

261078

DIEPVEER

1542



1542

Tobie CLAES

7200

Les passes de l'Escaut  
maritime.

-----

7200

WÄRSKÖNIGES LÄSARUM  
BOK- och  
BIBLIOTEK  
**15 42**

0307 010 0379



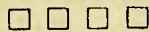
**7200**

# LES PASSES DE L'ESCAUT MARITIME<sup>(1)</sup>

PAR

**TOBIE CLAES,**

*Ingénieur en chef, Directeur des Ponts & Chaussées,  
Président de l'Association.*



MES CHERS CAMARADES,

Les rigueurs statutaires de notre Association veulent que le dimanche de l'Assemblée Générale annuelle, le premier point à l'ordre du jour appelle un Discours du Président sur un sujet relatif à l'Art de l'Ingénieur, à l'Industrie ou à l'Enseignement supérieur technique.

Pour m'acquitter de ce devoir de ma charge, je vais vous parler des *Passes de l'Escaut maritime*.

Cette matière fut déjà abordée dans bien des études. Nos camarades ont publié à son sujet une littérature savante, souvent hérissée de différentielles et d'intégrales, et donc... des plus remarquables.

Je me propose d'en parler plus simplement. Non pas que je voulusse médire des  $x$  et des  $y$ . Ils font de ma part l'objet d'une réelle vénération. Ils sont les yeux de l'esprit. Ils dominent vraiment toute la science moderne : non plus seulement l'Astronomie et la Mécanique, mais la Physique, la Chimie, la Physiologie elle-même. Là où les yeux du corps sont arrêtés, les yeux de l'analyse continuent de voir et fouillent jusque dans la plus profonde intimité de la matière. Appliqués aux théories de la viscosité des gaz, du mouvement brownien, du bleu du ciel, du spectre du corps noir

---

(1) Discours prononcé à l'Assemblée Générale Annuelle du 7 février 1926.

ou de la radioactivité, ils montrent que tous ces phénomènes, de prime abord complètement indépendants, doivent être fonctions du nombre d'Avogadro et, par au moins 12 méthodes différentes, donnent pour ce nombre des valeurs comprises entre 60 et 69 suivis de 22 zéros. Cela est vraiment admirable.

A un degré différent, le microscope aussi révèle des choses admirables. En général cependant, nous ne nous armons pas de cet instrument pour nous rendre à nos occupations journalières. Même le myope qui s'affublerait ainsi pour reconnaître son chemin, courrait le risque, je pense, de s'égarer. C'est que là, les yeux ordinaires suffisent. Je crois que pour reconnaître ce qu'il y a lieu de faire aux passes d'un fleuve comme l'Escaut, il suffit aussi de le regarder avec les yeux ordinaires.

Eh, sans doute, un esprit suffisamment subtil et perspicace pourra trouver sur le cours d'un tel fleuve deux points A et B entre lesquels l'axe des sinuosités naturelles se superpose sensiblement à une courbe dont il déterminera l'équation.

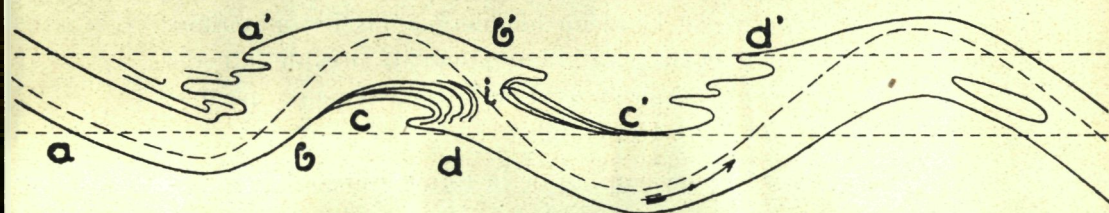
Peut-il en conclure que l'âme du fleuve est précisément ce que caractérise cette équation? S'il en était ainsi, comment qualifier la conduite du fleuve en amont du point A, ou en aval du point B, où il ne se plie plus du tout à la même courbe? Devrait-on dire que là le fleuve se manifeste comme un être sans âme, ou à l'âme dérégulée, une sorte de dévergondé ou de dément?

Reprenons, si vous le voulez bien, la question à son origine première, telle que nous l'enseigna à l'École, notre éminent camarade Boudin.

« Les rivières, nous disait-il, ne transportent plus guère aujourd'hui à de grandes distances que des vases et du sable fin; elles n'ont plus maintenant, en général du moins, ni un cours assez rapide, ni un volume d'eau assez considérable, pour charrier des débris de roches et des cailloux roulés. C'est donc à une autre cause qu'à un *transport général* qu'il faut attribuer l'existence de bancs de gravier dans un grand

nombre de rivières, dépôts qui se reforment à mesure qu'on les enlève : l'observation apprend, en effet, que l'apparition d'un dépôt, d'un banc de gravier, correspond toujours à la destruction d'une rive supérieure voisine; la corrosion des berges par le courant est, par suite, la cause principale des modifications que subit actuellement le lit des rivières et des fleuves.

