Schelde from Antwerp to the sea.

Ces tableaux montrent que depuis l'ouverture du canal, la proportion du tonnage qui a pris cette route, de préférence à celle de l'Escaut oriental, est exactement de 4 à 1, et la proportion des navires de 4 1/2 à 1. Mais il a déjà été établi qu'un tiers du trafic total entre la Belgique, la Hollande et le Rhin se fait avec Gand. Une réduction correspondante doit être apportée au chiffre total des navires, les navires de mer exceptés, qui ont traversé le canal pour arriver au nombre exact de navires faisant le trafic d'Anvers, qui ont préféré la voie du canal à l'ancienne route.

En adoptant cette marche, je trouve que, depuis l'ouverture du canal jusqu'au 28 février, le partage des navires d'Anvers, entre les deux routes, peut être établi comme suit : Nombre total de navires qui ont passé par le canal, moins 44 navires de mer, 4,739; en déduisant de ce chiffre un tiers pour le trafic de Gand (dont tous les navires naturellement préfèrent la nouvelle route à l'ancienne), il reste 3,159. On peut donc dire que les navires d'Anvers ont préféré la voie nouvelle, puisque seulement 1,053, sans compter cinq navires de mer, ont pris l'ancienne route, c'est-à-dire *un sur trois*.

La proportion est plus grande encore pendant les deux premiers mois de cette année, fait qui témoigne hautement contre l'exactitude de la théorie sur l'obstruction par la glace, appliquée à la nouvelle route, comme l'indiquent les calculs suivants : 4,720 vaisseaux ont passé par le canal, sans compter 25 navires de mer, depuis le 1^{er} janvier jusqu'au 28 février: en déduisant de ce nombre un tiers pour les navires de Gand, il reste 4,149; donc 4,149 navires ont préféré le canal, tandis que 286 seulement, sans compter 5 navires de mer, ont passé par Berg-op-Zoom, c'est-à-dire 1 sur 4.

Ces chiffres prouvent complètement la supériorité d'une voie qui est tout à fait indépendante des marées, et me dispensent de discuter davantage les arguments qui avaient été avancés pour et contre le canal, avant que sa véritable valeur réelle ait été mise à l'épreuve. Je n'ai pas besoin de m'appesantir non plus sur les avantages éventuels que pourra en tirer le commerce belge, quand il se sera développé par l'emploi plus étendu des navires à vapeur et grands navires, dont le nombre, sur l'Escaut occidental, par suite de la construction de la nouvelle voie, ne peut tarder à s'accroître notablement.

Pour les raisons données ci-dessus, je suis d'avis que le canal Sud-Beveland est une meilleure voie de communication entre Anvers, la Hollande et le Rhin et *vice versa*, que les routes de l'Escaut oriental et du Sloc.

Conclusions tirées de la précédente discussion

Résumé des conclusions développées dans ce rapport :

Resume des conclusions

1^o La fermeture de la branche orientale de l'Escaut, à l'aide d'un barrage formé d'un remblai, aura un effet fâcheux sur le régime de l'Escaut occidental d'Anvers à la mer.

2. That the construction of a viaduct in place of this embankment is quite practicable, and would involve no disastrous consequences.

3. That the closing of the Sloe branch by means of a solid embankment will not notably affect the régime of the West Schelde.

4. That although a solid embankment across the Sloe branch will hasten the already impending destruction of the Rammekens roadstead, this objection is not of itself of sufficient weight to call for the substitution of a viaduct for the said embankment.

5. That so far as regards the means of water communication between Belgium and Holland and the Rhine, the South Beveland Canal is a full equivalent for the East and Sloe branches of the Schelde which it is proposed to close.

I have, etc.

(Signed) CHAS. A. HARTLEY.

Memorandum as to the proposed Embankment across the Schelde between Bath and Bergen-op-Zoom, by David Stevenson, F.R.S.E., etc., Member of the Institution of Civil Engineers.

At the request of Sir Charles Hartley, I have examined several plans and documents relative to the proposal by the Dutch Government to erect a solid embankment across the Schelde between Bath and Bergen-op-Zoom, and I have been asked to express my opinion as to the effect of such a work on the navigation of the West Schelde between Flushing and Antwerp. I have also had several opportunities of discussing the general question with Sir Charles Hartley, and of learning from him the facts derived from his examination of the locality, and I have carefully perused and considered his report upon the subject.

Accepting the data furnished by the Dutch and Belgian engineers, as communicated to me, to be accurate, I have no hesitation in concurring with Sir Charles Hartley in the general opinions expressed in his Report:—

1. That great maritime interests are involved in the question under discussion.

2. That the proposed work will act prejudicially on the navigation of the Schelde between Flushing and Antwerp; and

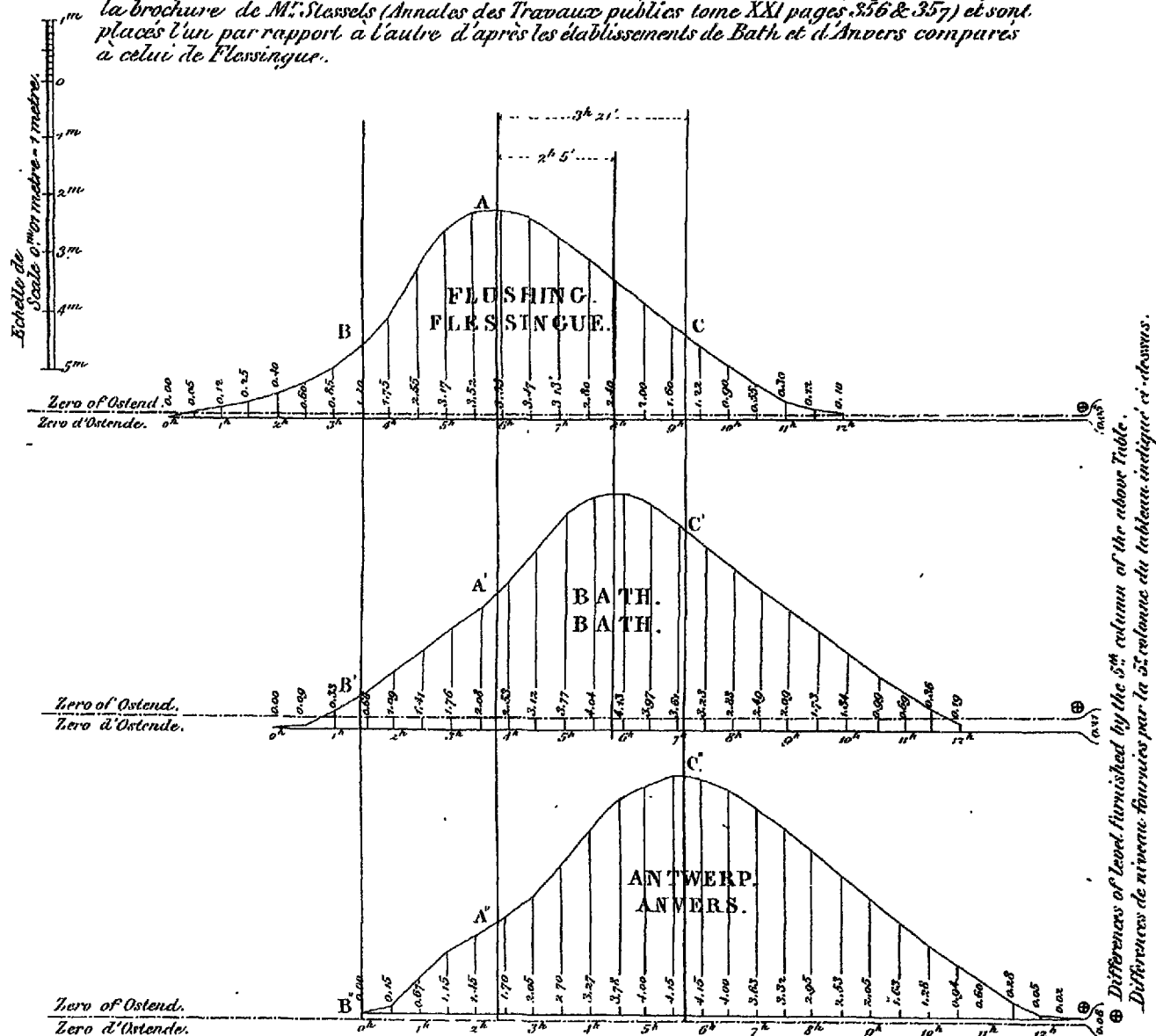
3. That the prejudicial effect referred to would be obviated by carrying the railway across the Schelde on an open viaduct, instead of a solid embankment.

(Signed) DAVID STEVENSON.

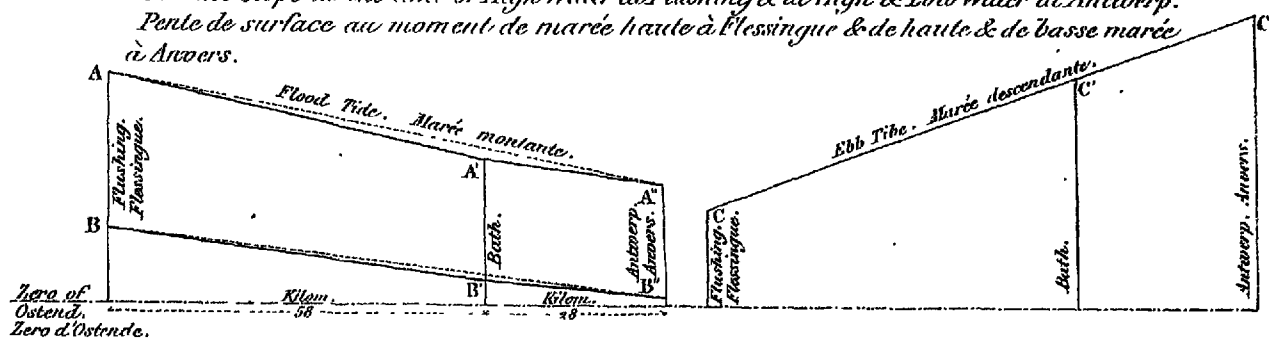
Edinburgh, March 25, 1867.

Diagrams showing the development of the Tidal Wave at the time of ordinary high water at Flushing, Bath and Antwerp. These Diagrams have been prepared according to the figures furnished by the 8th Column in the comparative Table of Tides at pages 16 & 17 of the paper of M^r. Stassels (Annales des Travaux publics tome XX1) and are placed relatively to each other according to the "Establishments" of Bath and Antwerp in connection with Flushing.

Diagrammes représentant le développement de la vague marée, au moment de la marée haute ordinaire à Flessingue, Bath et Anvers. Ces diagrammes ont été dressés, d'après les chiffres contenus dans la 8^e colonne du tableau comparatif des marées pages 16 & 17 de la brochure de M. Stassels (Annales des Travaux publics tome XXI pages 356 & 357) et sont placés l'un par rapport à l'autre d'après les établissements de Bath et d'Anvers comparés à celui de Flessingue.



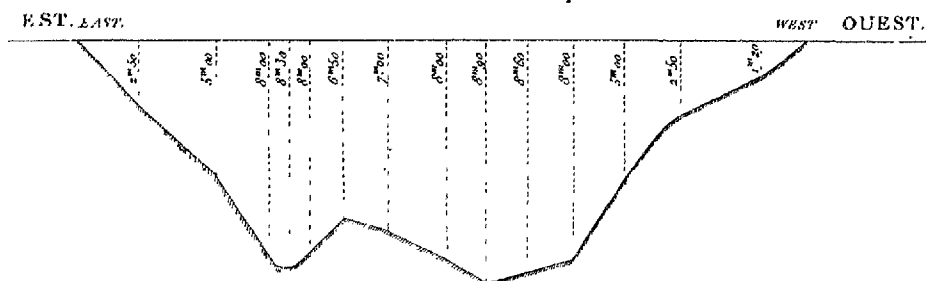
*Surface slope at the time of High Water at Flushing & at High & Low Water at Antwerp.
Pente de surface au moment de marée haute à Flessingue & de haute & de basse marée
à Anvers.*



Profile N° 1.

Shewing the Low Water Area at Frederick Henry Haven, 5 miles above Bath.

