

HYDROGRAPHIE.

MÉMOIRE

SUR LES MARÉES DE L'ESCAUT

PAR

M. A. STESSELS,

LIEUTENANT DE VAISSEAU DE 1^{re} CLASSE, CHARGÉ DE L'HYDROGRAPHIE DES CÔTES
DE LA BELGIQUE.

L'étude de la principale voie de navigation de la Belgique a depuis longtemps éveillé l'attention des hommes spéciaux; comme toutes les rivières à marées, l'Escaut est sujet à l'ensablement, et souvent, des conclusions tirées de quelques faits isolés ont fait craindre que, dans un temps peu éloigné, le fleuve réduit à des proportions restreintes, ne pourrait plus, comme aujourd'hui, amener au centre du pays la grande navigation maritime, source principale de la richesse des peuples.

En 1862, M. le ministre des affaires étrangères, au moment où la question de l'affranchissement de l'Escaut marchait vers une solution aussi heureuse qu'inattendue, me chargea de faire une étude spéciale du fleuve qui occupait alors l'attention de nos hommes d'État.

Il fallait déterminer avec exactitude la situation actuelle de l'Escaut; et, après avoir recueilli toutes les observations nécessaires, d'après les principes que j'ai puisés en travaillant avec les hydrographes distingués de la Grande-

Bretagne, il fallait en dresser une carte hydrographique complète pour remplacer celle qui, faite au commencement de ce siècle par le célèbre Beautemps-Beaupré, ne donnait plus une idée exacte du fleuve.

Enfin, par des comparaisons entre mes sondages et ceux faits à différentes époques, par l'administration de la Marine et du Waterstaat avant 1830 ; et ensuite par celle des ponts et chaussées, il fallait rechercher autant que possible la marche de l'ensablement et son effet sur l'oblitération ou le changement des passes.

Les observations hydrographiques, longues et difficiles, que j'avais à faire sur tout le parcours du fleuve, sont à peu près terminées aujourd'hui ; et je pourrai dans peu faire paraître une nouvelle carte de l'Escaut accompagnée des principales données qui s'y rattachent.

Aussi, dans le travail que je publie maintenant, je ne considérerai que la marche de la marée dans le fleuve ; elle a une relation très-intime avec l'ensablement et la position des bancs.

Notions générales sur les marées.

Les marées sont dues à l'attraction du soleil et de la lune sur l'enveloppe liquide du globe ; chacun de ces astres en passant au méridien d'un lieu y diminue la pesanteur et y relève la surface des eaux. Le gonflement qui en résulte est le plus grand aux environs des syzygies ; il varie avec la différence en ascension droite entre le soleil et la lune ainsi qu'avec la parallaxe et la déclinaison de ce dernier astre qu'il devrait suivre dans son mouvement diurne de l'est à l'ouest, formant une vague, faisant le tour du globe en 24 heures 50 minutes environ, et produisant deux marées opposées.

Si les astres qui occasionnent l'intumescence des eaux venaient tout d'un coup à cesser leur action, l'ondulation

qu'ils ont formée n'en continuerait pas moins à se propager pendant un certain temps, en diminuant peu à peu, et donnant ainsi deux vagues marées dérivées par propagation de la première.

L'observation a montré que l'ondulation de la marée ne peut prendre naissance, d'une manière sensible, que dans les mers d'une grande surface ; et que la vague marée qui s'y forme, d'abord dans la direction d'un méridien, prend bientôt des directions toutes différentes, lorsqu'elle se propage dans des mers resserrées entre des continents.

On a remarqué que, dans sa marche, en remontant un canal rétréci, la vague marée s'appuie toujours aux bords du canal en restant moyennement normale au thalweg. Dans un canal pareil, ainsi que partout où l'onde qui forme la marée n'est que la résultante par propagation d'une autre liée plus directement avec la cause du phénomène, l'heure de la marée haute ne correspond plus avec celle du passage de la lune et la plus grande marée d'une lunaison arrive toujours après les syzygies.

Les différentes circonstances du mouvement des ondes et des fluides dans les rivières, l'influence des vents, l'effet produit par la résistance des rives et des rétrécissements sur l'écoulement des eaux, compliquent le phénomène des marées d'une manière que l'analyse n'est pas encore parvenue à formuler ; aussi, le seul guide pour arriver à la connaissance du mouvement des marées dans une rivière, c'est l'observation.

Afin de classer les diverses parties du phénomène que nous allons étudier dans l'Escaut, je vais établir quelques définitions.