Fig. 1



Le terrain étant supposé composé de *gravier* et de *sable*, admettons que, par une cause quelconque provenant de l'amont, le fil d'eau se jette sur une berge primitivement rectiligne, telle que *a b*. Si cette berge ne peut résister à l'action du courant, elle sera corrodée suivant une courbe au sortir de laquelle le fil de l'eau sera rejeté obliquement sur l'autre rive. En aval de l'anse, de *b* en *d*, la vitesse s'affaiblira en raison de l'éloignement du fil de l'eau, et les cailloux enlevés à la berge s'y déposeront en grande partie sous la forme d'un banc de gravier; quant aux sables, ils se déposeront beaucoup plus en aval, sous forme d'atterrissements dans les parties où l'eau n'a qu'une faible vitesse, par suite d'une section trop grande ou d'une pente trop faible, etc.

L'existence de l'anse concave *a b* et le dépôt en *b c d* des matériaux qui en proviennent déterminent la formation d'une seconde anse suivie également d'un banc de gravier,

et ainsi de proche en proche. La marche des corrosions est d'abord faible; elle devient plus rapide à mesure que la courbure de l'anse augmente, car le fil de l'eau se rapproche davantage des berges par l'action de la force centrifuge. Toutefois on voit la corrosion décroître, puis s'arrêter, lorsque l'anse a acquis un certain développement, à cause de la diminution de la vitesse qui résulte de l'accroissement de la section et de la longueur du lit. Ce moment d'équilibre dépend de la nature du sol et de la pente des rivières : de là les différences d'aspect que le même fleuve présente sur diverses parties de son cours.

Si le terrain est formé d'*argile* ou de *sable*, les anses concaves se creusent de la même manière, mais les matériaux ne se déposent plus en aussi grande quantité près de la berge attaquée; ils vont former en aval des atterrissements, partout où la vitesse devient trop faible.

Ce qui précède rend compte de la forme sinusoïdale qu'affectent les cours d'eau quand la cohésion du terrain est inférieure à l'action destructive du courant.

Si le terrain est formé de *gravier*, on trouve généralement une suite de parties profondes (appelées indifféremment biefs, mouilles, gouffres, fosses, etc.) donnant une bonne navigation, séparées par des bancs de gravier (dits hauts-fonds, maigres, barres, seuils, etc.) sur lesquels l'eau a une faible profondeur et une très grande vitesse. C'est là une conséquence du mode de formation des bancs de gravier tel que nous l'avons exposé : car les deux grèves déposées en *b c d* et *b' c' d'* par suite de la corrosion des anses *a b*, *a' b'*, présentent vers le courant des talus allongés qui se rejoignent en *i* et *y* produisent un exhaussement du fond; dans les anses, au contraire, il y a corrosion du fond en même temps que des berges et l'on y trouve de grandes profondeurs.

Dans les rivières à fond d'*argile* et de *sable*, les dépôts se forment suivant les mêmes lois, mais plus irrégulièrement et sont un obstacle également défavorable à la navigation.

Il résulte de ce qui précède que les rivières à fond mobile tendent à se former un régime fixe, c'est-à-dire que par la marche même des phénomènes, il finirait par y avoir équilibre entre l'action érosive des eaux et la résistance des terrains, si le débit demeurait invariable. Mais les rivières sont généralement soumises à des crues plus ou moins abondantes, plus ou moins rapides, produites par la fonte des neiges ou par des pluies continues. Les eaux sont alors animées d'une vitesse plus grande, la direction du fil de l'eau n'est plus la même qu'en basses eaux et dépend de la forme du lit qu'occupent les hautes eaux. Les effets produits doivent donc être tout différents, quoique soumis aux mêmes lois de production : certaines berges sont attaquées avec plus de violence; les dépôts tendent à se produire en d'autres points; enfin certaines sections prennent un développement qui n'est plus ensuite en rapport avec le volume des basses eaux ».

Sur les plages de notre littoral, ce mécanisme se laisse pour ainsi dire surprendre sur le vif. Quand la mer se retire elle laisse derrière elle des flaques d'eau plus ou moins grandes, constituant autant de bassins supérieurs qui ne demandent qu'à s'assécher. Au point le plus bas du pourtour de chacun de ces bassins, naît ainsi un filet d'abord très mince, véritable ruisseau en miniature. Le Bas-Congo ne s'est pas dégagé autrement de l'ancienne mer intérieure, aujourd'hui occupée par la grande forêt africaine de l'équateur. La pesanteur agissant en ligne droite, la tendance naturelle de l'eau est de couler en ligne droite sur un plan; la forme parfaite est évidemment celle du plus court chemin, ici la ligne de plus grande pente du versant à suivre, en même temps la brachystochrone. Ce n'est cependant pas suivant cette ligne simple que le filet d'eau va se creuser un lit. Bientôt il rencontre un petit incident de terrain qui rompt l'homogénéité parfaite du milieu. C'est, par exemple, une petite débris de coquillage. Il rejette le courant soit à droite, soit à gauche. Dès lors, ce côté est attaqué, corrodé;

il s'y creuse une rive concave à paroi souvent à pic, opposée à une rive convexe s'avancant à pente douce jusque bien loin dans le lit. Tous les phénomènes décrits ci-dessus se manifestent et s'accusent pour ce minuscule rivelet dont la marée prochaine effacera toute trace, comme pour l'Escaut séculaire, mais pour l'Escaut comme pour ce rivelet, l'allure sinieuse des rivières à fond mobile est un fait général.

