

LES CLASSIQUES DE LA MÉCANIQUE DES FLUIDES ET DE L'HYDRAULIQUE

SÉRIE PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE ENZO O. MACAGNO

Les textes de cette série seront publiés sans corrections d'aucune sorte, excepté lorsqu'il s'agira d'erreurs typographiques évidentes. Le lecteur sera ainsi confronté avec le texte original tel qu'il se présentait. Les traductions seront aussi littérales que possible, de façon à permettre l'accès le plus direct au texte original.

Les suggestions concernant les textes à inclure dans cette série seront les bienvenues, spécialement si des indications précises sont données, dans le cas d'articles très longs ou de livres, sur les parties considérées comme les plus importantes.

CLASSICAL WORKS IN FLUID MECHANICS AND HYDRAULICS

A SERIES SELECTED BY ENZO O. MACAGNO

No attempt to correct errors, if they would be detected, will be made, unless they appear as obvious misprints. Each reader will be confronted with the original writing as it was. Translations in this series are intended to be quite literal with the purpose of providing an access as direct as possible to the original form of the writing.

Suggestions to include material in this series will be most welcome, especially if indications are given of the excerpts that are considered valuable in the case of long papers or books.

GIORGIO BIDONE

(1781-1839)

EXPÉRIENCES SUR LE REMOU ET SUR LA PROPAGATION DES ONDES

Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino,
Tomo XXV, Torino, dalla Stamperia Reale, 1820, p. 21-112 (Extraits)

EXPÉRIENCES SUR LA PROPAGATION DU REMOUS

Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino,
Tomo XXX, Torino dalla Stamperia Reale, 1826, p. 195-292 (Extraits)

Nous remercions vivement le Professeur D. CITRINI, qui a bien voulu sélectionner, dans les mémoires de Bidone, les extraits que nous publions aujourd'hui.

Advice received from Professor D. CITRINI for the selection of excerpts from Bidone's memoirs is acknowledged with many thanks.

EXPÉRIENCES

SUR

LE REMOU ET SUR LA PROPAGATION DES ONDES

PAR GEORGE BIDONE.

Lu dans la séance du 12 décembre 1819.

Les expériences dont j'ai l'honneur de rendre compte à la Classe, se rapportent à deux objets distincts. Les unes sont relatives au remou, et les autres à la propagation des ondes.

Le cas le plus simple qu'on puisse se proposer sur le remou, est celui dans lequel on barre un canal régulier, d'un bord à l'autre sur toute sa largeur, par une digue perpendiculaire au courant, établie sur le fond du canal, et élevée à une hauteur moindre que celle des parois du canal, et telle que toutes les eaux puissent passer sur la digue, sans déborder en aucun endroit. L'Établissement de cette digue ou de ce barrage à travers le canal, occasionne un regonflement dans le courant supérieur, qui est forcé à s'élever jusqu'à ce que le volume de l'eau qui passe sur la digue, soit égal à la dépense du canal, que l'on suppose donnée et invariable. Parvenu à cette élévation, le courant est de nouveau réduit à un état permanent, conforme à la nouvelle circonstance de son lit. Dans cet état, le regonflement de l'eau a lieu sur une certaine longueur à l'amont de la digue, et toutes les sections du courant, prises sur cette longueur, ont une plus grande hauteur que celle qu'elles avaient avant l'établissement de la digue. Cette longueur, comptée depuis la digue, est ce qu'on nomme l'étendue du remou.

Tel est le cas sur lequel j'ai fait mes expériences. Pour ne laisser aucun doute sur l'exactitude des résultats obtenus par la mesure immédiate, j'ai choisi des canaux rectilignes et rectangulaires, dont la pente du fond et la vitesse de l'eau, étaient assez considérables pour faire sortir toutes les circonstances du phénomène d'une manière très-visible et très-marquée, et telle que les erreurs possibles de l'observation ne peuvent être, même dans le cas le plus défavorable, qu'une très-petite partie du résultat total, ni avoir par conséquent d'influence sensible sur l'ensemble des faits observés.

Parmi les divers résultats donnés directement par ces expériences, je noterai ici les deux suivans, savoir : 1.^o l'étendue du remou a toujours été moindre que la distance à laquelle l'horizontale, tirée du point le plus élevé du regonflement, allait rencontrer la surface du courant, à l'amont de la digue. 2.^o La surface de l'eau, sur toute la longueur du regonflement, a toujours été convexe par rapport à l'observateur, la

convexité étant très-légère dans la partie intermédiaire de cette longueur, et augmentant rapidement près des deux extrémités du regonflement, où elle devenait très-considérable.