L'établissement du port d'un lieu, est le temps qui s'écoule depuis le passage de la lune au méridien de ce lieu, jusqu'au moment de la marée haute.

Cet établissement varie, dans tous les ports avec l'âge de la lune, sa déclinaison et sa distance à la terre ; et, dans

un même port, il varie avec les vents qui soulèvent les vagues marchant dans le même sens que l'ondulation de la marée.

L'établissement moyen est la valeur moyenne des établissements observés pendant plusieurs lunaisons; il augmente avec la distance du port à l'embouchure de la rivière et varie en remontant suivant le rétrécissement des sections et la pente des eaux descendantes.

L'établissement vulgaire, généralement donné sur les cartes marines, est la valeur moyenne de l'établissement lors des syzygies; ou plutôt: c'est, en temps moyen, l'heure de la marée haute lors des pleines et nouvelles lunes.

L'amplitude de la marée est la différence de niveau entre une marée haute et la marée basse suivante; elle varie avec l'établissement, et la moitié de la moyenne de ses valeurs lors des syzygies a été nommée *l'unité de hauteur*.

Le nombre de jours lunaires qui séparent, en moyenne les grandes marées des syzygies de l'instant de ces syzygies, se nomme *l'âge de la marée*. Il dépend du temps qu'il a fallu à l'onde pour venir du lieu où elle a pris naissance à l'endroit où la forte marée a été observée. L'âge de la marée est: à Ostende de près de deux jours, à Anvers de deux jours et un quart et à Boom de deux jours et demi.

Un nivellement fait avec soin sur tout le parcours du fleuve, et raccordé avec celui du Waterstaat hollandais, m'a permis de rapporter les mouvements des eaux à un plan fixe de comparaison. J'ai choisi le même plan que celui du dépôt de la guerre; il correspond aux marées moyennes qui arrivent un jour et demi après les syzygies à Ostende. Sa cote dans cette ville est de 1^m,48 en contrehaut du busc de l'écluse des bassins du commerce; et elle correspond, à Anvers, à 2^m,69 en contrehaut du busc de l'écluse des anciens bassins.

La cote du zéro hollandais ou Peil d'Amsterdam a été re-

trouvée de (+1^m,74) comme elle est donnée sur la carte du nivellement de la Belgique, publiée par les Travaux publics.

Des observations faites pendant longtemps et simultanément, à différentes stations, le long du fleuve, m'ont permis de trouver avec certitude la cote moyenne des marées hautes et basses ainsi que celle du niveau moyen, pour différents points. Dans le tableau qui renferme ces données j'ai joint la cote *maxima* ainsi que celle *minima* de marée basse pendant les observations.

Les cotes observées journellement diffèrent quelquefois beaucoup de ces moyennes ; la différence varie avec l'âge de la lune, mais surtout avec les vents qui ont régné à l'embouchure. Les vents de l'Ouest au N O élèvent beaucoup la cote de la marée haute, ils augmentent aussi l'amplitude et relèvent le niveau moyen.

Les vents du S E et de l'est au contraire, abaissent la cote de la marée haute, diminuent l'amplitude et abaissent le niveau moyen.

Le tableau I donne, à partir de Calais dans l'Ouest et de Goeree dans l'Est, jusque dans l'Escaut à Gand et dans le Rupel à Boom, les principales constantes relatives aux marées déduites des observations faites pendant les années 1862 et 1863.

Celles qui concernent les côtes de France et de Hollande, en dehors de l'Escaut, sont extraites du *Tide table* de l'amirauté anglaise pour 1863 et de la brochure publiée par la marine hollandaise : *Beschryving van den loop der stroommen voor en in de zeegeten van de monden der Schelde*.

Le tableau II donne de demi-heure en demi-heure la montée et la descente de l'eau pour les marées moyennes ; j'en ai dressé des diagrammes placés, d'après les établissements moyens, de manière à donner à chaque instant la pente de la surface des eaux, en coupant les courbes par des lignes parallèles aux ordonnées. (Pl. XIV.)

La carte des sondages dont les minutes sont dressées à

l'échelle du $\frac{1}{5000}$ et qui sera publiée à celle du $\frac{1}{10000}$ permettra, par la connaissance de la grandeur des sections, de déterminer en différents points le débit moyen du fleuve, lorsque, dans une étude destinée à suivre celle-ci, j'aurai donné les vitesses du flot et du jusant à différentes stations. De cette manière les données hydrographiques les plus intéressantes relatives à l'Escaut seront établies.

Marche des marées à l'embouchure de l'Escaut.