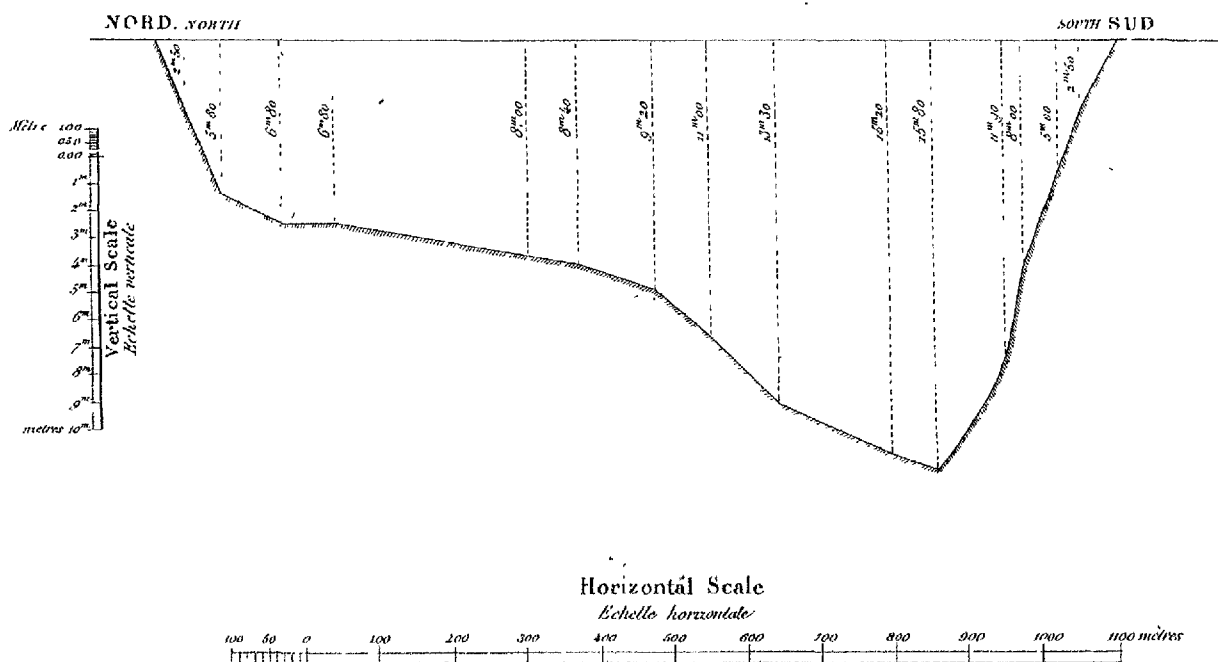
Profil N° 1.

Indiquant le profil de l'eau à marée basse vis à vis du fort Frederic à 8 kilomètres en amont de Bath.

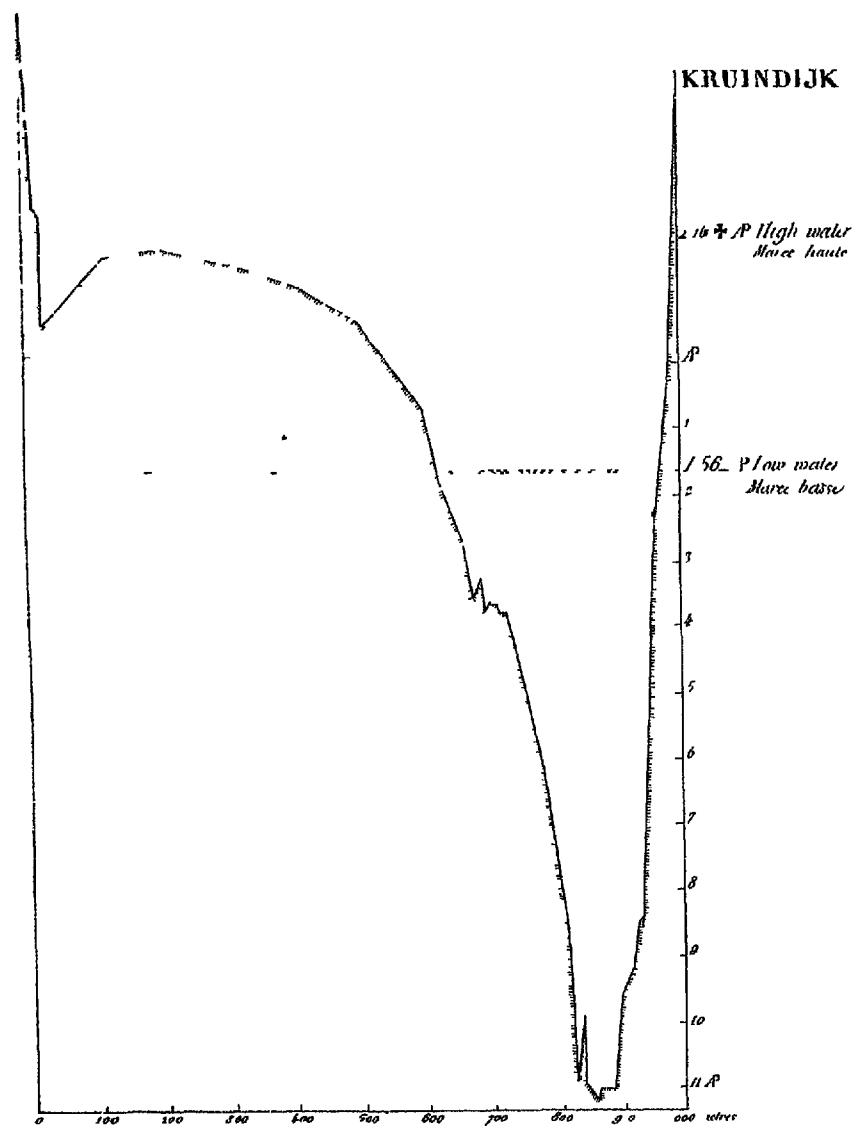
Profile N° 2.

Shewing Low Water Area at 2 miles below Bath.

Profil N° 2

Indiquant le profil de l'eau à marée basse à kilom 3.2 en aval de Bath.

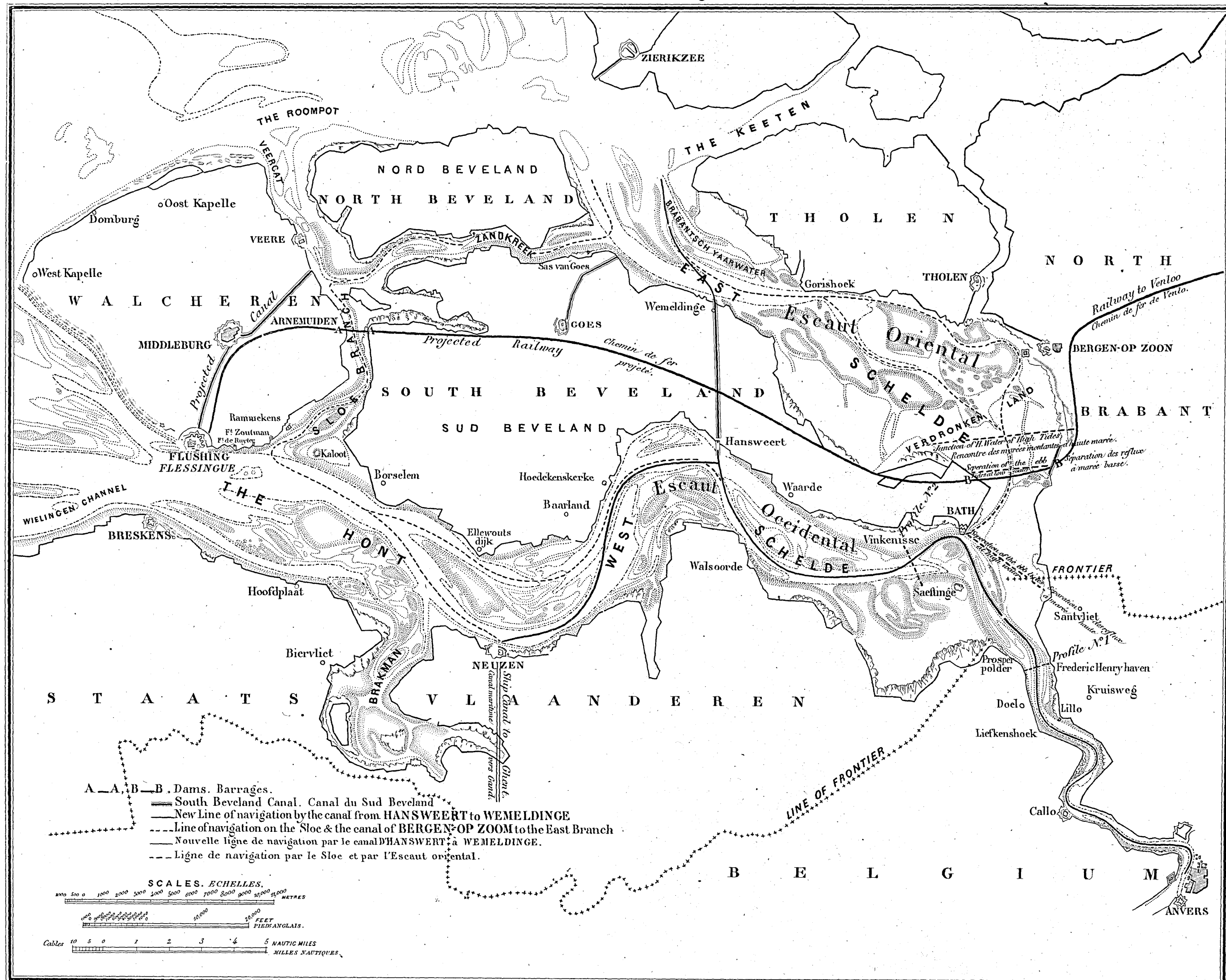
PROFILE OF THE SLOE BRANCH

*On the side of the proposed Dam.**PROFIL DU SLOE à l'emplacement du barrage proposé*

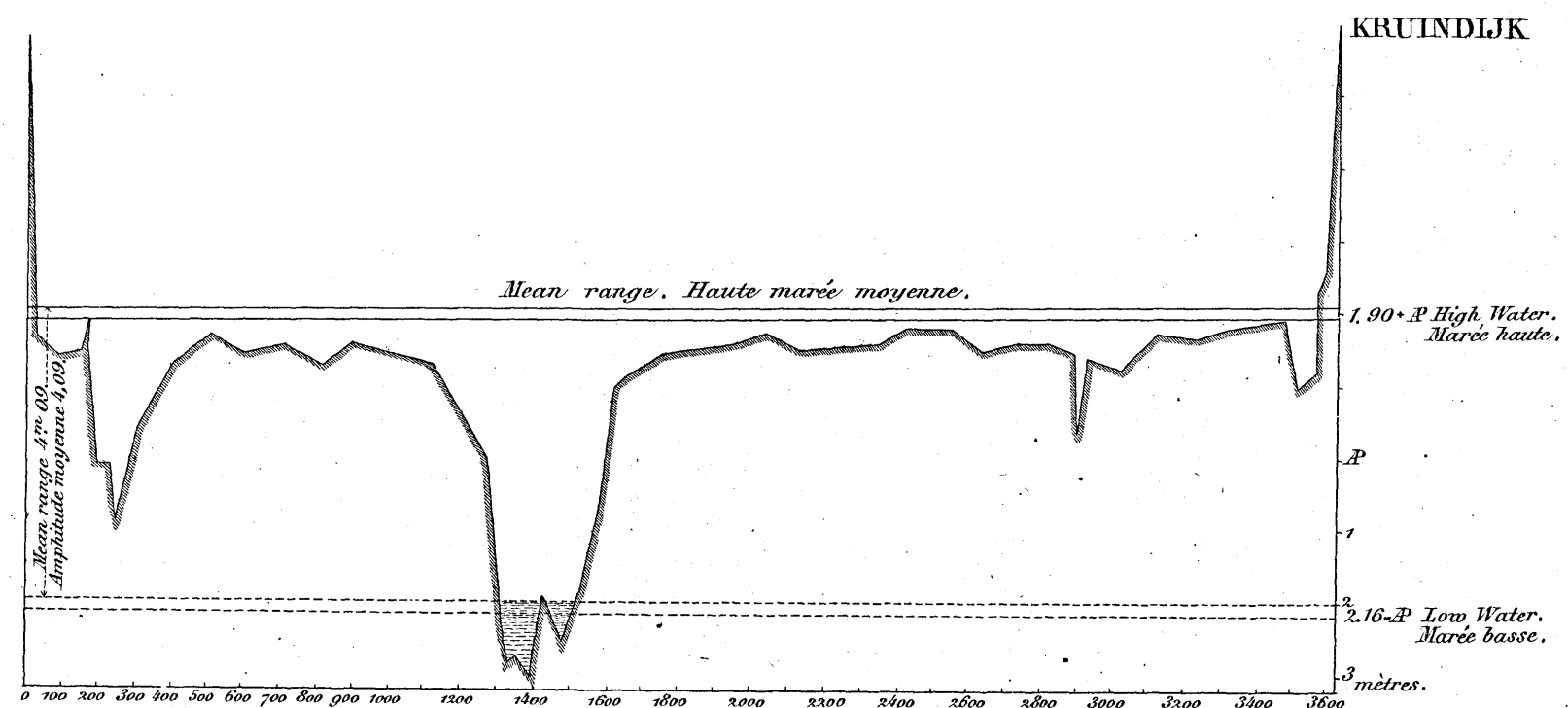
PLAN OF THE SCHELDE FROM FLUSHING TO ANTWERP.

Carte de l'Escaut entre Flessingue et Anvers.