Ces résultats que j'ai constamment obtenus dans ces expériences, sont bien différens de ce que quelques auteurs, d'ailleurs fort estimables, se sont figuré, relativement à la longueur du regonflement et à la courbure de la surface de l'eau, dans cette longueur.

La deuxième partie contient les expériences que j'ai faites sur la propagation des ondes. Le problème du mouvement des ondes, pris dans sa généralité, était encore sans solution, lorsque M. POISSON donna, dans un savant mémoire, la théorie des ondes. En partant des équations fondamentales du mouvement des fluides, et en adoptant une manière très-simple pour produire l'ébranlement primitif à la surface du liquide en repos, ce grand Géomètre, par un heureux emploi des plus récentes et fécondes découvertes faites dans l'analyse, a su déduire de ces équations toutes les loix du mouvement direct des ondes, qu'il a développées dans son mémoire.

C'est pour comparer les résultats de cette théorie avec ceux de l'observation, que j'ai entrepris des expériences sur la propagation des ondes.

Toutes ces expériences, celles sur le remou, et celles sur la propagation des ondes, ont été faites en septembre et octobre derniers à l'Établissement Hydraulique de l'Université Royale. Les résultats ont été pris en pieds de Paris, parce que dans cet Établissement, lors de sa fondation, tout a été construit et réglé d'après cette mesure. L'illustre Président de cette Académie, S. E. M. le Comte BALBE, Ministre et premier Secrétaire d'Etat pour les affaires intérieures, et Chef de l'Université, a bien voulu, à ma prière, accorder les fonds nécessaires pour faire ces expériences. C'est une nouvelle preuve de son intérêt particulier pour ce bel établissement, qu'il a déjà, dans d'autres temps, enrichi d'un nouveau bâtiment, et d'un emplacement spacieux, ajouté à l'ancien local.

EXPÉRIENCES

SUR LA PROPAGATION DU REMOUS

PAR GEORGE BIDONE.

Lu dans la séance du 30 mai 1824.

Le remous que nous considérons ici est celui qui a lieu dans un canal horizontal ou peu incliné à l'horizon, d'une longueur indéfinie, et ouvert tout le long de sa partie supérieure : tels sont les canaux d'irrigation et de navigation, et les lits des fleuves et des rivières. Soit donc un pareil canal, dont le fond, incliné à l'horizon, soit plan, et les parois verticales, parallèles et d'une hauteur indéfinie. Si dans ce canal il y a un courant permanent d'eau, il est visible qu'en barrant le canal sur toute sa largeur avec une digue d'une hauteur déterminée, il se formera en amont de la digue un regonflement d'eau, dans lequel la hauteur des sections sera plus grande que celle qu'avaient les sections du courant prises dans les mêmes endroits lorsque la digue n'existait pas. Mais la hauteur et la longueur de ce regonflement ne peuvent pas augmenter indéfiniment, car elles ont essentiellement pour limites la hauteur et la longueur qu'aura le regonflement lorsqu'il sera réduit à un état permanent; et cet état aura lieu, lorsque la quantité d'eau qui passera par dessus la digue sera égale à la dépense du canal.

En général quelque grande que soit la hauteur de la digue établie à travers un canal incliné, pourvu qu'elle soit finie, le regonflement occasioné par la digue aura toujours, par rapport à sa hauteur et à sa longueur, une étendue limitée qui est celle requise pour que le regonflement soit réduit à l'état de permanence qui lui convient d'après les circonstances du courant et de la digue.

Le regonflement occasioné par la digue dans ce canal incliné a deux mouvemens distincts pendant qu'il se propage, l'un vertical et l'autre horizontal. En vertu du mouvement vertical la surface du regonflement s'élève de plus en plus, et parvient enfin à surpasser la hauteur de la digue, et alors une partie des eaux du regonflement commence à couler par dessus la digue. En vertu du mouvement horizontal le regonflement acquiert successivement une plus grande longueur en s'étendant en amont de la digue, et il ne peut cesser de remonter le canal, et de s'avancer contre le courant, que lorsque sa hauteur au-dessus de la digue est telle que toute l'eau qui afflue dans le canal, passe par dessus la digue.