La vague marée qui s'est propagée par l'Océan Atlantique vient rencontrer la côte d'Irlande, environ 4 heures après le passage de la lune au méridien, et la côte septentrionale de l'Écosse environ 6 heures plus tard à Duncasby head.

Cette dernière vague, après avoir passé les Orcades, se propage vers le Sud en s'appuyant d'un côté sur la côte d'Écosse et de l'autre sur celles de la Norvège; elle donne la marée haute à des heures qui augmentent successivement le long de la côte d'Écosse et de celle d'Angleterre, jusqu'à l'embouchure de la Tamise.

Lors des syzygies, il est marée haute à :

Duncasby head à 10 heures 14 minutes avec une amplitude de 3 ^m ,04						
l'embouchure de la Tay	2	»	06	»	»	4 ,87
» Tyne,	3	»	20	»	»	4 ,49
Yarmouth,	9	»	45	»	»	4 ,83
Margate,	11	»	40	»	»	4 ,72

C'est à Margate que s'appuie la vague marée qui entre dans la Tamise et c'est encore là que l'ondulation venant du Nord, se réunit à celle qui a commencé à se propager par la Manche, 6 heures environ avant d'arriver à Duncasby head.

Celle-ci s'avance vers le Pas de Calais en s'appuyant d'un côté sur la côte de France et de l'autre sur celle d'Angleterre.

Elle donne la marée haute lors des syzygies :

Au break water de Plymouth à 5 heures 37 minutes, amplitude 4 ^m ,72					
à Dungeness,	10	»	45	»	6 ,33

à Douvres,	11 heures 12 minutes	amplitude 5 ^m ,71
à Ramsgate,	11 " 44 " "	" " 4 ,57
et, sur les côtes de France et de Belgique :		
au port St-Pierre de Guernesey, à 6	" 48 " "	" " 7 ,92
à Boulogne,	11 " 25 " "	" " 7 ,62
à Calais,	11 " 49 " "	" " 5 ,94
à Dunkerque.	12 " 08 " "	" " 5 ,45
à Ostende,	12 " 25 " "	" " 4 ,83
à Flessingue.	12 " 39 " "	" " 4 ,20
au Roompot,	12 " 30 " "	" " 3 ,60
Dans le Westgat de Goëré,	1 " 45 " "	" " 2 ,13

Sur la côte d'Angleterre le flot venant de l'Ouest cesse donc aux environs de Margate, où il se réunit à celui qui vient du Nord; mais, sur les côtes de Belgique et de Hollande, le flot continue à venir de l'Ouest en perdant de son amplitude.

La ligne suivant laquelle les deux ondes se rencontrent est un peu en dehors des bancs de Flandres; et elle se rapproche plus ou moins de la côte de Belgique et de l'embouchure de l'Escaut suivant que le vent a donné à l'une des vagues marées une prépondérance sur l'autre.

L'embouchure de l'Escaut est donc quelquefois soumise, pour le régime de ces eaux, à l'influence de la vague marée qui a longé les côtes d'Angleterre, surtout avec les coups de vent du N O, et les phénomènes, remarqués au large des bancs, à la réunion des deux vagues marées peuvent quelquefois apparaître jusqu'à l'embouchure du fleuve.

On remarque, à cette embouchure, que les vents du N O élèvent le niveau des marées, et cet effet se fait sentir sur toute la partie maritime de la rivière. Par ces mêmes vents, la marée haute a lieu un peu plus tôt, le plein dure plus longtemps, et le diagramme des hauteurs de la marée offre souvent deux *maxima* bien distincts.

La montée de l'eau a lieu assez régulièrement jusqu'à environ 3 heures après marée basse, la marée commence alors à s'élever plus rapidement; c'est l'instant de l'étale du courant de jusant et du commencement du flot au large, lequel à ce moment porte vers la côte.

La descente de l'eau a toujours lieu d'une manière régulière et l'instant de la marée basse est en général de courte durée.

Il ne faut pas oublier qu'en dehors des bancs, le flot commence deux heures avant la marée haute à Flessingue; il vient alors du Nord et il court bientôt à l'E S E vers l'île de Walcheren et la côte de Flandre. Quand il est marée haute à Flessingue, le courant s'écarte lentement de la côte et, une heure après, il court vers le N E, atteignant son *maximum* de vitesse, qui est d'un peu plus d'un mètre par seconde.

Trois heures après marée haute à Flessingue, le courant de la rivière se fait sentir en dehors des bancs de l'embouchure; il court en général vers le NO q O en se rapprochant de la direction des passes. Un peu avant la marée basse, il atteint le OSO puis le SO q O; et, un peu avant marée basse, il acquiert son *maximum* de vitesse qui ne dépasse pas celle du flot.