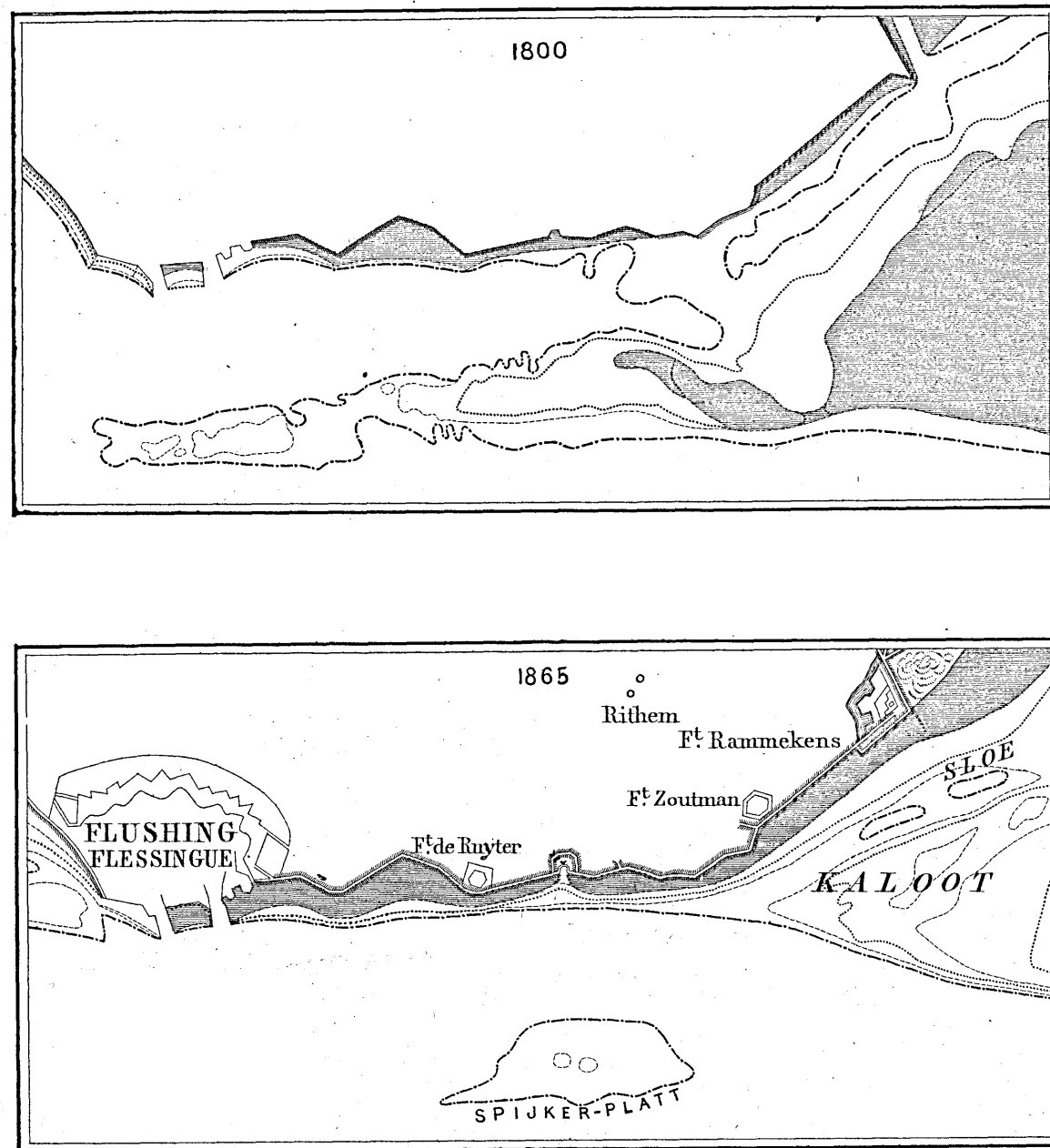
PL. I.



Profile of the East Schelde on the site of the proposed Dam.
Profil de l'Escaut oriental à l'emplacement du barrage proposé.

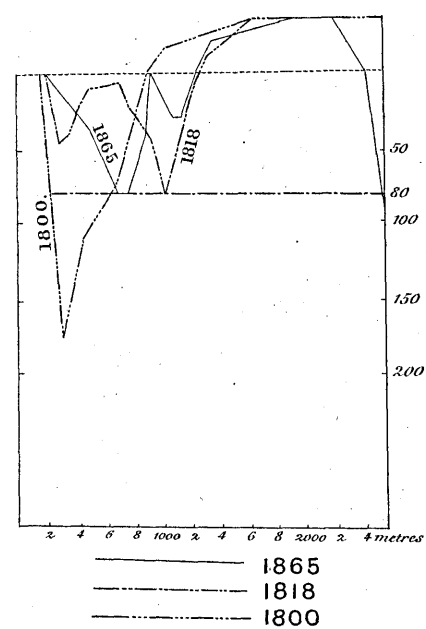


*Comparative Plans shewing the state of the
Flushing & Rammekens Roadsteads 1800-1865.
Plans comparatifs indiquant l'état des rades de
Flessingue et de Rammekens en 1800 et 1865.*

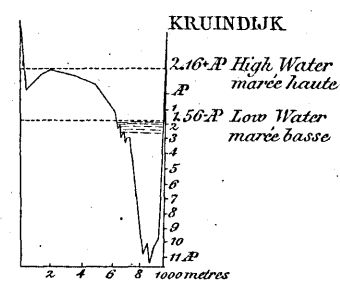


*Comparative profiles of the Sloe
near Fort Rammekens
1800 - 1865.*

*Profils comparatifs du Sloe
près du fort de Rammekens
en 1800 et 1865.*



*Profile of the Sloe Branch
on the site of the
Proposed Dam.
Profil du Sloe à l'emplacement
du barrage projeté.*



2° La construction d'un viaduc en place de ce barrage est très-praticable et ne pourrait avoir aucune conséquence désastreuse.

3° La fermeture de la branche du Sloe à l'aide d'un solide terre-plein ou remblai n'affectera pas d'une manière sensible le régime de l'Escaut occidental.

4° Tout en admettant qu'un barrage en travers de la branche du Sloe doive hâter la destruction déjà imminente de la rade de Rammekens, cette objection n'est pas, en elle-même, d'un poids suffisant pour motiver le remplacement dudit barrage par un viaduc.

5° En ce qui regarde les voies de communication par eau entre la Belgique, la Hollande et le Rhin, le canal Sud-Beveland forme une compensation complète pour les branches de l'Escaut oriental et du Sloe qu'il est question de fermer.

J'ai l'honneur. etc.

(Signé) CHARLES A. HARTLEY.

Note sur le barrage projeté de l'Escaut, entre Bath et Berg-op-Zoom, par David Stevenson, F. R. S. E., etc., membre de l'institution des ingénieurs civils.

A la demande de sir Charles Hartley, j'ai examiné plusieurs plans et documents relatifs au projet du Gouvernement hollandais d'ériger un fort remblai en travers de l'Escaut entre Berg-op-Zoom et Bath; et j'ai été invité à exprimer mon opinion quant à l'effet de cet ouvrage sur la navigation de l'Escaut occidental entre Flessingue et Anvers. J'ai eu plusieurs occasions de discuter la question générale avec sir Charles Hartley et d'apprendre de lui les circonstances résultant de son examen des localités: j'ai de plus attentivement lu et étudié son rapport sur le même sujet.

Acceptant comme exactes les données fournies par les ingénieurs belges et hollandais, telles qu'elles m'ont été communiquées, je n'hésite pas à partager l'opinion générale exprimée par sir Charles Hartley dans son rapport :

1° De grands intérêts de navigation sont engagés dans la question en discussion.

2° Le travail proposé sera préjudiciable à la navigation de l'Escaut entre Flessingue et Anvers.

3° Ce préjudice pourrait être empêché en supportant le chemin de fer au-dessus de l'Escaut par un viaduc ouvert en place d'un terre-plein massif.

Édimbourg, le 23-mars 1867.

(Signé) DAVID STEVENSON.

ERTRAG VON HERRN HAGEN.

GUTACHTLICHE AEUSSERUNG

*über den Einfluss der Durchdämmung der Oster-Schelde bei Woensdrecht
und des Sloe bei Arnemuiden auf die Schifffahrt von Antwerpen.*

Die Belgischer Seits gegen die benannten Durchdämmungen erhobenen Bedenken beziehen sich :

1. Auf die Schiffbarkeit der Wester-Schelde, also auf das Fahrwasser zwischen der Nord-See und Antwerpen ;
2. Auf die Verbindung der obern Schelde mit der Maas und dem Rhein, und
3. Auf die Sperrung des Sloe, wodurch nicht nur ein Uebergang aus der Oster- in die Wester-Schelde aufgehoben, sondern auch die Rhede von Rammekens der Gefahr der Versandung ausgesetzt werden soll.

I. — Was den ersten Punkt betrifft, so leidet es keinen Zweifel, dass die grosse Tiefe sowohl in der Wester-Schelde, als in der obern Schelde (oberhalb Bath) allein die Folge der Fluth ist, die weit über Antwerpen hinaus bis nach Gent aufläuft. Der durchschnittliche Unterschied zwischen Hoch- und Niedrig-Wasser oder der Fluthwechsel beträgt ungefähr nach den nicht ganz übereinstimmend mir gemachten Mittheilungen

bei Vlissingen	3.60 Meter.
» Ter Neuzen	3.78 »
» Hansweert	3.97 »
» Walsoorden	3.93 »
» Bath	4.09 »
» Lillo	4.29 »
» Antwerpen	4.18 »

Die grossen Wassermassen, welche in jeder Fluthperiode diese Hebungen und Senkungen veranlassen, erzeugen die heftigen Strömungen, die dem Flussbette die Tiefe erhalten. Das Wasser steigt und fällt aber nicht nur im Bette selbst und auf den Sand- und Watt-Gründen, welche es umgeben,

RAPPORT DE M. HAGEN.

EXAMEN RAISONNÉ

de l'influence que les barrages, de l'Escaut oriental à Woensdrecht, et du Sloe à Arnemuiden, exerceront sur la navigation d'Anvers.

Les questions relatives aux barrages précités qui ont été soulevées par la Belgique se rapportent :

1° A la navigabilité de l'Escaut occidental et par conséquent aux eaux navigables entre la mer du Nord et Anvers ;

2° A la communication entre l'Escaut supérieur, la Meuse et le Rhin ;

3° Au barrage du Sloe, qui rend non-seulement impossible tout passage de l'Escaut oriental dans l'Escaut occidental, mais qui expose en outre la rade de Rammekens au danger de l'ensablement.

I. — Quant à la première question, il est hors de doute que la grande profondeur de l'Escaut occidental et de l'Escaut supérieur, en amont de Bath, est due uniquement aux marées dont les effets se font sentir jusqu'à Gand.

D'après les communications qui m'ont été faites, et qui ne sont pas tout à fait concordantes, on peut admettre que les différences moyennes de niveau entre les hautes et les basses eaux, ou les amplitudes moyennes du mouvement des marées sont données par les chiffres suivants :

à Flessingue	5.60 mètres.
» Terneuzen	3.78 »
» Hansweert	3.97 »
» Welsoorden.	3.95 »
» Bath	4.09 »
» Lillo	4.29 »
» Anvers	4.18 »

Les grandes masses d'eau qui, à chaque marée, déterminent ces élévations et abaissements de niveau, provoquent des courants violents qui maintiennent la profondeur du lit du fleuve.

L'eau monte et descend, non-seulement dans le lit même du fleuve et les

sondern auch in allen offenen Seiten-Niederungen. Je ausgedehnter diese sind, um so mehr Wasser nehmen sie sowohl während der Fluth auf, als sie auch bei der Ebbe wieder dem Strome zuführen. Solche offenen Niederungen bedingen daher zuweilen die Erhaltung der Tiefe in den abwärts belegenen-Stromstrecken.

Diese Seiten-Bassins pflegen jedoch im Laufe der Zeit sich zu beschränken oder auch vollständig zu verschwinden, indem theils die Niederschläge aus dem Seewasser, welches bei der Fluth die Sand- und Watt-Gründe überströmt, sie nach und nach erhöhen, theils aber auch künstliche Eindeichungen entstehen, welche den bisher ganz ertraglosen Boden nutzbar machen. Das landwirthschaftliche Interesse steht in diesem Falle dem der Schifffahrt gegenüber, und zuweilen wird letzteres hintenangesetzt und ersteres durch allmähliges Hinausrücken der Deiche befördert. Beispiele dafür wiederholen sich vielfach an der Küste der Nordsee.

Dass die beiden Durchdämmungen, von denen hier die Rede ist, zu bedeutenden neuen Eindeichungen führen werden, leidet wohl keinen Zweifel. Es bleibt jedoch nun die Frage zu beantworten, ob die Schliessung der Oster-Schelde oder des sogenannten Canales von Bergen-op-Zoom die Schifffbarkeit der Wester-Schelde bedroht. Die Sperrung des Sloe ist in Bezug auf die Erhaltung der Wassertiefe in der Schelde ohne Bedeutung, da die abwärts belegene Strecke schon an sich gesichert ist.