Si la science de l'Ingénieur devait toutefois en rester à cette constatation rudimentaire, on sent bien qu'elle n'éclairerait pas beaucoup les problèmes d'hydraulique fluviale qui peuvent non seulement se poser mais exiger des solutions. En serrant la question de plus près, et ce pendant quarante ans, sur la Garonne, notre collègue français Fargue a cru pouvoir libeller les six lois énoncées ci-après qui ont illustré son nom.

En prenant le milieu, ou à peu près, des principaux alignements droits, il décompose l'axe de la rivière en segments qui dans le tracé correspondent à certaines portions auxquelles, pour la facilité du langage, il donne le nom de *courbe*.

Quand les courbes ainsi entendues sont alternes, c'est-à-dire quand la concavité change de rive, les points qui séparent les courbes les unes des autres sont des points d'*inflexion*. Ces points sont appelés points de *surflexion* dans le cas contraire, c'est-à-dire quand la concavité reste sur la même rive.

Ces définitions admises, voici les six lois de Fargue :

1° Le maigre et la mouille sont respectivement reportés en aval du point d'inflexion et du sommet — loi de l'écart;

2° la mouille est d'autant plus profonde que la courbure au sommet et plus prononcée — loi de la mouille;

3° dans l'intérêt de la profondeur, tant maxima que moyenne, la courbe ne doit être ni trop courte, ni trop développée — loi du développement;

4° à longueur égale, la profondeur moyenne d'un bief est d'autant plus grande que les deux tangentes extrêmes de la



courbe forment un angle extérieur plus ouvert — loi de l'angle;

5° le profil en long du chenal ne présente de régularité qu'autant que la courbure varie d'une manière graduelle. Tout changement brusque de courbure occasionne une diminution brusque de la profondeur — loi de la continuité;

Enfin, 6°, si la courbure varie d'une manière continue, l'inclinaison de la tangente à la courbe des courbures détermine la pente du fond du chenal — loi de la pente du fond.

Peut-on considérer le tracé actuel de l'Escaut comme rationnel, eu égard à ces lois? Il s'en faut. Pour ne parler que de la partie du fleuve qui s'étend entre Anvers et Walscoorden — la seule dont je me sois proposé de traiter ici — il est absolument certain qu'il se rencontre là des courbes beaucoup trop fortes et que, d'une manière générale, les sinuosités n'y sont pas en concordance logique avec celles du profil en long du chenal.

« En résumé, dit Boudin dans les notes de cours dont j'ai déjà cité un extrait, si le volume des eaux était constant, on n'observerait bientôt plus de changements notables dans leur régime; mais comme cette condition n'est jamais remplie, les cours d'eau tendent constamment à modifier la forme du lit qu'ils se sont creusé ».

L'auteur n'envisage cependant que des rivières à courant unique. Combien ses conclusions, en ce qui concerne l'instabilité du relief du lit, se trouveront-elles renforcées, si l'on a affaire à des rivières soumises à la marée. Ici tout devient variable. Le débit d'amont, sans doute, varie selon l'intensité et la durée des pluies, selon l'abondance de la neige tombée et la rapidité de sa fusion; encore les crues qui en résultent restent-elles confinées dans certaines limites et placent-elles la rivière dans des conditions identiques, ou à peu près, chaque fois que la hauteur d'eau y est la même. Sur les rivières à marée, à ces complications qui ont leur source à l'amont, se superposent celles qui ont leur source

à l'aval et qui changent constamment, puisque la marée dépend non seulement de l'âge de la lune et de la déclinaison de cet astre et de la date de l'année, mais des courants océaniques et du vent.

Dans cette lutte incessante et toujours modifiée des courants de jusant et de flot, que devient le grain de sable qui est l'infiniment petit dont le banc de sable n'est que l'intégrale et qui, selon qu'il se dépose ici plutôt que là, fait crier à certaine journalistique que « Valkenisse s'ensable » et « qu'il faut sauver Anvers » ?

En admettant que le problème ne comporte que cinquante inconnues, il suffirait d'établir entre celles-ci cinquante équations pour se procurer la possibilité, académique tout au moins, de le résoudre.

Quand l'illustre Leverrier s'est attaqué à la recherche de la planète extérieure dont l'effet perturbateur devait expliquer les anomalies relevées dans la marche d'Uranus, les inconnues sur lesquelles il a fait porter ses calculs n'étaient qu'au nombre de huit. Mais à établir et à résoudre son système de 8 équations à 8 inconnues, et découvrir l'emplacement du point matériel qu'il nommerait Neptune, il mit plus d'un an.

Même s'il n'était pas plus difficile de déterminer la trajectoire des points matériels qui roulent dans l'Escaut, il ne servirait donc de rien d'effectuer de tels tours de force d'analyse, puisque pour les réussir il faudrait un temps hors de toute proportion avec celui en deans lequel les événements s'y accomplissent.