A partir de ce moment, le jusant continue à courir SO q O et même OSO dans les Wielingen.

Marche de la vague marée dans le fleuve. (Pl. XIII.)

Le tableau I donne l'amplitude et les différentes données relatives à la marée depuis Flessingue jusqu'à Gand, et il montre leurs modifications suivant les pentes et les rétrécissements.

A Anvers, les comparaisons faites entre un grand nombre de diagrammes montrent que la position moyenne du point où la courbe se relève le plus, correspond à environ 3 $\frac{1}{2}$, heures avant marée haute, ou à l'instant de la *marée haute à Flessingue*; c'est alors que la marée monte le plus rapidement et que toutes les plages de l'aval sont recouvertes. A cet instant le niveau des eaux est aux cotes suivantes :

Flessingue,	3 ^m ,55 ou marée haute.
Terneuzen,	3 ,50 flot.

Welsoorden,	3 ,43	flot.
Bath,	2 ,62	»
Doel,	2 ,82	»
Lillo,	2 ,40	»
Anvers,	2 ,15	»
Callebeke veer,	1 ,80	»
Boom,	0 ,79	»
Termonde,	1 ,66	»
Uytberghen,	3 ,08	jusant.
Gand,	5 ,16	»

A partir de ce moment, les eaux douces qui se mélaient avec les eaux saumâtres aux environs d'Anvers, sont barrées par la vague marée dont le sommet, parcourant les différents points en aval, arrive à Anvers, lorsque l'eau est déjà descendue depuis environ 3 heures 10 minutes à Flessingue et depuis 50 minutes à Bath.

Ainsi, lors de *la marée haute à Anvers*, les cotes de la surface des eaux sont en moyenne.

à Flessingue,	1,90	jusant.
Terneuzen,	2,38	»
Welsoorden,	2,92	»
Bath,	3,48	»
Doel,	3,88	»
Lillo,	3,90	»
Anvers,	4,26	marée haute.
Callebeke veer,	4,17	flot.
Boom,	2,92	»
Termonde,	2,69	»
Uytberghen,	3,30	»
Gand,	5,16	jusant.

La vague marée continue à se propager à l'amont et soulève le niveau des eaux, dans l'Escaut jusqu'aux environs de Gand.

Un mémoire, écrit en 1844 par M. Wolters, donne pour

les points où le flux s'arrête dans l'Escaut : pendant les basses eaux, l'écluse de la Pécherie à Gand; pendant les eaux ordinaires, le passage de Heusden, 8860^m en aval de Gand; pendant les hautes eaux, le pont de Wetteren à 20700^m en aval de Gand.

Ce mémoire donne encore les points où la marée s'arrête dans la Durme :

Pendant les basses eaux, elles s'arrêtent au pont de Moerbeke à 59,385^m d'Anvers ;

Pendant les hautes eaux, elles s'arrêtent à 1,200^m en aval de la Zuidlede ou 10,300^m en aval du premier point.

Enfin, pendant les plus hautes eaux, la marée arrive à 900^m du pont de Lokeren ou 16,313^m en aval du premier point.

Les marées remontent aussi le Rupel, la Dyle et les Nèthes.

La marée reste pleine à Anvers, plus ou moins longtemps, pour les mêmes raisons qu'à l'embouchure; mais, quand la hauteur des eaux commence à diminuer, le courant de flot se fait sentir encore pendant environ 20 minutes, puis le jusant commence.

Dans sa descente, l'eau suit une marche plus régulière que lorsqu'elle montait; la forme générale des diagrammes se rapproche d'une ligne droite.

On comprend en effet, qu'au commencement l'eau s'écoule au-dessus de la plupart des bancs, encore inondés, et acquiert par là une vitesse d'écoulement qu'elle perdrait après la diminution des sections de l'aval, si alors l'eau n'avait pas acquis une pente plus forte par la propagation de l'onde plus loin à l'amont.

Lorsqu'il est marée haute, un peu à l'aval de Wetteren, c'est-à-dire lorsque l'eau est descendue depuis 2 heures 57 minutes à Anvers, la marée descend dans toute la partie aval de la rivière et il est alors *marée basse à Flessingue*.

A Anvers, l'eau est alors à la densité de 1,002; elle est douce à l'amont, mais à l'aval elle est toujours saumâtre, et à Bath sa densité est toujours supérieure à 1,008.