Durch jenen Theil der Oster-Schelde zwischen Bath und Bergen-op-Zoom, der gegenwärtig durch den Eisenbahndamm geschlossen wird, tritt die Fluth keineswegs in ein weit ausgedehntes Seiten-Bassin. Die etwa 2 Quadrat-Meilen grosse Fläche, *Verdronken Land* genannt, zwischen Tholen, Nord-Brabant und Zuid-Beveland wird durch die Fluth aus der Oster-Schelde unter Wasser gesetzt, und der Abfluss bei der Ebbe erfolgt von hier wieder auf demselben Wege. Nach den angestellten Untersuchungen trafen bisher die beiden Fluthwellen aus der Wester- und der Oster-Schelde wenig nördlich von dem Eisenbahndamme zusammen, und nach den in der Verhandlung der internationalen Kommission vom 12^{ten} September 1866 mitgetheilten, und von den beiderseitigen Commissaren als richtig anerkannten Messungen giebt die Wester-Schelde zur Zeit der Fluth 32 $\frac{1}{2}$ Millionen Cubik-Méter an die Oster-Schelde ab, während zur Zeit der Ebbe 11 $\frac{1}{2}$ Millionen auf diesem Wege ihr wieder züfliessen.

Ueber die Wirkung, welche das Aufhören dieser Strömungen auf das Fahrwasser zwischen Bath und Vlissingen haben werden, waren die beiderseitigen Commissare verschiedener Ansicht. Gewiss ist es auch nicht leicht, hierüber ein ganz sicheres Urtheil sich zu bilden, da die Gesetze, nach denen die Fluthwelle in Stromen auflaut, und ihre Geschwindigkeit und Höhe verändert, zur Zeit noch sehr zweifelhaft sind, und nur einzelne Erfahrungen zu manchen Schlüssen berechtigen.

Sehr wichtig ist im vorliegenden Falle der Umstand, dass das Hochwasser in Bath etwa 2 $\frac{1}{2}$ Stunden später, als in Vlissingen eintritt. Aus dem Profil der Fluthwelle für Bath, welches auf der Belgischen hydrographischen Karte der Schelde mitgetheilt ist, ergiebt sich, dass 2 $\frac{1}{2}$ Stunden vor Hochwasser, das Wasser hier erst 2.1 Meter gestiegen ist, also noch 2 Meter an der vollen

hauts fonds sablonneux qui le bordent, mais encore dans toutes les dépressions latérales qui ne présentent, du côté du fleuve, aucun obstacle à l'invasion des eaux.

Plus ces dépressions sont étendues, plus elles reçoivent d'eau à marée montante et plus elles en restituent au fleuve à marée descendante.

Ces terrains submergés deviennent ainsi parfois la condition du maintien de la profondeur dans les parties inférieures du fleuve.

Ces bassins latéraux se resserrent avec le temps ou disparaissent parfois complètement, soit à la suite des atterrissements que déterminent les eaux des marées et qui exhausent peu à peu ces bassins, soit à la suite d'endiguements artificiels qui fournissent à l'agriculture un sol jusqu'alors improductif.

L'intérêt agricole se trouve en ce cas en opposition avec celui de la navigation et parfois on travaille dans l'intérêt du premier au détriment de la navigation en avançant graduellement les digues.

A l'appui de cette assertion, on pourrait citer un grand nombre d'exemples sur la côte de la mer du Nord.

Il est hors de doute que la construction des deux barrages en question conduira à de nouveaux et considérables endiguements. Toutefois il reste à répondre à la question de savoir si la fermeture de l'Escaut oriental, appelé aussi canal de Berg-op-Zoom, menace la navigabilité de l'Escaut occidental. Quant à la fermeture du Sloe, elle ne peut exercer une influence sensible sur la profondeur de l'Escaut, la partie en aval se préservant d'elle-même.

Par la partie du lit de l'Escaut oriental, comprise entre Bath et Berg-op-Zoom, que l'on est en train de barrer pour le passage du chemin de fer, le flux ne se déverse nullement dans un vaste bassin latéral.

Le terrain plat, dit *Verdronken land*, mesurant environ deux milles carrés et compris entre Tholen, le Brabant-septentrional et le Sud-Beveland est inondé par la marée venant de l'Escaut oriental, et l'écoulement à marée descendante se fait suivant la même voie.

D'après les recherches faites, le flot venant de l'Escaut oriental et celui de l'Escaut occidental se rencontraient jusqu'ici un peu au nord du barrage.

Les commissaires respectifs de la commission internationale ont admis dans le rapport du 12 septembre 1866 que l'Escaut occidental verse dans l'Escaut oriental lors du flux 32 1/2 millions de mètres cubes, tandis que 11 1/2 millions seulement lui sont restitués par le jusant.

Les opinions des commissaires respectifs diffèrent quant aux effets à attendre de la suppression de ces courants sur la navigabilité de l'Escaut entre Bath et Flessingue. Il n'est d'ailleurs pas facile de se former une opinion très-précise sur ce sujet, attendu que les lois, d'après lesquelles la vague-marée remonte les fleuves et change de vitesse et de hauteur, sont encore fort incertaines et que, de quelques expériences isolées, on peut tirer des conclusions très-diverses.

Une circonstance très-importante dans le cas actuel, c'est que la marée haute à Bath a lieu 2 1/4 heures plus tard qu'à Flessingue.

Il résulte du profil de la marée à Bath, qui est figuré sur la carte hydrographique belge de l'Escaut, que 2 1/4 heures avant la marée haute, l'eau

Höhe fehlen. Das Querprofil durch die Oster-Schelde in der Richtung des Eisenbahn-Dammes, welches vom Niederländischen Ingenieur-Institut, den Verhandlungen vom 13^{ten} November 1866 beigelegt ist, zeigt aber, dass die Sandflächen an beiden Seiten der tieferen Rinne durchschnittlich etwa nur 0.7 Meter unter Hochwasser liegen, also in dieser Zeit noch vollständig trocken sind. Das Profil in der Rinne hält aber bei diesem Wasserstande nur etwa 400 Quadrat-Meter, und man darf nicht annehmen, dass es mit grosser Geschwindigkeit durchströmt wird, weil die Fluth auch von Norden her entgegentritt, also unter gewöhnlichen Verhältnissen kein starkes Gefälle sich bilden kann.

Es ergibt sich hieraus, dass in dem Zeitpunkte, wenn der Wasserspiegel bei Vlissingen die grösste Höhe erreicht hat, also hier die Rückströmung beginnt und der Zufluss aus der See aufhört, nur ein überaus geringer Abfluss aus der Wester-Schelde in die Oster-Schelde stattfindet, den man vergleichungsweise gegen die sehr grossen bewegten Massen ganz unbeachtet lassen darf. Die bisherige Verbindung zwischen beiden Strömen ist also ohne Einfluss auf die Masse des aus der See in die Wester-Schelde eintretenden Fluthwassers, und letzteres würde unter übrigens gleichen Umständen dasselbe bleiben, wenn die Oster-Schelde plötzlich durch den Eisenbahn-Damm geschlossen wäre. Eine merkliche Vermehrung oder Verminderung der Masse bleibt nur denkbar, wenn in Folge dieser Durchdämmung schon in der vorhergehenden Fluthperiode das Niedrig-Wasser zwischen Bath und Vlissingen vergleichungsweise gegen seine bisherige Höhe sich gesenkt oder gehoben haben sollte. Insofern nach Ausführung des Eisenbahn-Dammes die 21 Millionen Cubik-Meter in der Wester-Schelde bleiben, die sie früher an die Oster-Schelde abgab, so dürfte man vermuthen, dass in Zukunft das Niedrigwasser sich etwas höher stellen möchte, und die Folge hiervon würde sein, dass sowohl das Volum der Fluthwelle, als auch ihre Geschwindigkeit sich vermindert. Man kann indessen diesen Umstand nicht als unbedingt nachtheilig für die Schiffbarkeit des Stromes ansehen, weil eben der zurückbleibende höhere Wasserstand die entgegengesetzte Wirkung hat und vortheilhaft erscheint.

Nach den mir gemachten Mittheilungen lässt sich die Geschwindigkeit der Fluthwelle an verschiedenen Punkten der Schelde bezeichnen.

Dieselbe habe ich nicht aus den Längen der tiefsten Rinnen berechnet, sondern die Wege in der Mittellinie des ganzen Strombettes gemessen.

Die Wassermassen, die während der Fluth sich aufwärts bewegen, sind mir wie nachstehend angegeben, annähernd mitgetheilt.

n'atteint encore en ce point qu'une élévation de 2^m.4, et que, par conséquent, il manque encore 2 mètres à la hauteur totale.

Le profil transversal de l'Escaut oriental, qui correspond à la direction du barrage, et qui a été annexé, par l'Institut des ingénieurs néerlandais, au rapport du 13 novembre 1866, montre toutefois que les plaines de sable, qui bordent des deux côtés le chenal navigable, ne sont en moyenne couvertes que de 0^m.7 d'eau à marée haute, et sont par conséquent tout à fait à sec quand la marée haute a lieu à Flessingue.

La section transversale de l'eau dans le chenal ne mesure alors que 400 mètres carrés, et l'on ne saurait supposer que la vitesse y soit grande, puisque le flux, qui vient du nord en sens contraire, empêche, dans les circonstances normales, la formation d'une forte pente.

Il résulte de là qu'au moment où le niveau de la marée atteint à Flessingue sa plus grande hauteur, les eaux cessant d'y affluer de la mer et le jusant commençant à se produire, le débit des eaux qui se rendent de l'Escaut occidental dans l'Escaut oriental est très-faible, et entièrement négligeable en comparaison des grandes masses liquides en mouvement.

La réunion des deux bras de l'Escaut, telle qu'elle a existé jusqu'aujourd'hui, est donc sans influence sur la masse d'eau que le flux amène de la mer dans l'Escaut occidental, et cette masse resterait la même, toutes choses égales d'ailleurs, si l'Escaut oriental était subitement fermé par le barrage projeté pour le chemin de fer.

On ne pourrait concevoir une augmentation ou une diminution sensible de cette masse d'eau, que si, à la suite de l'établissement du barrage et déjà pendant la période du flux, le niveau des basses eaux entre Bath et Flessingue devait s'abaisser ou s'élever comparativement à sa hauteur actuelle.

Dans le cas où les 21 millions de mètres cubes, que le bras occidental cédait jusqu'ici à l'Escaut oriental, resteraient dans l'Escaut occidental après l'établissement du barrage pour le chemin de fer, il serait permis de supposer qu'à l'avenir le niveau des basses eaux s'élèvera; ce qui entraînerait comme conséquence la diminution du volume et de la vitesse de la vague-marée.

Toutefois, cette circonstance ne peut être considérée comme absolument défavorable à la navigabilité du fleuve, attendu que l'élévation de niveau exerce justement un effet opposé et agit d'une façon avantageuse.

D'après les communications qui m'ont été faites, on peut déterminer la vitesse de la vague marée en différents points de l'Escaut.

Pour y arriver, je n'ai pas mesuré les longueurs, suivant le chenal le plus profond, mais suivant la ligne du milieu de la largeur totale du lit du fleuve.

Les masses d'eau qui remontent pendant le flux m'ont été indiquées approximativement comme suit :

	VOLUM DES AUFWAERTS Strömenden Wassers.	GESCHWINDIGKEIT der Fluthwelle.
	Millionen Cubik-Meter.	Meter in 1 Stunde.
Vlissingen	478	7 ^m ,4
Ter Neuzen	422	6 ^m ,9
Walsoorde.	269	3 ^m ,5
Bath.	120	8 ^m ,0
Lillo.	72	6 ^m ,4
Antwerpen.	65	

Es ergibt sich hieraus, wie auch an sich erklärlich ist, dass die bei der Fluth aufwärts strömende Wassermasse beim Fortschreiten der Welle sich ununterbrochen vermindert, dass dieses aber vorzugsweise geschieht, sobald die Welle scharfe Krümmungen durchläuft oder über Untiefen tritt. Der Impuls, den sie von der See aus bei ihrer Bildung empfangen hat, oder ihre lebendige Kraft, wird durch alle Widerstände, die sie auf dem Wege antrifft, fortwährend geschwächt, und sie kann sich daher stets nur in geringerem Maasse ausbilden. Diese Abschwächung tritt aber vorzugsweise ein, wenn sie in der Richtung ihrer Bewegung hohe Gründe oder feste Ufer antrifft, welche die regelmässigen Schwingungen des Wassers hindern.

Auch ist die Verminderung ihres Volums so gross, dass mässige Seiten-Abflüsse kaum noch eine bedeutende Wirkung auf die weiter auflaufende Welle haben können. Man darf daher nicht voraussetzen, dass jene 21 Millionen Cubik-Meter, die bisher in die Oster-Schelde traten, in Zukunft die Masse der Fluthwelle bis Antwerpen hinauf um so viel vergrössern werden.