Quand le service de l'Hydrographie passa en août 1923 sur le seuil de Valkenisse que je viens de citer, la sonde y accusa une passe continue d'environ 300 m. de largeur où le brassage ne descendait nulle part en dessous de 8<sup>m</sup>00 à marée basse. C'était parfait. Les grands navires de la Red Star Line, le « Lapland » et le « Belgenland » arrangent en effet leur course de manière à arriver en rade d'Anvers

environ une heure avant l'étalement de flot, ce afin de se faciliter la manœuvre d'évitement et d'accostage au quai. Pour cela, ils passent à environ 1 h. avant la marée haute au seuil de Valkenisse, c'est-à-dire à un moment où depuis la marée basse l'eau a monté de 3<sup>m</sup>90 en moyenne. En août 1923, ils trouvaient donc sur ce seuil :  $8 + 3,90 = 11^{\text{m}}90$  d'eau environ, ce qui, même par un enfoncement de 32 pieds soit 9<sup>m</sup>75 laissait au moins 2<sup>m</sup>15 d'eau sous la quille.

La situation fut relevée au cours des mois suivants et jusqu'en décembre la sonde accusa des profondeurs du même ordre. Cependant la passe de Bath (à quelque 4 kilomètres en amont du seuil de Valkenisse) qui laissait à désirer et où le service des Ponts et Chaussées draguait sans interruption depuis novembre 1922, captait une attention et des soucis de tous les instants.

Fin février 1924, on constata qu'entre la pointe-ouest du Banc de Saeftingen et la pointe-est du Banc de Valkenisse, on sondait des minima de 63 dm. vers le milieu, 62 dm. au tiers de la largeur, côté des bouées rouges, et 57 dm. au tiers de la largeur, côté des bouées noires. En six ou huit semaines de temps, le seuil de Valkenisse s'était donc exhaussé de 2 m. par endroits. Bien entendu, et contrairement à toutes les erreurs et toutes les sottises qui furent publiées à ce sujet, *aucun bateau n'aurait été empêché de ce chef d'arriver à Anvers. Mais à peine le dragage reconnu nécessaire était-il entamé, que le s/s « Sierra Grande », chargé de fers, fut abordé et coulé en travers de la Passe de Bath.* Cet accident nécessita le balisage d'une passe nouvelle, et en attendant que celle-ci fut mise à profondeur, le tirant d'eau maximum fut abaissé, du 6 avril au 8 mai, à 25 pieds; du 8 au 16 mai, à 27'; du 17 au 18 mai, à 28'; du 19 au 20 mai, à 29'. Le 16 juillet, le cuirassé « New York » de la marine de guerre des Etats-Unis arriva triomphalement à Anvers : c'était le plus grand navire que le port eût jamais reçu. Il n'en demeurait pas moins qu'en un bon mois de temps certains fonds avaient pu se relever de 2<sup>m</sup>00. Cela n'était-il pas inconcevable?

Cela n'est inconcevable que pour ceux qui ont des yeux pour ne point voir ou un abonnement de journal pour se dispenser de réfléchir encore par eux-mêmes.

Pour peu qu'un jour de vacances à la mer, vous soyez resté couché dans un repli de la dune pour vous abriter du vent qui soufflait, vous avez pu remarquer combien certaines crêtes du relief s'amaigrissaient et disparaissaient rapidement sous la seule action de l'air qui passait. Combien l'action de l'eau doit-elle être plus violente sur le relief du fond du fleuve ! En général, d'ailleurs, on se fait du profil transversal de celui-ci, dans les parages dont je parle, une image très inexacte. La section d'un lit de rivière appelle spontanément au cerveau une figure en trapèze, à plafond plus ou moins horizontal sur une certaine longueur et à deux talus inclinés à plus ou moins  $6/4$ . Rien de semblable n'existe ici. Supposons dans un terrain vague deux points M et N éloignés l'un de l'autre de 4 kilomètres. Supposons que suivant l'allure général de ce terrain, un chemin réunisse ces deux points par un tracé qui descendrait de M à raison d'un demi centimètre par mètre jusque vers le milieu, puis remonterait à la même déclivité vers l'autre extrémité N. A pied ou même à vélo, on parcourrait ce chemin MN sans sentir qu'en cours de route on est descendu ou remonté. Qu'une vaste inondation tende maintenant sa nappe sur ce terrain vague, vous aurez entre M et N quelque chose qui ressemble au lit de l'Escaut entre Bath et Valkenisse, car vers le milieu entre M et N vous auriez 10 m. de profondeur. A l'échelle de 1 mm. par mètre, le dessin du profil nécessiterait un papier de 4 m. de longueur et au point milieu la flèche serait de 1 cm. Que par suite des remous de l'eau, la ligne de fond ainsi obtenue devienne un peu irrégulière, qu'il s'y forme des fosses et des bosses si doucement allongées qu'elles soient, si l'une de ces bosses atteint 2 mm. de saillie sur la ligne primitive, vous avez ce qui a fait crier que « l'Escaut s'ensablait à Valkenisse » !

— Si c'est pourtant de la présence ou de l'absence d'une

telle bosse de 2 mm. à notre échelle, que dépend la question de savoir si l'Escaut est ou n'est pas accessible aux grands navires en vue desquels ont été conçues les installations maritimes du nord d'Anvers, cette autre question se dresse ipso facto : ne peut-on pas, et donc, ne devrait-on pas améliorer le lit du fleuve de manière à lui assurer en tout temps une passe continue où des phénomènes comme celui décrit ci-dessus soient rendus impossibles?