Les cotes du niveau de l'eau lorsqu'il est marée basse à Flessingue, sont :

à Flessingue,	0 ^m ,00	jusant.
Terneuzen,	0 ,05	»
Welsoorden,	0 ,33	»
Bath,	1 ,00	»
Doel,	1 ,40	»
Anvers,	1 ,96	»
Callebeke veer,	2 ,64	»
Boom,	4 ,18	»
Termonde,	3 ,78	»
Uytberghen,	3 ,94	»

La marée continue encore à descendre à Anvers, mais à partir de ce moment elle monte à Flessingue, la pente reste cependant assez forte pour l'écoulement des eaux qui continuent à descendre dans la même mesure; et lorsqu'il est marée basse à Anvers, c'est-à-dire 10 heures 6 minutes, après marée haute à Flessingue, les cotes du niveau de l'eau sont comme suit :

Flessingue,	0 ^m ,68	
Terneuzen,	0 ,68	
Welsoorden,	0 ,86	
Bath,	0 ,24	
Doel,	0 ,40	
Anvers,	0 ,08	jusant.
Callebeke veer,	0 ,37	»
Boom,	2 ,01	»
Termonde,	2 ,31	»
Uytberghen,	3 ,66	»

L'étale de la marée basse dure fort peu de temps à An-

vers; l'eau remonte de suite, mais le courant de jusant continue encore pendant environ 30 minutes, suivant l'abondance des eaux supérieures et le peu d'amplitude de la marée précédente.

Enfin, lorsqu'il est marée haute à Flessingue, la suite des phénomènes que nous venons d'analyser se reproduit.

Dans tous le parcours du fleuve nous avons déjà remarqué que les rétrécissements élèvent le niveau de la marée haute; mais en même temps, puisqu'ils forment un obstacle à la propagation de la marée, ils en diminuent l'amplitude dans la partie amont du fleuve, où la marée reste au-dessous du niveau qu'elle atteindrait, si l'obstacle n'existait pas. C'est surtout à Liefkenshoek que cet effet se fait sentir; jusqu'en cet endroit, l'amplitude de la marée avait toujours été en croissant régulièrement à cause de la forme du fleuve qui, bien qu'irrégulière, ne s'était rétrécie que progressivement dans ses plus petites sections transversales. Mais entre les forts Lillo et Liefkenshoek, le profil se rétrécit tout d'un coup à 710^m, entre les laisses de basse mer; l'amplitude moyenne y est de 4^m,29 et la cote des marées hautes moyennes qui n'était que de 4,07 à Doel y devient 4^m,18. A partir de Lillo, l'amplitude de la marée diminue peu à peu et l'étiage des marées basses se relève; mais, c'est surtout en amont du passage de Callebeke que ce changement se remarque.

Jusqu'un peu en amont d'Anvers, le fleuve doit surtout son importance aux eaux de la mer; tout montre que c'est bien elle qui a creusé les grands réservoirs qu'elle remplit à marée haute, et qui forment même à marée basse, des sections larges et profondes si peu en rapport avec l'eau que la rivière charrierait si elle n'avait pas d'eau de marée.

Avant les endiguements qui, en Belgique, ne datent que du commencement du onzième siècle, la mer couvrait à marée haute une grande partie du littoral que la nature du sol permet encore aujourd'hui de reconnaître facilement;

les cartes dressées par le savant géologue Dumont donnent très-bien la limite où s'étendaient ces inondations.

Plusieurs passes larges et profondes, en rapport avec le volume des eaux qui devaient y passer, leur donnaient avec le jusant un écoulement vers la mer par plusieurs embranchements qui communiquaient avec le bas Escaut. Le Swin, qui menait aux ports de Damme et de Sluys ; le Braakman, qui conduisait au Sas de Gand et à Axel ; le Hellegat qui menait à Axel et à Hulst et qui, à marée haute, donnait une communication dans l'Escaut où se trouve aujourd'hui le fort de Sainte-Marie, étaient autant de voies ouvertes à la navigation et laissaient couler dans le fleuve les eaux qui avaient couvert les immenses plaines du Nord de la Flandre. Les endiguements successifs, en diminuant l'eau de la marée, ont depuis provoqué l'envasement de ces différentes passes.

Le chroniqueur Smallegange, dans la chronique de Zélande, et plus récemment M. Kümmer, dans le premier chapitre de son *Essai sur les travaux de fascinages*, ont décrit tous les changements auxquels les bords de l'Escaut ont été soumis. Ces ouvrages, dont la connaissance est indispensable pour tous ceux qui veulent faire une étude complète de l'Escaut, montrent le rôle important que les marées ont rempli, tant lors des inondations que lors de la formation et de l'approfondissement des diverses passes du fleuve.