Die Geschwindigkeit der Fluthwelle ist im Allgemeinen dem Fluthwechsel oder dem Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrig-Wasser proportional. Eine auffallende Ausnahme hiervon zeigt sich im vorliegenden Falle nur auf der Strecke zwischen Walsoorde und Bath, sie erklärt sich aber sehr einfach durch die grosse Erweiterung des Strom-Profiles bei Saeftinge, welches von der Fluthwelle gefüllt werden muss. Auch die 52 1/2 Millionen Cubic-Meter, die unmittelbar hinter Bath der Oster-Schelde zufließen, mögen um eine kurze Zeit den Eintritt des Hochwassers bei Bath verzögern.

Nach solchen Erfahrungen lassen sich Ströme, die dem Fluthwechsel ausgesetzt sind, in der Art reguliren, dass die Fluthwelle in gleicher Höhe also auch mit gleicher Geschwindigkeit bis zu demjenigen Hafen aufläuft, wo die See-Schiffahrt endigt. Zu diesem Zwecke müssen theils die scharfen Krümmungen und theils die abwechselnden starken Verengungen und Verbreitungen der Profile beseitigt theils aber auch die Breiten der Profile stromaufwärts nach und nach den Widerständen entsprechend, welche die Fluthwelle erfährt, sich vermindern. Oberhalb jenes Endpunktes der See-Schiffahrt muss jedoch ein hinreichend ausgedehntes Bassin vorhanden sein, welches die Fluth aufnimmt, damit die Fluth und Ebbeströmung sich bis zum Hafen kräftig fortsetzen kann.

Unter diesen Gesichtspunkten sind in neuerer Zeit, namentlich in Gross-Britannien manche sehr wichtige Strom-Correctionen ausgeführt. Solche

	VOLUME DES EAUX qui remontent.	VITESSE de la vague marée.
	Millions de mètres cubes.	Mètres par seconde.
Flessingue	478	7 ^m ,4
Terneuzen	422	6 ^m ,9
Welsoorden	269	5 ^m ,5
Bath	120	8 ^m ,0
Lillo	72	6 ^m ,4
Anvers	65	

Il suit de là, ce qui s'entend aussi de soi-même, que la masse d'eau qui remonte avec le flux va constamment en diminuant, et que cet effet est surtout sensible au passage de fortes courbes ou à la rencontre de bas-fonds.

L'impulsion que la vague-marée a reçue de la mer, lors de sa formation, ou sa force vive, est diminuée continuellement par toutes les résistances qu'elle rencontre, et, par suite, elle ne peut se propager qu'en s'amoindrissant de plus en plus. Cet affaiblissement se manifeste surtout quand elle rencontre, dans la direction de son mouvement, des hauts fonds ou des rives résistantes qui s'opposent aux oscillations régulières de l'eau.

La diminution du volume de la vague est également si grande, que des dérivations latérales modérées peuvent à peine exercer encore une influence sensible sur la vague qui se dirige vers l'amont.

On ne doit donc pas supposer que les 24 millions de mètres cubes, qui se jetaient jusqu'ici dans l'Escaut oriental, augmenteront de beaucoup à l'avenir la masse de la vague-marée qui remonte jusqu'à Anvers.

La vitesse de la vague-marée est en général proportionnelle à l'amplitude du mouvement des marées ou à la différence entre les hautes et les basses eaux.

Une exception singulière à cette règle ne se présente, dans le cas actuel, que dans la région entre Welsoorden et Bath, mais elle s'explique tout simplement par le grand élargissement du fleuve près de Saeftinge, espace que la vague doit remplir. Les 32 1/2 millions de mètres cubes qui s'écoulent immédiatement derrière Bath dans l'Escaut oriental, peuvent aussi retarder un peu le moment de la marée haute près de Bath.

L'expérience acquise fait voir que des fleuves, soumis aux marées, peuvent être mis dans des conditions telles, que la vague-marée ascendante conserve toujours la même hauteur et par suite la même vitesse, jusqu'au port où finit la navigation maritime.

A cet effet, il faut faire disparaître en partie les fortes courbes, ainsi que les rétrécissements et élargissements considérables; mais il faut aussi diminuer graduellement vers l'amont la largeur des sections transversales, en proportion des résistances que la vague-marée éprouve successivement.

En amont du point où s'arrête la navigation maritime, il doit se trouver un bassin suffisamment étendu pour recevoir le flux, afin que l'effet des marées puisse s'étendre vigoureusement jusqu'au port.

sind auch für die Niederländischen Ströme und unter diesen für die Wester-Schelde vorgeschlagen. Es ist nicht zu verkennen, dass bei einer derartigen Behandlung eines Stromes das Landes-Cultur-Interesse in hohem Grade gewinnt, indem bei der Verengung der zu weiten Profile ausgedehnte Landflächen nutzbar gemacht werden. Bei solchem Verfahren leidet die Schifffahrt keineswegs, wollte man dieses aber auf den vorliegenden Fall anwenden, so müsste die Verbindung zwischen der Oster- und Wester-Schelde unbedingt aufgehoben werden. Dabei kommt jedoch noch ein anderer Umstand in Betracht. Die abzuschliessenden Flächen müssen die für ihre spätere Entwässerung nothwendige Höhe erreicht haben, bevor man sie vollständig eindeichen darf. Zu diesem Zwecke muss die Fluth noch hineintreten, aber man pflegt dafür zu sorgen, dass das Wasser möglichst zur Ruhe kommt, also die Niederschläge reichlich erfolgen.

Ohne Zweifel ist es Absicht der Niederländischen Regierung, in diesem Sinne das alte Strombett zwischen der Wester-Schelde und dem Eisenbahn-Damme zu behandeln.

In Betreff der ersten Frage kann ich nach den vorstehenden Erörterungen meine Ansicht nur dahin aussprechen, dass die in der Ausführung begriffene Sperrung der Oster-Schelde auf das Fahrwasser zwischen Antwerpen und der See keinen nachtheiligen Einfluss ausüben wird, sobald die veränderte Strömung eine neue tiefe Rinne in der Höhe von Bath ausgebildet hat.

Hiernit steht in unmittelbarer Beziehung die Frage, ob eine solche neue Rinne ohne wesentliche Störung der Schifffahrt sich ausbilden kann, und ob nicht vielleicht, bevor dieses geschieht, die bestehende Rinne sich so verflacht, dass grössere Schiffe sie gar nicht, oder nur während der kurzen Zeit des Hochwassers passiren können.

Die tiefste Rinne, die den Schifffahrts-Weg bildet, zieht sich gegenwärtig, wenn man sie stromaufwärts verfolgt, unmittelbar neben Bath hin und wendet sich alsdann südöstlich, also nach der Obern-Schelde. Jenseits Bath darf sie aber nicht weiter befahren werden, weil ihr oberes Ende durch davor liegende hohe Gründe gesperrt ist. Eine zweite, wenn auch nur flache, aber doch scharf markirte Rinne zweigt sich von jener ersten hinter Bath in nördlicher Richtung ab. Diese bildet das Fahrwasser der Oster-Schelde. Die sämmtlichen erwähnten Rinnen sind durch den Fluthstrom gebildet. Der aus der Obern-Schelde herabkommende Ebbestrom verfolgt dagegen einen ganz anderen Weg, indem er sich neben der hohen Bank von Saeftinge hinzieht und in ziemlich gerader Richtung im Süden von Bath in die bezeichnete tiefe Fluthrinne eintritt. Diese in der Richtung des Ebbestromes liegende Rinne ist dieselbe, die allein von grössern Schiffen benutzt werden kann. In ihrem Uebergange in jene Fluthrinne, nämlich zwischen der Saeftinger- und der Ballast-Platte ist aber schon gegenwärtig die Tiefe sehr mässig. Dieselbe soll bei Niedrig-Wasser nur 4.8 Meter messen, wie dieses nach anderen Mittheilungen schon in 1861 der Fall war. In der Verhandlung der internationalen Commission vom 12^{ten} September 1866 wird gleichfalls anerkannt, dass sich hier die flachste Stelle auf dem ganzen Wege zwischen Antwerpen und der See befindet.

Die erwähnte Rinne des Ebbestromes mündet unter einem so spitzen

On a récemment exécuté, d'après ces principes, notamment dans la Grande-Bretagne, beaucoup de corrections fluviales très-importantes.

De pareils travaux sont également projetés pour les fleuves néerlandais, et entre autres pour l'Escaut occidental.

Il n'est pas contestable que, par de telles entreprises, l'agriculture d'un pays fait d'importantes conquêtes, puisque, par le rétrécissement des profils trop larges, on livre à l'agriculture des terrains considérables.

L'application de ces procédés ne porte aucun préjudice à la navigation ; mais si on voulait les appliquer au cas actuel, il faudrait supprimer avant tout la communication entre les bras oriental et occidental de l'Escaut. Cependant une autre circonstance intervient encore ici.

Les terrains à soustraire aux eaux doivent avoir atteint un niveau assez élevé pour assurer leur assèchement ultérieur, avant qu'on puisse les endiguer complètement.

A cet effet les eaux de marée doivent encore inonder ces terrains ; mais ordinairement on a soin d'amener les eaux autant que possible au repos, afin de provoquer la formation de dépôts considérables.

Il n'est pas douteux que le Gouvernement hollandais ne soit intentionné d'opérer de cette manière dans l'ancien lit de l'Escaut oriental, entre l'Escaut occidental et le barrage destiné au chemin de fer.

En réponse à la première question et conformément aux considérations précédentes, je puis émettre l'opinion que le barrage de l'Escaut oriental, en voie d'exécution, n'exercera aucune influence défavorable sur les eaux navigables entre Anvers et la mer, dès que le courant modifié se sera créé un nouveau et profond chenal à la hauteur de Bath.

Mais ici se présente la question de savoir si un semblable chenal peut se former sans apporter des entraves considérables à la navigation, et si, avant sa formation, le chenal existant ne s'envasera pas de manière à rendre absolument impossible le passage des grands navires ou à le permettre seulement pendant le temps très-court de la marée haute.

Le chenal le plus profond, qui forme aujourd'hui la voie navigable, passe, en allant de l'aval vers l'amont, immédiatement à côté de Bath et se dirige ensuite dans la direction du sud-est vers l'Escaut supérieur. Au delà de Bath cependant cette voie ne peut plus être suivie, attendu que des hauts-fonds barrent son extrémité supérieure.

Un second chenal, moins profond, mais qui est cependant assez fortement accentué, quitte le premier derrière Bath et se dirige vers le nord. Cette dernière passe forme la voie navigable de l'Escaut oriental.

Les passes précitées sont creusées par le courant du flux. Le jusant qui descend de l'Escaut supérieur suit au contraire une tout autre voie : il s'avance le long du banc élevé de Saeftinge et débouche presque en droite ligne au sud de Bath, dans le profond chenal creusé par le flux.

Le chenal, dirigé suivant le courant descendant, est le seul que peuvent suivre les plus grands navires. Mais pour entrer dans le chenal creusé par le flux, en passant entre Saeftinge et la Ballast-Platte, on rencontre déjà actuellement une profondeur assez peu considérable. A marée basse, il ne paraît

Winkel in die Fluthrinne, dass man nicht erwarten kann, der Fluthstrom werde sie verfolgen, sobald seine Ablenkung nach der Oster-Schelde aufhört. Es ist auch bereits die Ansicht ausgesprochen, die tiefste Rinne werde sich später durch das Nord-Schaar hindurchziehen. Dieses ist allerdings zu erwarten, aber die Tiefe auf dem letztern misst gegenwärtig nur wenig über 2 Meter, vielleicht ist sie stellenweise noch geringer, und bei der grossen Länge der Fläche darf man nicht hoffen, dass ohne künstliche Nachhülfe die nöthige Vertiefung schnell erfolgen wird. Sobald diese aber beginnt, und der Ebbestrom sich zum Theil dem Nord-Schaar zuwendet, so wird er nicht mehr die nöthige Kraft behalten, um in dem jetzigen Fahrwasser noch stärkere Verflachungen zu verhindern. In dieser Weise wäre eine sehr nachtheilige Unterbrechung der grossen Schifffahrt zu besorgen. Wie man derselben vorbeugen kann, werden die mit den Local-Verhältnissen genau bekannten und in allen Wasserbauten geübten Niederländischen Ingenieure richtiger beurtheilen, als ich nach der kurzen Besichtigung des Stromes es vermag.