L'Escaut est un fleuve soumis à la marée : Tout le monde sait et répète cela. Mais se rend-on un compte bien exact de ce que cela signifie?

Les marées sont produites par les attractions lunaire et solaire combinées avec la rotation de la Terre. Sous l'action de ces forces, si la Terre était sphérique et uniformément submergée, la surface de la mer prendrait la forme d'un ellipsoïde de révolution dont le grand axe ferait deux fois le tour du globe en 24 h. 50' environ. Le calcul montre que si, en même temps, les déclinaisons du Soleil et de la Lune étaient toujours nulles, c'est-à-dire si ces deux astres étaient toujours dans le plan de l'équateur, le niveau de l'eau en chaque point de l'équateur oscillerait régulièrement de 0<sup>m</sup>74 aux syzygies, quand les deux attractions s'exercent dans la même direction, ou de 0<sup>m</sup>26 aux quadratures, quand les deux attractions travaillent à 90° l'une sur l'autre.

Dans les mêmes conditions, l'oscillation de la surface de la mer en un lieu quelconque non situé sur l'équateur serait tout-à-fait semblable, mais d'autant moins prononcée que la latitude serait plus grande, aux pôles-mêmes la surface devant rester immobile.

Mais les déclinaisons du Soleil et de la Lune ne sont pas toujours nulles puisqu'elles peuvent aller jusqu'à 23°½ pour le premier et 28°½ pour la seconde. Et la Terre n'est pas sphérique et uniformément submergée. Enfin, la mer, au lieu de prendre à chaque instant la forme qui convient à l'équilibre des eaux sous l'action des forces qui les sollicitent, est au contraire constamment en mouvement, parce que la

forme d'équilibre vers laquelle elle tend change continuellement et qu'elle ne peut jamais l'atteindre. Si une grande mer est limitée de part et d'autre par des côtes s'étendant à peu près suivant deux méridiens, comme l'Océan Atlantique, qui est compris entre les côtes d'Europe et d'Afrique, d'une part, et les côtes d'Amérique, d'une autre part, ces deux limites forment comme deux barrières contre lesquelles les eaux sont obligées de s'arrêter dans leur mouvement de transport qui est dirigé tantôt de l'est à l'ouest, tantôt de l'ouest à l'est. Il doit en résulter vers ces limites et dans le sens vertical, des oscillations notablement plus grandes que celles qui se produiraient dans la mer entièrement libre envisagée ci-dessus.

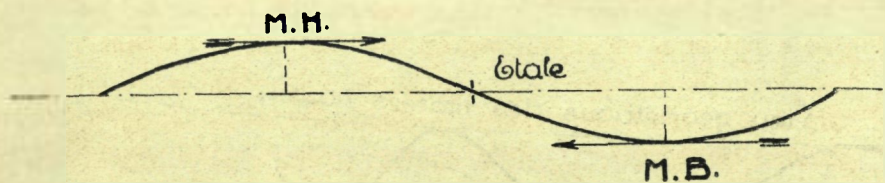
Si deux mers communiquent l'une avec l'autre, tels l'Océan et la Mer du Nord, les oscillations produites par les actions de la Lune et du Soleil dans une quelconque de ces deux mers se propagent dans l'autre, en sorte que dans chacune d'elles, il y a à la fois des oscillations produites directement par les actions des deux astres sur l'eau qu'elle renferme et des oscillations provenant de celles que ces astres occasionnent dans l'autre mer. Et si, comme c'est ici le cas, les deux mers ont des dimensions très différentes, les marées qui ont lieu dans la plus grande sont presque en totalité des marées directes; et, au contraire, celles qui ont lieu dans la plus petite ne sont, pour ainsi dire, que des marées dérivées, provenant de ce que les oscillations des eaux de la grande mer se propagent de proche en proche dans toutes les parties de la petite.

Identiquement de la même manière les oscillations de la mer se propagent de proche en proche dans les fleuves devant l'estuaire desquels elles passent. Mais sinusoïdal dans l'Océan, le mouvement ondulatoire de la marée subit des perturbations lorsqu'il s'engage dans les mers de faible profondeur et surtout lorsqu'il pénètre dans l'embouchure des fleuves. L'amplitude de l'oscillation est dès lors influencée par deux facteurs : la diminution de la profondeur qui tend à l'augmenter et la

résistance que l'onde éprouve dans son mouvement qui tend à la réduire.

Les vitesses de propagation de l'aval vers l'amont des diverses phases de l'ondulation sont, d'une manière générale, d'autant plus petites que les profondeurs sont moindres. Les profondeurs des fleuves diminuant au fur et à mesure que l'on avance dans l'intérieur des terres, l'onde se raccourcit de plus en plus. Entre l'instant du passage d'un sommet et celui du passage du sommet suivant il s'écoule toutefois toujours 12 h. 25 min. et pendant ce temps, même à marche ralentie, le chemin que l'onde parcourrait si aucun obstacle ne la barrait est plus long que la région maritime d'aucun fleuve d'Europe. En ce qui concerne l'Escaut, il y a MH près de Wetteren lorsqu'il y a MB à Flessingue et il y a MB dans la région de Termonde lorsqu'il y a MH à Flessingue; de Flessingue à Gendbrugge où la marée est arrêtée par un barrage, le fleuve ne contient donc jamais qu'un peu plus d'une demi-ondulation.