En revenant aux niveaux de la marée, on observe qu'en plusieurs endroits les cotes de la marée basse sont moins élevées que celles des lieux situés à l'aval ; pour se rendre compte de l'écoulement des eaux, il faut remarquer que : lors de la marée basse à l'un quelconque de ces points, l'eau est déjà montée à l'amont et que la pente qui résulte de l'écoulement existe. Ces niveaux plus bas s'observent dans les rétrécissements et dans les courbes, et, en général, dans tous les lieux où la vitesse augmente brusquement, et produit une pente plus forte de la surface libre et un approfondissement du lit.

Réunion des deux vagues marées, à Bath.

A l'embouchure du Hont, les jours des syzygies, il est marée haute à Westcappelle à 0^h 33 minutes ou 21 minutes avant Flessingue; il est alors aussi marée haute aux environs de Blankenberghe.

Ainsi, à cet époque, la vague marée qui va élever l'eau de l'Escaut s'appuie déjà d'un côté sur la côte de Flandre et de l'autre sur celle de l'île de Walcheren, et à cet instant il est marée haute entre les bancs de l'embouchure.

La partie de cette vague qui entre par l'Oostgat et qui n'arrive pas toujours à Flessingue en même temps que celle qui a suivi la passe des Wielingen, produit, surtout par les vents du NO, le second soulèvement de l'eau qui se remarque souvent, après marée haute, dans tous les ports du bas de l'Escaut.

Cette même vague, qui a envoyé une ondulation dans l'Oostgat, arrive à l'embouchure de l'Escaut oriental, le Roompot, presque en même temps qu'à Westcappelle; le jour des syzygies elle donne la marée haute en ce point à 0^h 30^m du soir, avec une amplitude moyenne de 3 mètres.

Elle passe ensuite entre les îles de Schouwen et de Noord Beveland; à 2 heures elle donne la marée haute à Zierickzee, avec une amplitude de 3 mètres. Enfin, elle continue à se propager au-dessus des grandes plages qui se rattachent au Zuid Beveland; elle passe devant Bergen-op-Zoom, et vient, à Bath, se réunir à l'ondulation qui a remonté le Hont, après avoir passé entre les terres nouvellement endiguées de Beveland et du Brabant.

En cet endroit se trouvait, du temps de César la principale passe du fleuve qui, à cette époque, se jetait dans la Meuse; la branche occidentale, le Hont, n'était encore qu'une crique sans profondeur que l'on pouvait, à différentes places, traverser à picds secs.

Le Hont est aujourd'hui la principale branche de l'Escaut, et la réunion des deux vagues marées à Bath, relève un peu l'étiage des marées hautes à l'amont, et tend à y augmenter l'amplitude.

En général, le niveau des marées basses et hautes se relève jusqu'à Anvers; passé ce point le niveau des marées hautes se maintient encore jusqu'à l'embouchure du Rupel puis il s'abaisse; mais, le niveau de marée basse se relève de plus en plus jusqu'aux environs de Gand, où la marée cesse de refouler les eaux douces, et où le niveau ne varie plus que suivant les pluies et les retenues des eaux aux écluses.

Les durées moyennes du flot et du jusant qui avaient peu varié depuis Flessingue jusqu'à Bath, changent sensiblement en remontant à partir de Doel, à mesure que la quantité d'eau de marée diminue et que la pente de la rivière augmente en même temps que le rapport des eaux douces aux eaux salées.

Jusque un peu en aval d'Anvers, les différences sont encore légères; mais elles croissent rapidement plus haut, surtout en amont du Rupel.

Il ne faut pas oublier, comme je l'ai déjà fait remarquer, qu'à mesure que la rivière perd son caractère maritime, la profondeur des sections diminue et que dans le haut du fleuve, dans le thalweg, il n'est pas rare de ne plus rencontrer 4 mètres d'eau à marée basse.

J'ai joint à ce mémoire un profil du cours actuel de l'Escaut pris le long du thalweg depuis Gand jusqu'à Flessingue, et j'y ai donné la forme affectée par ce profil en 1800 et en 1830. (Pl. XIII.)

Dans une étude, destinée à suivre celle-ci, je parlerai des vitesses des courants de flot et de jusant à différentes sections; j'en déduirai approximativement le débit moyen de la rivière tant par le flot que par le jusant, et je considérerai la marche des alluvions dans le fleuve.