II. — Was die Verbindung der Obern-Schelde mit der Maas und dem Rhein betrifft, so gehen die Schiffe, welche die Whaal herabfahren, bei Gorkum und Dortrecht vorbei, durch die Dortsche Kil nach dem Hollands-Diep, oder sie erreichen dieses durch die Neue-Merwede, die gegenwärtig in Verbindung mit der Eindeichung des Biesboches, zwischen Werkendam und dem Hollands-Diep, als grosse Wasserstrasse eingerichtet wird. Die von Rotterdam kommenden Schiffe gehen dagegen die Maas aufwärts bis zur Mündung der Noord und durch diese in das Dortsche Kil. Das Hollands-Diep wird bis zur Mündung des Krammer, im Westen von Willemstad verfolgt, und aus dem letzteren gehen die Schiffe durch das Mastgat in die Oster-Schelde oberhalb Zierikzee. Bei günstigem Winde können kleinere Schiffe von hier aus durch den Sloe nach der Wester-Schelde gelangen, doch ist dieses Fahrwasser gegenwärtig so beengt, dass es nur selten benutzt wird. Die meisten Schiffe gingen daher vor der Eröffnung des neuen Canales durch Zuid-Beveland die Oster-Schelde aufwärts, bei Bergen-op-Zoom vorbei, bis zur Abzweigung aus der Wester-Schelde. Sie hatten alsdann das sehr flache Fahrwasser, den sogenannten Canal von Bergen-op-Zoom zu passiren, dessen Sohle auf einer kurzen Strecke, am Pieters-Kreek (zwischen Woensdrecht und Bergen-op-Zoom) bei Niedrig-Wasser sogar trocken liegt.

y avoir en cet endroit que 4^m,8 d'eau, ce qui était déjà le cas en 1861 d'après d'autres rapports.

La commission internationale a également reconnu, lors des conférences du 12 septembre 1866, que, sur tout le trajet d'Anvers à la mer, c'était l'endroit le moins profond.

Ledit chenal du jusant se relie au chenal du flux sous un angle si aigu qu'on ne peut s'attendre à ce que le courant du flux le suive aussitôt que la dérivation vers l'Escaut oriental sera interrompue. On a aussi émis l'opinion que plus tard le chenal le plus profond se dirigera à travers le Noord-Schaar. On doit, en effet, le supposer, mais la profondeur de ce dernier ne mesure actuellement qu'un peu plus de 2 mètres, peut-être même moins en certains endroits et, à cause de l'étendue de l'attérissement, on ne peut espérer obtenir rapidement l'approfondissement nécessaire sans le secours de moyens artificiels. Mais aussitôt que cet approfondissement commencera et que le courant du jusant se tournera en partie vers le Noord-Schaar, il ne conservera plus la force nécessaire pour empêcher de plus forts relèvements dans la passe actuellement navigable.

De cette manière, il y aurait donc à redouter une interruption très-préjudiciable de la grande navigation.

Les ingénieurs hollandais, tout à fait au courant des circonstances locales, et spécialement experts en ce qui concerne les travaux hydrauliques, sauront mieux juger des moyens d'y obvier, que moi qui n'ai pu examiner que rapidement le régime de ce fleuve.

II. — SECONDE QUESTION. — Quant à la question de la jonction de la Meuse et du Rhin avec l'Escaut supérieur, les navires qui descendent le Whaal et passent devant Gorkum et Dordrecht arrivent par le Dortsche-Kil dans le Hollands-Diep ou bien ils atteignent ce dernier point par le Nieuwe-Merwede qu'on transforme actuellement en grande voie navigable à la suite de l'endiguement du Biesbosch.

Les navires qui viennent de Rotterdam, remontent au contraire la Meuse jusqu'à l'embouchure de la Noord et passent par celle-ci dans le Dortsche-Kil.

On suit le Hollands-Diep jusqu'à l'embouchure du Krammer à l'ouest de Willemstad, et les bâtiments, en sortant de cette dernière voie, entrent, par le Mastgat, dans l'Escaut oriental, en amont de Zierickzée. Quand le vent est favorable, de petits bâtiments peuvent, de ce point, passer dans l'Escaut occidental par le Sloe; mais cette voie est aujourd'hui tellement rétrécie qu'on ne s'en sert que rarement.

Avant l'ouverture du nouveau canal de Sud-Beveland, la plupart des navires remontaient l'Escaut oriental pour entrer dans l'Escaut occidental en passant devant Berg-op-Zoom.

Il leur fallait alors naviguer sur la passe très-peu profonde connue sous le

Dieser letzte Weg wird nunmehr durch die Eisenbahn zwischen Venloo und Vlissingen vollständig geschlossen, die Niederländische Regierung hat aber vorher, dem Vertrage vom 19^{ten} April 1839 entsprechend, eine neue Verbindung zwischen der Oster- und Wester-Schelde durch den Canal von Zuid-Beveland dargestellt. Der Bau dieses Canals wurde 1863 begonnen und ist im Herbst 1866 beendigt. Am 11^{ten} October 1866 wurde die Schifffahrt durch diesen Canal eröffnet. Für grosse Seeschiffe ist er passirbar, wie sich aus der nachstehenden Beschreibung ergeben wird, doch wird er voraussichtlich wohl nur selten von solchen benutzt werden, da die Mündung der Wester-Schelde viel bequemer, als die der Oster-Schelde ist, und daher erstere vorzugsweise von den nach Vlissingen und Antwerpen bestimmten Schiffen gewählt werden wird. Der Canal dient daher im Allgemeinen nur zur Erhaltung der Binnenschifffahrt nach Antwerpen und Ter Neuzen, also nach Gent.

Obwohl die Dimensionen des Canales und der zugehörigen Bauwerke in den Niederlanden, wie in Belgien bekannt sind, so scheint es doch nöthig, diese hier kurz anzudeuten, um den diesseitigen Behörden die Grossartigkeit der ganzen Anlage darzustellen. Unter diesen Umständen empfiehlt es sich aber gewiss, die Angaben in Preussischem oder Rheinländischem Maasse zu machen.

Der Canal ist 2450 Ruthen, also nach $1\frac{1}{4}$ Meile lang. Es wird darin gewöhnlich ein Wasserstand von 19 Fuss gehalten, der aber auf 24 Fuss gehoben werden kann, falls besonders grosse Schiffe durchgeführt werden sollen. Dieses ist insofern leicht zu erreichen, als jener erste Wasserstand nahe in der Mitte zwischen dem gewöhnlichen Hoch- und Niedrig-Wasser der Schelde vor den beiden Mündungen, liegt. Die Sohlenbreite des Canales misst 96 Fuss, und da die Dossirungen unter Wasser $2\frac{1}{2}$ fache Anlage haben, so ist der Wasserspiegel bei gewöhnlicher Füllung 191 Fuss breit. An beiden Seiten befinden sich Leinpfade für Pferdezug. Ueber den Canal führen mit Einschluss der Eisenbahn-Brücke vier Drehbrücken, von denen jede zwei freie Oeffnungen von 54 Fuss Weite darstellt.

An jedem Ende ist der Canal durch eine Schleuse geschlossen. Diese bestehen aus je zwei Häuptern mit zwei Thorpaaren, woher in der Regel bei allen äussern Wasserständen Schiffe ein- und ausgehen können. Die Schlagschwellen liegen in der Höhe der Canal-Sohle und die lichte Weite in den Häuptern misst 31 Fuss. Die Schleusen-Kammern zwischen den zugehörigen Häuptern sind 296 Fuss lang und 86 Fuss weit, woher eine grosse Anzahl gewöhnlicher Rheinschiffe gleichzeitig durchgelassen werden können. Die Schlagschwellen, wie auch die vortretenden Mauertheile sind aus Werkstücken, die Thorkammern und die Mauern der Schleusen-Kammern dagegen aus Klinkern ausgeführt. Die Thore bestehen aus gewalztem Eisen. Die beiden äussern Thorpaare, die bei besonders hohen Wasserständen der Schelde als Sturmthore dienen, sind 33 Fuss hoch, die übrigen sechs Thorpaare dagegen 29 Fuss. Um bei möglichen Beschädigungen der Thore die Schleusen in kürzester Zeit wieder nutzbar zu machen, sind zwei hohe und zwei niedrige Thore zur Reserve vorhanden. Dieselben liegen neben den beiden Schleusen. Eisenbahnen nebst entsprechenden Wagen befinden sich daneben, um sie möglichst schnell herabbringen und aufstellen zu können.

nom de canal de Berg-op-Zoom, dont le fond, sur une petite étendue, à Pieters-Kreek (entre Woensdrecht et Berg-op-Zoom) est même à sec pendant la marée basse.

Le chemin de fer entre Venloo et Flessingue fermera complètement cette dernière route; mais le Gouvernement néerlandais a préalablement construit, conformément au traité du 19 avril 1839, une nouvelle communication entre l'Escaut oriental et l'Escaut occidental, en faisant creuser le canal de Sud-Beveland. La construction de ce canal, commencée en 1863, était achevée dans l'automne de 1866.

Le 11 octobre 1866, le canal fut livré à la navigation. De grands navires peuvent y passer comme le prouvera la description qui suit; mais il est à prévoir que de tels navires s'en serviront rarement, attendu que l'embouchure de l'Escaut occidental est beaucoup plus commode que celle de l'Escaut oriental, et que, par conséquent, la première voie sera préférée par les bateaux de mer en destination de Flessingue et d'Anvers. Le canal ne sert donc en général qu'au maintien de la navigation intérieure vers Anvers et Terneuze, par conséquent vers Gand.

Bien que les dimensions du canal, et des ouvrages d'art qui s'y rattachent, soient connues dans les Pays-Bas ainsi qu'en Belgique, il paraît néanmoins nécessaire de les indiquer brièvement, afin de faire comprendre aux autorités de ce pays la grandeur de l'ensemble de l'entreprise. C'est pourquoi aussi il convient de donner les indications en mesures prussiennes ou rhénanes.

Le canal a une longueur de 2,430 perches, ou près d'un mille et demi. La profondeur habituelle de l'eau est maintenue à 19 pieds, mais peut être portée à 24 pieds dans le cas où des navires très-grands devraient y passer. Ce résultat est d'ailleurs aisé à obtenir vu que la première cote correspond au niveau moyen entre les basse et haute marées aux deux extrémités du canal.

La largeur du canal au plafond mesure 96 pieds, et comme les talus ont sous l'eau 2 1/2 de base pour 1 de hauteur, il en résulte que le niveau de l'eau comporte, dans le cas du remplissage habituel, une largeur de 191 pieds. Des deux côtés se trouve un chemin de halage pour chevaux. Indépendamment du pont tournant destiné au service du chemin de fer, il existe sur le canal quatre autres ponts tournants dont chacun comporte deux ouvertures libres d'une largeur de 34 pieds.

Le canal est fermé à chacune de ses extrémités par une écluse. Les écluses comprennent deux têtes, chacune avec deux paires de portes, et livrent, en règle générale, passage aux navires, quel que soit l'état des eaux extérieures.

Les buses sont établis à la hauteur du plafond du canal, et la largeur libre entre les têtes est de 31 pieds. Les sas compris entre les têtes correspondantes ont 296 pieds de longueur et 86 pieds de largeur et permettent le passage simultané d'un grand nombre de bateaux rhénans ordinaires.

Les buses, ainsi que les maçonneries saillantes, sont en pierres de taille; les chambres des portes ainsi que les bajoyers des sas sont construits en maçonnerie de briques (*klinkart*). Les portes sont en fer laminé. Les deux paires de portes extérieures ont 33 pieds de hauteur, afin de mettre le canal à l'abri de l'invasion des eaux pendant les tempêtes; les six autres paires de portes ont seulement 29 pieds.

An jedem Ende des Canales treten vor die Schleuse noch zu beiden Seiten starke Dämme in die Schelde, zwischen denen Häfen gebildet werden, in welchen die Schiffe vor dem Wellenschlage geschützt, bequem in die Schleusen ein- und auslaufen, auch liegen können. Der Hafen bei Wemeldinge (in der Oster-Schelde) ist 110 Ruthen, derjenige bei Hansweert dagegen, insofern die Wester-Schelde einem stärkeren Wellenschlage ausgesetzt ist, 170 Ruthen lang.

Vergleicht man diesen neuen Schiffahrtsweg mit dem früheren, dem Canal von Bergen-op-Zoom, so kann nach meiner Ueberzeugung kein Zweifel darüber obwalten, dass er den letzteren nicht nur vollständig ersetzt, sondern dass er im Schiffahrts-Interesse auch unverkennbare Vorzüge vor ihm hat.

Die Erfahrung hat dieses bereits-bestätigt. Seit der Eröffnung des Canales bis vor Kurzem waren beide Wege offen und es blieb jedem Schiffsführer überlassen, beliebig einen oder den andern zu wählen. In welchem Verhältniss die Schiffe sich in den letzten Monaten des Jahres 1866 auf beide Wege vertheilten, ist nicht bekannt, da die Schiffe welche den alten Weg verfolgten, nicht notirt wurden. Im Monat Januar dieses Jahres passirten aber mit Ausschluss der nach Gent oder ter Neuzen bestimmten Schiffe 569 den Canal und 90 das alte Fahrwasser, im Februar dagegen 682 den Canal und 201 das Letztere. Unter 9 Schiffen haben daher durchschnittlich nur 2 den alten Weg eingeschlagen, und zwar waren dieses vorzugsweise die kleineren.

Es kann indessen nicht fehlen, dass unter gewissen Umständen auch der frühere Weg manche Vorzüge vor dem neuen Canal bietet. In den Belgischer Seits erhobenen Beschwerden ist unter Bezugnahme auf die Aussagen von Sachverständigen davon vielfach die Rede. Es erscheint nöthig hierauf näher einzugehen.