### Dans l'Océan



**Fig. 2** (1)

Mais ce n'est pas seulement la vitesse, c'est aussi la forme de l'onde qui se modifie au fur et à mesure qu'elle remonte. Les profondeurs étant, en effet, plus grandes pour le sommet de l'intumescence (MH) que pour son pied, (MB) le

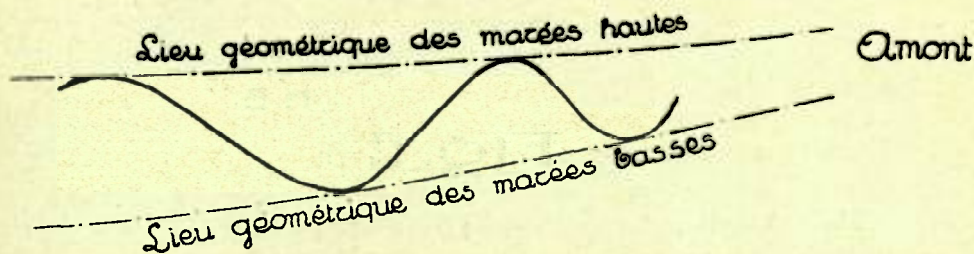
(1) Le sens de la flèche M. B. doit être renversé

sommet marche plus vite que le pied et se rapproche donc de ce dernier. Ce phénomène qui s'observe nettement sur tous les fleuves soumis à la marée peut s'accroître au point que le sommet et le pied se rejoignent, ce qui donne lieu au *mascaret* bien connu sur la Seine aux équinoxes, malgré qu'il y soit actuellement assez réduit.

Sur un fleuve maritime les niveaux de l'eau en fonction du temps sont enregistrés d'une façon ininterrompue par des appareils appelés *marégraphes*, échelonnés sur tout le parcours qui s'étend depuis l'embouchure jusqu'à la limite de propagation de l'oscillation. De Flessingue à Gendbrugge il existe 16 appareils de ce genre. Les graphiques qu'ils donnent s'appellent *courbes locales* de marée. Ils renferment tous les éléments nécessaires à l'étude du régime du fleuve et permettent, notamment, de tracer le profil de l'onde marée à tout instant. De telles courbes sont appelées *axes instantanés*; les *lieux géométriques* de leurs MH et de leurs MB donnent en chaque point le niveau de ces marées et par suite l'amplitude de l'oscillation.

Cette amplitude qui est de 3<sup>m</sup>70 à Flessingue, augmente vers l'amont pour atteindre environ 4<sup>m</sup>50 dans la région

**Fig. 3**



**Dans un fleuve maritime**



d'Anvers; elle diminue ensuite sous l'influence prépondérante des frottements jusqu'au barrage de Gendbrugge où elle est de 1<sup>m</sup>60 en moyenne.

Le lieu géométrique des MH s'élève de Flessingue à Anvers, puis descend, atteint son point le plus bas près de Wetteren et remonte de nouveau jusqu'à Gendbrugge.

Le lieu géométrique des MB s'abaisse de Flessingue jusqu'à la région de Bath; à partir de ce point il s'élève, lentement d'abord jusqu'à Hemixem, rapidement ensuite jusqu'à la limite de la zone maritime.

Les courbes locales permettent avec l'aide des profils en travers de pousser plus loin l'étude du régime de la rivière, en procédant à l'opération de la cubature; celle-ci permet de calculer les volumes d'eau qui passent dans les deux sens par une section transversale déterminée, à chaque marée; d'en déduire les vitesses moyennes du courant et les instants où le courant se renverse, instants appelés *étales*.

Dans l'océan les étales de courant correspondent au niveau moyen de la marée; dans les mers peu profondes et dans les fleuves, ils se décalent vis-à-vis de ce niveau, sous l'effet de la configuration du bassin.

Sur l'Escaut l'*étale de flot*, qui met fin au courant dirigé vers l'amont, se produit, d'une façon générale, peu de temps après la MH et l'*étale de jusant*, qui a lieu lorsque s'éteint le courant dirigé vers l'aval, se manifeste peu de temps après la MB. Les courbes que l'on obtient en joignant sur un profil en long les niveaux auxquels ces étales se produisent s'appellent *lieux géométriques des étales de flot et de jusant*. Ces lieux qui sont donc voisins des lieux géométriques des MB et des MH se rejoignent dans la région amont du domaine maritime sur tout fleuve qui comme l'Escaut possède un débit d'amont. A l'aval de Gendbrugge il y a ainsi une région de plusieurs kilomètres où le courant est descendant par tout état de marée : le courant ne s'y renverse plus pendant la marée montante, mais se ralentit seulement.