I. Tableau comparatif des marées de

NOMS DES PORTS.	Age de la marée.	Établissement moyen.	COTE MOYENNE		Amplitude moyenne.	Cote du niveau moyen.	Établissement vulgaire.	
			de marée haute.	de marée basse.				
Calais.	1 jour $\frac{3}{4}$	0h45'	3m,548	-0m,052	5m,30	1,748	11h30m	
Dunkerque.					4,60		0 08	
Nieuport.					4,40		0 18	
Ostende.					4,48		0 25	
Blankenberg.					3,60		0 48	
Westcappelle.	2 jours	0 34,3	3,636	-0,124	3,60	1,766	0 57	
Flessingue.					3,60		0 57	
Terneuzen.	2 jours $\frac{1}{4}$	1 35	3,738	-0,190	3,78	1,774	1 40	
Welseoorden.		2 00	3,93	-0,210	3,93	1,860	2 25	
Bath.		2 42,5	3,93	-0,210	4,14	2,024	3 04	
Doel.		2 50	4,071	-0,022	4,09	2,034	3 18	
Lillo.		3 06	4,180	-0,112	4,29	2,170	3 33	
Anvers.		3 40	4,26	+0,080	4,18	2,289	4 20	
Callebeke veer.		4 19	4,309	+0,269	4,04	2,260	4 27	
Tamise.		•	3,96	+0,56	3,40	2,760	6 17	
Termonde.		2 jours $\frac{3}{4}$	6 09	4,01	1,51	2,40	3,520	7 25
Uytberghen.		7 15	4,00	3,04	0,96	5,16		
Gand.		5,16	5,16	0,00				
Westcappelle.					3,60		0 37	
Roompot.					3,00		0 30	
Goerée, Westgat.					2,00		1 45	
Zierickzee.					3,00		2 00	
Boom.	2 jours $\frac{3}{4}$	6 06	4,37	+0,77	3,60	2,57	6 16	

Le plan de comparaison est à 2m,69 en contre h

3,24

4,48

Escaut et à son embouchure.

Unité de hauteur.	Temps de la descente des eaux.	Temps de la montée des eaux.	Amplitude lors des syzygies.	Amplitude minima des quadratures	Distance d'un lieu au précédent.	Cote maxima de marée haute.	Cote minima de marée basse.	OBSERVATIONS.
			6,00	4 ^m ,72				
			5,04	4,12				
			4,88	3,96				
			4,83	4,00				
			3,96	3,35				
			3,92					
1 ^m .99	6 ^h 24	5 ^h 53	4,30	2,68		4 ^m ,173	-0 ^m ,558	2 années d'observations faites par le Waterstaat.
			4,50		21,000 ^m			
	6 15	6 09			19,000	4,663	-0,698	Observations pendant les sondages.
1 25	6 08	6 03	4,44	3,77	12,000	4,34	-0,63	"
1 18	6 35	5 45	4,62	3,42	11,000	4,57	-0,35	"
1 25	6 32	5 45	4,90		1,000			2 années d'observations.
1 23	6 40	5 39	4,90	3,80	18,000	4,98	-0,74	"
	6 44	5 35	4,86		11,300	4,78	+0,05	Observations pendant les sondages.
					9,500			
	7 26	4 43			24,500			"
	8 00	4 23			18,940			"
					30,560			"
			3,92					"
			3,66	2,44				"
			2,13					"
			3,35	2,74				"
1 84	7 04	5 21	3,82	3,31		4,97	+0,58	"

buse de l'écluse des anciens bassins à Anvers.

» des nouveaux bassins à Anvers.

» des bassins du commerce à Ostende.