Im Allgemeinen mögen die Schiffer nicht gern die Schleusen-Canäle passiren. Es giebt dabei unvermeidlichen Aufenthalt, manche Kosten und sie können sich nicht so frei, wie im offenen Fahrwasser bewegen. müssen sich vielmehr den nothwendigen polizeilichen Vorschriften unterwerfen. Auf dem in Rede stehenden Canal wird auch das einzeln ankommende Schiff durchgeschleust, also nicht etwa die Ansammlung von zweien oder mehreren abgewartet. Im Allgemeinen ist die Schiffahrt auch während der Nacht nicht unterbrochen. An den beiderseitigen Mündungen werden Feuer unterhalten. Canal- oder Schleusen-Gelder werden nicht erhoben. Die Benutzung der Segel ist gestattet, wie auch der Dampfkraft, doch ist bei der letzteren für die Geschwindigkeit eine gewisse Grenze vorgeschrieben, auch muss dazu besondere Erlaubniss eingeholt werden, die jedoch, wie mir gesagt wurde, nicht leicht verweigert wird. Wenn der Wind nicht günstig ist, müssen die Segelschiffe gezogen werden. Dieses kann durch die Schiffsmannschaft oder durch Pferde geschehen. Letztere sind an beiden Enden des Canales nach festgestellten Tarifen zu haben. Für das erste Pferd wird 1 ½ Gulden, für jedes fernere 1 Gulden gezahlt.

Es ist nicht zu verkennen, dass diese Bestimmungen, vielleicht mit Ausnahme der besonders einzuholenden Erlaubniss zur Benutzung der Dampfkraft, nichts Drückendes enthalten. Dagegen erscheint eine andere Beschwerde.

Afin de rendre, dans le plus bref délai possible, les écluses à la navigation dans le cas où les portes auraient subi des dommages, on a réservé près des écluses deux portes de chaque hauteur. A côté se trouvent également des chemins de fer et des wagons spéciaux, qui permettent le transport rapide des portes à pied d'œuvre et leur pose.

A chaque extrémité du canal s'avancent dans l'Escaut, des deux côtés de l'écluse, de fortes digues formant entre-elles des ports dans lesquels les vaisseaux sont protégés contre les vagues et qui leur facilitent l'entrée et la sortie de l'écluse, ou dans lesquels ils peuvent séjourner.

Le port près de Wemeldinge (dans l'Escaut oriental) a une longueur de 110 perches, celui près de Hansweert une longueur de 170 eu égard aux plus fortes vagues auxquelles est exposé l'Escaut occidental.

Si l'on compare cette nouvelle voie navigable à l'ancienne (le canal de Berg-op-Zoom), il ne peut y avoir de doute, à mon avis, que non-seulement cette nouvelle voie ne remplace complètement l'ancienne, mais que, sous le rapport des intérêts de la navigation, elle n'ait sur elle des avantages incontestables.

L'expérience a déjà confirmé cette opinion. Depuis l'ouverture du canal jusque dans ces derniers temps, les deux voies étaient ouvertes et chaque navigateur était libre de choisir l'une ou l'autre. On ne connaît pas le rapport qui indique la répartition des bateaux suivant les deux voies pendant les derniers mois de l'année 1866, parce qu'on n'a pas pris note des bâtiments qui suivaient l'ancienne voie.

Au mois de janvier de l'année courante, 509 bâtiments suivaient le canal, et 90 l'ancienne voie navigable, non compris les bâtiments en destination de Gand ou Terneuze; ces chiffres montaient au mois de février, respectivement à 682 et 201.

Il en résulte qu'en moyenne, sur 9 bâtiments, 2 seulement ont pris l'ancienne voie et encore étaient-ce les plus petits.

Il faut cependant observer que, dans certaines circonstances, l'ancienne voie présente beaucoup d'avantages sur le nouveau canal.

Parmi les griefs soulevés du côté de la Belgique, on fait souvent mention de ce point en s'en rapportant aux assertions d'hommes compétents. Il me semble opportun d'entrer dans quelques détails à ce sujet.

En général, les mariniers n'aiment pas à passer par les canaux à écluses. Cela cause des retards inévitables, divers frais et, au lieu d'avoir des mouvements aussi libres que sur les cours d'eau, ils sont plutôt soumis à des règlements de police.

Sur le canal en question, on livre passage aux écluses à tout navire qui arrive isolément, et on n'attend nullement la réunion de deux ou plusieurs bâtiments.

En général, la navigation n'est pas interrompue pendant la nuit. Aux deux embouchures on entretient des feux. On ne prélève pas de péage.

On permet l'emploi des voiles, ainsi que de la vapeur; cependant, dans ce dernier cas, on a prescrit une certaine limite à la vitesse, et, de plus, il faut solliciter une permission particulière qui, d'après ce qu'on m'a dit, est accordée facilement. Si le vent n'est pas favorable, les bâtiments à voiles

in Betreff der Benutzung des Canales nicht ungegründet. Für kleinere, schwach bemannte und nur mit mässigen Ankertauen versehene Schiffe ist es nicht selten sehr schwierig, nachdem sie den Canal passirt haben, wieder unter Segel zu kommen. Namentlich beim Eintritt in die Wester-Schelde kann es leicht geschehen, dass der Wind für das Aufsegeln im Strome sehr günstig ist, aber das Auslaufen aus dem Hafen Hansweert unmöglich macht. Es muss alsdann ein Anker ausgebracht und daran das Schiff herausgeholt werden. Dieses verbietet sich aber bei jenen kleineren Schiffen durch die sehr grosse Tiefe des Strombettes, die gegen 100 Fuss misst. Die Niederländische Regierung hat indessen bereits die nöthige Massregel ergriffen diesem Uebelstande zu begegnen. Neben der Schleuse Hansweert lag am 3^{ten} März eine grosse eiserne Buoye mit zugehörigem schweren schirmförmigen Anker, die vor die Hafenmündung gelegt werden sollte, und gegen die in Zukunft die Schiffe herausgeholt werden können.

Demnächst ist vielfach die Rede davon, dass bei den herrschenden westlichen Winden die Schiffe nicht mehr so schnell, wie bisher von Antwerpen aus die Oster-Schelde erreichen und bei starkem Seegange vielleicht gar nicht zur Canal-Mündung gelangen können. Obgleich diese Uebelstände wohl eintreten mögen, und zwar selbst unter solchen Umständen, wo der frühere Weg bequemer passirbar gewesen wäre, so darf man doch nicht übersehen, dass der letztere keineswegs immer gefahrlos und leicht zu durchfahren war. Das tiefe und breite Fahrwasser in der Wester-Schelde zwischen Bath und Hansweert, wenn auch bei westlichen Winden stark bewegt, ist im Allgemeinen doch unbedingt dem Canale von Bergen-op-Zoom vorzuziehen. Letzterer war, wie bereits erwähnt, nur zur Zeit des Hochwassers zu durchfahren und die Tiefe darin kam alsdann noch nicht dem Fluthwechsel gleich. Dabei war das Fahrwasser sehr schmal, während die Wasserfläche, in der es lag, an der schmalsten Stelle noch die Breite von einer halben deutschen Meile hatte, also bei heftigen Winden ein starker Wellenschlag gewiss auch hier eingetreten ist.

Unter solchen Umständen würde aber eine Ueberbrückung und zwar mit Drehbrücke über der Schiffahrtsrinne, wie Belgischer Seits angedeutet ist, nur von sehr beschränktem Nutzen gewesen sein, wenn nicht vollständige kleine Häfen an beiden Seiten eingerichtet worden wären. Dabei würde aber noch die grosse Schwierigkeit einer sichern Fundirung eintreten, insofern bei gewissen Winden die Fluth von der einen oder der andern Seite beschleunigt oder verzögert, und dadurch eine sehr heftige Durchströmung des beengten Profiles veranlasst wäre.

Endlich ist noch erwähnt dass der Canal bei heftigem Froste früher zufriert, als das alte Fahrwasser. Dieses Bedenken ist gewiss begründet, und schon im verflossenen Winter soll sich auf dem Canale während zwei Tagen eine schwache Eisdecke gebildet haben, während die Oster-Schelde nur Treibeis führte. Letzteres hemmte zwar nicht unmittelbar die Schiffahrt, aber es vertrieb die Seezeichen, wodurch die Fahrt erschwert und gefährdet wurde. Im Canale ist dagegen das Eis sogleich zerbrochen worden, woher die Schiffahrt hier keine wesentliche Störung erfuhr.

Nach Vorstehendem kann ich mich nur dahin aussprechen, dass der Canal durch Zuid-Beveland *mindestens* « ein eben so sicheres, eben so gutes und

doivent être halés. Le halage peut être opéré par les bateliers ou par chevaux. On peut avoir ces derniers, à des prix déterminés, aux deux extrémités du canal. On paye pour le premier cheval un florin et demi et un florin pour chaque collier de plus.

On ne peut méconnaître que ces mesures ne soient très-favorables, à l'exception peut-être de celle qui impose la formalité d'une demande particulière à faire dans le cas où l'on veut utiliser la force motrice de la vapeur. Par contre, un autre grief qui a rapport à l'utilisation du canal, ne paraît pas sans fondement.

Les petits navires, faiblement équipés et munis seulement de câbles de moyenne grandeur, éprouvent souvent beaucoup de difficultés à avancer sous voile après leur sortie du canal. Il peut arriver facilement qu'à l'entrée dans l'Escaut occidental, le vent soit très-favorable à la remonte à la voile dans le fleuve même, en même temps qu'il rend impossible la sortie des bateaux du port de Hansweert.

Dans ce cas, une ancre doit être transportée en dehors pour le remorquage du navire.

Ce moyen n'est cependant pas applicable aux petits bâtiments, à cause de la grande profondeur du lit du fleuve, qui mesure à peu près cent pieds.

Le Gouvernement néerlandais a cependant pris déjà les mesures nécessaires pour obvier à ces inconvénients.

A côté de l'écluse de Hansweert se trouvait, le 3 mars, une grande bouée en fer avec des ancres très-lourdes en forme de parasol, qu'on devait poser en avant de l'embouchure du port pour faciliter à l'avenir la sortie des navires.

En outre, il a été beaucoup question des retards que les bateaux, partant d'Anvers, éprouveront pendant les vents régnants de l'ouest, pour gagner l'Escaut oriental, et de ce que, pendant les fortes marées, ils ne pourront peut-être plus atteindre l'embouchure du canal. Bien que ces inconvénients puissent réellement se présenter, même dans les circonstances où l'ancienne voie eût permis un passage facile, on ne doit cependant pas perdre de vue que le voyage par cette dernière voie ne se faisait pas toujours sans difficulté ni sans danger.

La passe navigable, profonde et large, de l'Escaut occidental entre Bath et Hansweert, est en général préférable au canal de Berg-op-Zoom, même quand les eaux de la première voie sont fortement agitées par un vent d'ouest.

D'après ce que nous avons déjà dit, on ne pouvait traverser le canal de Berg-op-Zoom qu'à l'époque de la marée haute, pendant laquelle la profondeur n'atteignait pas même l'amplitude totale du mouvement de la marée. En outre, il faut remarquer que la passe navigable était très-étroite, tandis que la surface liquide avait encore, dans la partie la plus étroite, une largeur d'un demi-mille allemand, et que par conséquent des vents violents y produisaient de fortes vagues.

Le projet indiqué par la Belgique, et qui consistait à construire un pont, avec une partie mobile, sur le chenal navigable, n'aurait été, dans des circonstances pareilles, que d'une utilité restreinte, à moins qu'on n'eût établi des deux côtés de petits ports complets.

eben so bequemes Fahrwasser » bildet, als die nunmehr gesperrte Oster-Schelde.

III. — Die Durchdämmung des Sloe ist noch nicht begonnen und wird nach dem Oben erwähnten Staats-Vertrage vom 19^{ten} April 1839 auch so lange ausgesetzt bleiben müssen, bis ein neuer Schiffahrtsweg zwischen der Oster-Schelde und dem Veergat ausgeführt sein wird. Der beabsichtigte neue Canal, für grosse Schiffe passirbar, soll vom Hafen Voere ausgehen, hier mit einer Schleuse versehen werden, sich mit dem Middelburger Hafen, der an seiner Mündung zu schliessen ist, vereinigen und von Middelburg ab sich nach Vlissingen hinziehen, woselbst er im Osten der Stadt, durch zwei Schiffschleusen und einen besondern Vorhafen in die Wester-Schelde tritt. Dieser Canal ist in seinem südlichen Theile noch nicht begonnen und voraussichtlich werden mehrere Jahre vergehen, bevor er beendigt ist. Die Durchführung der Eisenbahn von Goes nach Middelburg oder die Sperrung des Sloe steht demnach noch nicht in naher Aussicht.