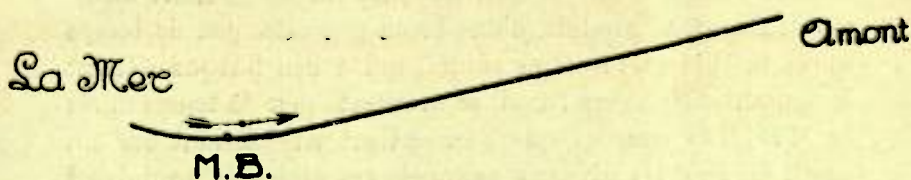
Tous ces éléments sont caractéristiques pour un fleuve maritime. Si les axes instantanés, les lieux géométriques des M H et des M B , les lieux géométriques des étales, dessinent des courbes régulières, on peut en conclure que le lit est bien calibré. Des courbes irrégulières dénoncent, au contraire, un fleuve sauvage, d'autant moins parfait au point de vue hydraulique, que les inflexions secondaires y sont plus brusques et plus nombreuses.

Ici de nouveau, de même que devant la vérification des lois de Fargue, l'Escaut se révèle un fleuve fort imparfait.

Considérons, par exemple, ses axes instantanés :

Nous sommes à Flessingue, par marée basse. A ce moment le fleuve présente sensiblement sur toute son étendue un profil incliné vers la mer. Mais bientôt les eaux montent à l'embouchure. Pendant ce temps la marée basse s'est déplacée vers l'intérieur. Le profil instantané a pris dès lors la figure dessinée ci-dessous, dans laquelle le point M B continue de cheminer vers l'amont.

## Fig. 4



Un peu moins de six heures plus tard, plaçons-nous de nouveau à Flessingue, cette fois à l'instant de la marée haute. Bientôt nous voyons les eaux baisser, mais les marégraphes dépouillés plus tard nous indiquent que pendant que nous assistions à cette chute de niveau à l'embouchure, la marée haute glissait vers l'intérieur, tout comme l'avait fait, quelques heures au paravant, la marée basse. Le profil instantané

affecte maintenant la forme de la nouvelle figure ci-dessous, où le point M H chemine, lui aussi vers l'amont.

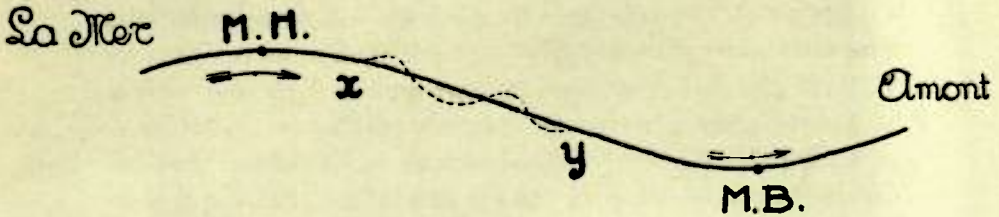


Fig. 5

Quelle que soit la phase que nous considérons entre ces deux figures quasi extrêmes, l'axe instantané doit reproduire une figure intermédiaire, mais *régulière*, si le lit du fleuve est convenablement calibré. Si, par exemple, sur le second des diagrammes ci-dessus, la courbe régulière tracée en trait plein était remplacée par la courbe folle tracée en pointillé de  $x$  en  $y$ , nous en déduirions sans conteste possible que le tronçon  $xy$  du fleuve est imparfait au point de vue hydraulique. Or, c'est ce qui se présente nettement entre Bath et Burght, et donc entre ces localités nous avons affaire à une partie de l'Escaut qui pourrait certainement être améliorée.

La question se pose de savoir de quelle manière ce résultat doit être obtenu : Nous bornerons-nous à draguer simplement les seuils partout où les sondages régulièrement effectués en accusent la nécessité ? L'amélioration doit-elle consister plutôt en un redressement et un calibrage prétendument rationnels du lit, de manière à obtenir que celui-ci s'entretienne à la profondeur voulue par le seul effet de « la force hydraulique du fleuve » ?

Il semble que la prudence seule devrait suffire à faire opter pour la première de ces solutions. Si nous nous examinons nous-mêmes et que nous nous comparions, par exemple, à l'Apollon du Belvédère ou au Discobole, est-il certain que nous trouvions notre propre académie en tout conforme aux

modules relevés sur ces chefs-d'œuvre? Il est probable que non. Quel accueil ferions-nous cependant au chirurgien qui nous proposerait de nous opérer de ce chef, de nous râcler quelques vertèbres, de nous allonger un fémur? Si imparfaits que nous nous sentions, nous estimons que nous remplissons la tâche qui nous est dévolue, en tout cas dans une mesure suffisante pour préférer la quiétude qui nous accompagne ainsi, à l'aléa d'une opération dont les conséquences seraient au moins problématiques. Et s'il en est ainsi en ce qui nous concerne; si pour nous-mêmes nous nous contenterions de nous imposer le cas échéant un régime, pourquoi, quand il s'agit de cet Escaut qui est à sa manière un être vivant, lui aussi, préconiser d'emblée et de parti pris le choc opératoire?

« Lorsque l'Ingénieur », écrit M. l'Hydrographe principal Urbain dans une de ses études, « dédaignant ou tout au moins négligeant toute l'énergie contenue dans le fleuve, emploie pour le curage de celui-ci le procédé du paysan qui cure son fossé à la louche, le rôle technique de l'Ingénieur, même si la louche est quelque peu modernisée est exactement celui du paysan lui-même ».