II. Tableau de la montée et de la descente de

NOMS DES LIEUX.	0 ^h	30'	I	30	II	30	III	30	IV	30	V	30	V	30	V
Calais.	0,00	0 12 ^m	0,35 ^m	0,70 ^m	1,20 ^m	1,75 ^m	2,50 ^m	3,40 ^m	4,20 ^m	4,70 ^m	5,10 ^m	5,40 ^m	5,60 ^m	5,80 ^m	6,00 ^m
Dunkerque.	0,00	0,10	0,27	0,44	0,70	1,02	1,37	1,97	2,75	3,67	4,27	4,70	5,00	5,20	5,40
Ostende.	0,00	0,09	0,19	0,36	0,59	0,94	1,49	1,84	2,54	3,29	3,79	4,10	4,30	4,50	4,70
Flessingue.	0,00	0,05	0,12	0,25	0,40	0,60	0,85	1,20	1,75	2,55	3,17	3,50	3,70	3,90	4,10
Terneuzen.	0,00	0,08	0,18	0,30	0,47	0,79	1,16	1,57	2,00	2,48	3,03	3,30	3,50	3,70	3,90
Welseorden.	0,00	0,12	0,42	0,74	1,08	1,45	1,78	2,15	2,61	3,22	3,67	3,90	4,10	4,30	4,50
Bath.	0,00	0,09	0,33	0,66	1,05	1,41	1,76	2,08	2,53	3,12	3,77	4,10	4,30	4,50	4,70
Doel.	0,00	0,18	0,48	0,85	1,18	1,52	1,87	2,24	2,71	3,34	3,81	4,10	4,30	4,50	4,70
Lillo.	0,00	0,17	0,46	0,81	1,10	1,44	1,80	2,24	2,80	3,40	3,86	4,10	4,30	4,50	4,70
Anvers.	0,00	0,15	0,67	1,15	1,45	1,70	2,05	2,70	3,27	3,78	4,00	4,10	4,20	4,30	4,40
Callebeke veer.	0,00	0 14	0,49	0,93	1,33	1,71	2,05	2,45	3,00	3,57	3,97	4,10	4,20	4,30	4,40
Termonde.	0,00	0,27	0,58	0,78	1,07	1,45	1,92	2,28	2,53	2 60	2,75	2,80	2,90	3,00	3,10
Uytberghen.	0,00	0,05	0,15	0 30	0,40	0,55	0,65	0,80	0,90	0,95	0,92	0,90	0,80	0,70	0,60
Westcappelle.	0,00	0,05	0,13	0,24	0,40	0,58	0,88	1,08	1,83	2,55	3,20	3,80	4,30	4,80	5,30
Roompot.	0 00	0,05	0,13	0,27	0,37	0,49	0,66	1,05	1,55	2,15	2,70	3,20	3,70	4,20	4,70
Zierickzee.	0,00	0,14	0,37	0,65	0,92	1,25	1,65	2,02	2,35	2,65	2,87	3,00	3,10	3,20	3,30
Boom.	0,00	0,15	0,41	0,81	1,22	1,65	2,28	2,75	3,09	3,58	3,54	3,40	3,20	3,00	2,80

dant les marées moyennes, à partir de la marée basse.

VI	VII	30	VIII	30	IX	30	X	30	XI	30	XII	30	OBSERVATIONS.	Amplitude moyenne.
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Marées moyennes.	m
2	4,90	4,45	3,90	3,30	2,75	2,15	1,67	1,10	0,65	0,15	0,00			5,30
7	4,17	3,84	3,55	2,94	2,47	2,02	1,52	1,02	0,57	0,22	0,00		"	4,60
14	3,74	3,39	2,94	2,44	2,04	1,54	1,14	0,74	0,39	0,14	0,00		"	4,18
21	3,15	2,80	2,40	2,00	1,60	1,22	0,90	0,55	0,30	0,12	0,10		"	3,60
28	3,42	3,05	2,70	2,35	1,95	1,58	1,17	0,81	0,57	0,51	0,12		"	3,78
3	3,57	3,22	2,85	2,41	2,02	1,61	1,24	0,97	0,64	0,33	0,07	0,05	"	3,95
10	3,61	3,25	2,85	2,45	2,09	1,73	1,34	0,99	0,65	0,56	0,15		"	4,14
17	3,72	3,36	3,01	2,65	2,29	1,95	1,58	1,22	0,86	0,54	0,24	0,14	"	4,09
24	3,55	3,19	2,85	2,47	2,09	1,69	1,22	0,85	0,47	0,15	0,10		"	4,29
31	3,65	3,32	2,95	2,55	2,05	1,65	1,28	0,94	0,60	0,28	0,05	0,02	"	4,18
7	3,27	2,91	2,57	2,21	1,87	1,52	1,17	0,84	0,51	0,21	-0,10		"	4,04
14	1,66	1,44	1,25	1,04	0,86	0,67	0,53	0,38	0,24	0,10	0,00		Lors des syzygies.	2,40
21	0,65	0,54	0,47	0,40	0,35	0,26	0,19	0,12	0,06	0,01	0,00		"	0,95
28	3,18	2,78	2,58	2,03	1,62	1,28	0,88	0,58	0,28	0,10	0,03		Marées moyennes.	3,60
3	2,57	2,17	1,85	1,50	1,20	0,85	0,60	0,33	0,15	0,05	0,00		"	3,00
10	2,71	2,42	2,12	1,85	1,54	1,27	1,00	0,72	0,44	0,16	-0,04		"	3,00
17	3,16	2,85	2,55	2,18	1,82	1,47	1,14	0,83	0,54	0,24	0,00		"	3,60