Der Sloe, obwohl er ein schmales Fahrwasser bildet, auch in seinem Fluthprofile zwischen den beiderseitigen Deichen viel enger ist, als die Oster-Schelde zwischen Bath und Bergen-op-Zoom, hat dennoch eine bedeutend grössere Tiefe, als die letztere. Bei Niedrig-Wasser beträgt die Tiefe an den flachsten Stellen noch gegen zwei Meter. Er wird indessen von durchgehenden Schiffen nur wenig benutzt, und ist es kein Widerspruch dagegen erhoben worden, dass diese in Zukunft auf den erwähnten Canal verwiesen werden sollen. Ebensowenig ist irgend ein Bedenken angeregt, dass das Fahrwasser der Wester-Schelde durch die Schliessung des Sloe leiden möchte, der Belgischer Seits erhobene Widerspruch bezieht sich allein auf die Rhede von Rammekens, die bei dieser Schliessung vollständig eingehen würde.

Ohne Zweifel ist eine sichere Rhede in der Mündung der Wester-Schelde von sehr grosser Bedeutung, und zwar nicht nur für die Schiffahrt von Antwerpen, sondern auch für die von Vlissingen.

Ici d'ailleurs se présenterait encore la grande difficulté d'obtenir des fondations stables, eu égard à la circonstance que certains vents viendraient accélérer ou retarder le flux de l'un ou l'autre côté et provoquer ainsi un fort courant à travers le profil rétréci.

Enfin on a encore avancé que, lors des froids intenses, les eaux du canal gèlent plus tôt que celles de l'ancienne voie.

Le grief est sans doute fondé, et il paraît que, l'hiver passé déjà, il s'est formé pendant deux jours une faible couche de glace dans le canal, tandis que l'Escaut oriental ne faisait que charrier des glaçons. Ces derniers n'ont pas apporté d'entraves directes à la navigation, mais ils ont emporté les signaux maritimes, ce qui rendait la navigation plus difficile et plus dangereuse.

La navigation par le canal n'a cependant pas subi une perturbation essentielle, parce qu'on a brisé immédiatement la glace.

A la suite des considérations précédentes, je ne puis arriver qu'à la conclusion : que le canal de Zud-Beveland forme une ligne navigable *au moins* aussi sûre, aussi bonne et aussi commode que celle de l'Escaut oriental qui est fermée maintenant.

III. — TROISIÈME QUESTION. — Les travaux de barrage du Sloe ne sont pas encore commencés ; conformément au traité international du 19 avril 1839 précité, on ne mettra la main à ce travail qu'après l'achèvement d'une nouvelle voie navigable entre l'Escaut occidental et le Veergat.

Le nouveau canal projeté, accessible aux grands navires, partira du port de Veere, y sera pourvu d'une écluse, aboutira ensuite au port de Middelburg, qui devra être fermé à son embouchure, et se dirigera, à partir de Middelburg, sur Flessingue, où il débouchera, à l'est de la ville, dans l'Escaut occidental par deux écluses et un avant-port particulier.

La construction de ce canal n'a pas encore été commencée dans sa partie sud, et il est à prévoir que plusieurs années s'écouleront encore avant qu'il soit achevé.

Le chemin de fer de Goes à Middelburg, et par suite le barrage du Sloe, ne seront donc pas encore exécutés dans un délai rapproché.

Le Sloe a une profondeur beaucoup plus grande que l'Escaut oriental entre Bath et Berg-op-Zoom, quoiqu'il ne forme qu'une ligne navigable peu large, et qu'à marée haute la largeur de la surface liquide soit moindre que celle du canal de Berg-op-Zoom. A marée basse, la moindre profondeur est encore de 2 mètres.

Le passage du Sloe est cependant peu suivi par les bâtiments; aussi la substitution du nouveau canal projeté à l'ancienne voie n'a-t-elle suscité aucune objection. De même, on n'a soulevé aucune difficulté quant à l'influence que la fermeture du Sloe pourrait avoir sur les eaux navigables de l'Escaut occidental.

La protestation de la Belgique se rapporte seulement à la rade de Rammekens, qui disparaîtrait complètement à la suite de cette fermeture. Sans aucun doute une rade sûre, à l'embouchure de l'Escaut occidental, est d'une

Die Häfen an der Südseite des Canals : Boulogne, Calais, Dünkirchen und ebenso Ostende sind Fluthhäfen, die nur bei Hochwasser zugänglich sind. Dasselbe findet auch bei Vlissingen Statt. Die Rhede von Rammekens, im Sloe, die stets hinreichende Tiefe zum Einlaufen hatte, bot früher einen sicheren Schutz. Dieselbe hat aber gegenwärtig, namentlich für grössere Schiffe aufgehört, indem die Sandbank, in Anschluss an den Kaloot, die sich noch im Anfange dieses Jahrhunderts von der südwestlichen Spitze der Insel Zuid-Beveland bis vor Vlissingen hinzog, nunmehr sich nicht nur vertieft hat, sondern durchbrochen und beinahe ganz verschwunden ist. In Folge dieser Veränderung treten die Wellen bei westlichen Winden, die etwas südlich fallen, mit weit grösserer Heftigkeit in den Sloe ein. Dazu kommt noch, dass die Rhede ausserordentlich an Ausdehnung abgenommen hat, so dass nur noch kleinere Schiffe darin liegen können. Die Rhede hat also factisch wesentlich an Bedeutung verloren, während andererseits eben wegen des Verschwindens jener Bank die Schiffe nunmehr unmittelbar neben Vlissingen liegen können und daselbst gegen nordwestliche Stürme geschützt sind, was früher nicht der Fall war, weil sie weiter ab vom Ufer liegen mussten.

Ob die Rhede von Rammekens noch vielfach benutzt wird, darüber waren die mir gemachten Mittheilungen wesentlich verschieden. Zur Zeit meiner Anwesenheit lag kein Schiff daselbst, während mehrere grössere und kleinere in dem offenen Strome vor Vlissingen ankerten. Ich muss indessen bemerken, dass bei dem damals anstehenden Ostwinde auch keine Veranlassung war, eine geschützte Rhede zu suchen. Jedenfalls ist die Rhede in ihrem gegenwärtigen Zustande durchaus nicht sicher, obwohl sie bei West-Südwest-Winden dem Ankerplatze im Strome noch vorzuziehen ist. Ausserdem ist sie sehr beengt, und wenn die Anker nicht fassen, so können die Schiffe weder treiben, noch auch die Rhede wieder verlassen, sie sind vielmehr augenscheinlich der Gefahr ausgesetzt, auf dem Grund geworfen zu werden. Ferner ergiebt sich aus den Mittheilungen, die das Niederländische Ingenieur-Institut bekannt gemacht hat, dass die Verflachungen in sehr schnellem Fortschreiten begriffen sind, also nach den bisherigen Erfahrungen die Existenz der Rhede nur auf kurze Zeit beschränkt zu sein scheint. Diese Verflachungen werden ohne Zweifel wesentlich beschleunigt werden, sobald der Sloe durchdämmt ist.

Hiernach handelt es sich vorzugsweise um die Frage, ob man das fernere Bestehen der Rhede mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten darf, wenn die Dammschüttung nicht erfolgt. Ich habe freilich diese Ansicht aussprechen hören, indem von der Erfahrung ausgegangen wurde, dass Sandbänke sich bald bilden, und bald wieder verschwinden, und sonach die Wiederherstellung früherer Zustände immer zu erwarten bleibt. Diese Hoffnung begründet sich jedoch nur, wenn die Verhältnisse im Allgemeinen sich nicht ändern, wenn aber, wie hier, eine Rinne, in welche von beiden Seiten der Strom eintritt, wesentlich verflacht und durch Niederschläge verengt wird, so verliert der Strom, dessen Wirksamkeit durch das Profil bedingt ist, so sehr an Kraft, dass die Wiedereröffnung gar nicht mehr in Aussicht steht und die versandungen auch ohne jede künstliche Nachhülfe in stets wachsendem Maasse zunehmen.

Meines Erachtens steht sonach der Sperrung des Sloe kein anderes Be-

très-grande importance non-seulement pour la navigation d'Anvers, mais aussi pour celle de Flessingue.

Les ports situés sur le côté sud du canal, à savoir : Boulogne, Calais, Dunkerque, ainsi qu'Ostende, sont des ports à marées, accessibles seulement à marée haute. La même chose a lieu à Flessingue.

La rade de Rammekens, dans le Sloe, dont la profondeur assez grande permettait l'entrée aux bateaux en tout temps, présentait autrefois un abri sûr. La rade ne se prête plus aujourd'hui aux grands bâtiments, et cela provient de ce que le banc de sable qui se joint au Kaloot, et qui s'étendait encore, au commencement de ce siècle, de la pointe sud-ouest de l'île du Sud-Beveland jusque devant Flessingue, ne s'est pas seulement abaissée depuis, mais qu'il a été rompu et qu'il a disparu presque complètement.

A la suite de ce changement, les vagues pénètrent avec beaucoup plus d'impétuosité dans le Sloe, par les vents d'ouest déviant un peu vers le sud.

A cela il faut ajouter qu'à cause de la diminution extraordinaire de l'étendue de la rade, il n'y a que les petits bâtiments qui puissent s'y maintenir.

C'est donc un fait que la rade a essentiellement perdu en importance, tandis que, d'un autre côté, et justement à cause de la disparition de ce banc, les navires peuvent maintenant stationner à côté de Flessingue, où ils sont protégés contre les tempêtes du nord-ouest, ce qui n'avait pas lieu précédemment, parce qu'ils devaient séjourner à une distance plus grande de la rive.

Les communications qui m'ont été faites différaient sur la question de savoir si la rade de Rammekens sera encore beaucoup utilisée. A l'époque où j'y étais, aucun navire ne s'y trouvait, tandis qu'il y en avait plusieurs, grands et petits, qui avaient jeté l'ancre dans le fleuve même devant Flessingue. Je dois cependant faire la remarque que, pendant le vent d'est qui régnait alors, aucun motif ne pouvait engager les navires à chercher une rade abritée.

En tout cas, la rade n'est pas tout à fait sûre dans son état actuel, bien qu'elle soit encore préférable à l'ancrage dans le fleuve par les vents d'ouest SO. En outre, elle est très-rétrécie, et, si les ancres ne prennent pas, les navires ne peuvent ni chasser sur leurs ancres, ni quitter la rade; ils sont plutôt exposés à être jetés sur le fond. Enfin, il résulte des communications faites par l'Institut des ingénieurs néerlandais, que le surhaussement progresse dans une forte proportion, et que, par conséquent, l'existence de la rade est menacée dans un délai rapproché. L'exhaussement sera sans doute encore accéléré dès que le Sloe sera barré.

Ici se présente surtout la question de savoir si l'on peut s'attendre, avec quelque certitude, au maintien futur de la rade dans le cas où l'on ne fermerait pas le Sloe.

J'ai, à la vérité, entendu émettre cette opinion, en se basant sur l'expérience qui prouve que tantôt des bancs de sable se forment et tantôt disparaissent de nouveau, et que par conséquent on peut toujours s'attendre à un retour à l'ancien état.

Cependant, cet espoir ne serait fondé que si les conditions générales ne changeaient pas. Mais si, comme cela arrive dans le cas dont il s'agit, un chenal dans lequel le courant se porte des deux côtés, est rétréci et exhaussé

denken entgegen, als dass das vollständige Verschwinden der Rhede von Rammekens dadurch etwas beschleunigt werden wird. Es dürfte indessen schon aus diesem Grunde sich rechtfertigen, für Massregeln zu sorgen, wodurch den bei Weststürmen einlaufenden Schiffen einige Sicherheit geboten würde. In dieser Beziehung dürfte sich besonders empfehlen, ein Licht bei Hoedekenskerke einzurichten, damit die Schiffe auch während der Nacht bis hierher gehen und hier ankern können.

Durch die Lichte bei Vlissingen, Borselen und Ter-Neuzen können sie bis zum letzten Orte aufgehen, doch von hierab fehlt ihnen zur Zeit jede Marke und sie sind nicht im Stande in die unmittelbar darauf folgende sehr geschützte Stromstrecke einzulaufen.

Berlin, den 29 März 1867.

(Gez.) G. HAGEN.



par des dépôts, le courant dont les effets dépendent du profil, perd alors tellement de sa force, qu'on ne doit nullement s'attendre à la réouverture du chenal et qu'il faut prévoir plutôt l'augmentation croissante de l'ensablement, qui se produira naturellement.

Mon opinion est donc que le seul grief qui pourrait naître à la suite de la fermeture du Sloe, consiste dans le fait que la disparition complète de la rade de Rammekens se fera un peu plus rapidement. Cette raison suffirait pour justifier la demande de mesures assurant la sécurité des navires qui entrent pendant les tempêtes d'ouest. Sous ce rapport, il serait à recommander qu'un fanal fût établi à Hoedekenskerke, afin que, pendant la nuit, les navires pussent venir mouiller jusque-là.

Les feux de Flessingue, de Borselen et de Terneuze leur permettent de remonter jusqu'à ce dernier endroit. Mais à partir de ce point ils ne sont pas guidés maintenant et ne sont pas en état de gagner la partie abritée du fleuve qui vient immédiatement après.

Berlin, le 29 mars 1867.

G. HAGEN.