Cette argumentation, qui exprime d'une manière humoristique l'opinion de bien des gens, ne prouve rien. Ce n'est pas parce qu'un procédé est vieux qu'il est condamnable : les roues de nos voitures sont faites circulaires, aujourd'hui comme du temps de Sésostris. Et ce n'est pas non plus parce qu'une solution revêt un caractère d'élégance qu'elle doit primer toute autre; si non, par exemple, nous devrions renoncer à l'appareil encombrant de nos cheminées et de nos poêles pour nous chauffer à l'électricité. Si nous ne le faisons pas, c'est que la calorie que nous nous procurerions de la sorte nous coûterait beaucoup plus cher que celle que nous obtenons par la combustion du charbon dans nos foyers. Les considérations économiques dominent partout et ce n'est certainement pas l'entretien de l'Escaut maritime qui constituerait une exception à cette règle. J'en conclus que le premier point à élucider est de savoir si l'unité d'approfondissement

coûtera moins si elle est demandée à la soi disante utilisation de l'énergie hydraulique du fleuve que quand elle est demandée au simple dragage.

C'est là une question de chiffres. Les études du grand Comité Consultatif des Travaux du port d'Anvers qui a siégé en 1912 et 1913 et qui a tenu 31 séances, ont conduit pour la partie du fleuve comprise entre le Kruisschans et Walsøorden à l'adoption d'un tracé préconisé par notre camarade Henri Vander Vin et exposé au procès-verbal de la Séance du 17 février 1913. Abstraction faite des murs de quai en eaux profondes que l'avenir réclamera de toute manière, ce tracé comporte l'exécution de travaux dont l'estimation s'élève au grand minimum à 250 millions de francs. Au même Comité Technique Mr A. Keelhoff estimait que 7,000 Ha. de terrain pourraient être ainsi récupérés pour la culture. Parmi ces terrains il y en aura certes qui seront de bonne qualité; il est très probable cependant qu'il y en aura d'autres aussi; il serait prudent de ne pas les évaluer en moyenne à plus de 12,000 fr. l'Ha. La surface récupérée vaudrait ainsi 84 millions.

Mais le travail envisagé prendrait au moins 12 ans. En admettant que les 250 millions de travaux se répartissent uniformément sur ce laps de temps, il y aurait donc lieu de prévoir, à 6% l'an,  $250 \text{ millions} \times 0,06 \times 6 = 90$  millions pour intérêts intercalaires.

Dans ces conditions on peut admettre que la somme que produirait la réalisation des terrains récupérés serait l'équivalent des intérêts intercalaires à prendre à charge et la dépense apparaît nette aux 250 millions susdits.

A 6% l'an, les intérêts de ce capital s'élèvent à 15 millions. Il y aurait lieu d'y ajouter les prévisions pour l'entretien annuel qui, même si tout réussit au mieux, ne sera pas exclusif de certains travaux de dragage. Je compte 2% l'an, soit 5 millions.

La dépense annuelle à laquelle conduirait la solution par la prétendue utilisation de la force hydraulique du fleuve s'élèverait ainsi à  $15 + 5 = 20$  millions.

Dès lors, cette solution ne devrait être préférée à l'entretien par simple dragage que s'il était démontré :

1° que les dragages entre le Kruisschans et Walsoorden donneraient lieu à une dépense annuelle plus forte;

2° que la première solution offre a priori une probabilité plus grande de réussite.

En ce qui concerne ce 1°, il suffira de noter que pour l'ensemble de *tous* les dragages de l'Escaut maritime (y compris le tronçon Anvers-Kruisschans) il est porté au budget de 1926 une somme de 6 millions (au lieu de 20) !

Et quant au 2°, c'est évidemment le contraire qui est vrai. Il est *possible* que les travaux projetés conduisent vraiment à un fleuve qui s'entretiendrait à peu près tout seul à la profondeur désirée. Mais il est possible aussi que le résultat atteint ne réponde que très imparfaitement, voire même pas du tout, au desideratum poursuivi, auquel cas ce serait un désastre.

N'y eût-il que cette incertitude qui plane sur tous les problèmes de l'espèce *et que nul ne peut lever d'avance*, qu'elle serait suffisante à mes yeux pour décerner la préférence à la solution de l'entretien par dragage. Quand le paysan cure son fossé à la louche, il *sait* ce qu'il fait, son procédé est sûr, il réserve l'avenir, il obtient des résultats qui suivent immédiatement la dépense. A ce triple point de vue, oui, les appareils soit à godets, soit à suceuse avec ou sans cutters dont la technique dispose aujourd'hui ne sont que des louches modernisées, mais combien puissantes, combien souples, combien économiques ! C'est en ordre principal par des dragages intensifs que la Tyne et la Clyde sont devenues ce qu'elles sont et si nos collègues néerlandais ont remporté sur le Nieuwe Waterweg des succès auxquels nous applaudissons, n'oublions pas que ces sept dernières années, de Schiedam à la mer, soit sur 25 kilomètres de longueur, ils ont dragué en moyenne pour 400,000 florins par an.

En résumé et comme conclusion aux idées exposées ci-dessus, s'il m'était demandé : que faut-il faire pour les Passes de l'Escaut? je répondrais : Gardez liquides les 250 millions minimum que coûterait le fameux calibrage; n'en dépensez que les intérêts seulement en dragages méthodiques mais intensifs — et pour l'Exposition de 1930, ce n'est plus le «Belgenland», c'est le «Mauritania» qui pourra visiter Anvers.