Outre ces deux mouvemens que l'on observe pendant la propagation du regonflement dans un canal incliné, il est encore essentiel de remarquer, que pendant que le regonflement remonte le canal, il y a conti-

nuellement, à l'endroit de sa rencontre avec le courant naturel, une différence de niveau plus ou moins grande entre la surface du courant, et celle du regonflement. Cette différence de niveau qui se fait ici d'une manière brusque, n'a pas seulement lieu pendant que le regonflement se propage, mais elle subsiste encore lorsqu'il n'a plus aucun mouvement ni vertical ni horizontal, et qu'il est dans un état permanent. Elle est due à la vitesse du courant naturel en vertu de laquelle ce courant fait continuellement équilibre aux eaux du regonflement, lesquelles ont une plus grande hauteur, et une moindre vitesse. Or c'est de la grandeur de cette différence de niveau que dépendent essentiellement les loix de la propagation des regonflemens dont il s'agit ici.

J'exposerai ici brièvement les principaux résultats obtenus par ces expériences, que j'ai faites dans le mois d'octobre dernier à l'*Etablissement Hydraulique* de l'Université Royale.

Si lorsque un courant est établi dans un canal rectangulaire, rectiligne et horizontal, et que toutes les sections du courant ont la même hauteur, on empêche tout-à fait l'écoulement de l'eau en abaissant une vanne dans une section quelconque du canal, les eaux ainsi arrêtées s'élèvent aussi-tôt à une certaine hauteur contre la vanne, et forment un regonflement dont la hauteur au-dessus du fond devient bientôt et reste ensuite stationnaire mais dont la propagation en amont de la vanne et dans le sens horizontal et contraire à celui du courant se fait d'une manière uniforme, en vertu de laquelle le regonflement acquiert des longueurs égales en temps égaux. Les eaux de ce regonflement demeurent stagnantes, et leur surface supérieure est horizontale.

A l'endroit variable où le regonflement, en se propageant, rencontre successivement le courant naturel, il existe une différence de niveau entre la surface du regonflement et la surface du courant, celle-ci étant la moins élevée. Dans ces expériences la différence de niveau entre ces deux surfaces a toujours été beaucoup plus grande que la hauteur due à la vitesse moyenne du courant naturel dans le canal : sa valeur est depuis 3 jusqu'à 17 fois aussi grande que cette dernière hauteur.

Lorsque dans une section du canal on empêche tout-à-fait l'écoulement avec une vanne, et qu'après un certain temps on lève la vanne pour permettre de nou-

veau l'écoulement, il se forme pendant le temps que la vanne reste baissée, une lame ou un regonflement d'une longueur limitée. Ce regonflement remonte le canal de manière qu'en amont et en aval de ce regonflement la surface de l'eau est moins élevée que celle du regonflement. La marche de ce regonflement limité et isolé est telle que la vitesse avec laquelle il remonte le canal, diminue toujours, ainsi que sa longueur et sa hauteur, ensorte qu'après un certain temps ce regonflement limité et variable finit par disparaître entièrement : mais avant d'être anéanti il peut parcourir des espaces plus ou moins longs selon sa longueur primitive, et selon les circonstances du courant et du canal.

Si après avoir occasioné un regonflement limité et isolé, on en occasionne aussitôt un autre, pareillement limité et isolé, on voit deux regonflemens distincts et séparés qui remontent le canal : mais le deuxième de ces regonflemens a une plus grande vitesse et une plus grande hauteur que le premier, ensorte que celui-ci est attrapé par le regonflement qui le suit. Les deux regonflemens ainsi réunis marchent ensemble et n'en forment qu'un seul, dont la hauteur est encore plus grande que celle du deuxième regonflement. Ce regonflement unique après quelque temps se partage de nouveau en deux.

La manière dont ces expériences ont été faites et diversifiées, et les résultats qu'elles ont donnés, sont exposés dans le I.^{er} §.^o de ce Mémoire.

Dans le II. §.^o, après avoir posé les principes desquels dépend la détermination de la propagation uniforme du regonflement, je donne des formules, à l'aide desquelles on représente d'une manière approchée les résultats obtenus par ces expériences.

Je rapporte ensuite dans le §.^o III. les expériences que j'ai faites sur la propagation d'une *lame* ou d'un regonflement limité et isolé, et j'expose les principaux phénomènes qu'il présente dans sa marche.

Le §.^o IV. contient des expériences sur les regonflemens limités et succesifs.

Dans le §.^o V. il y a des expériences relatives à la non uniformité de la propagation du remous, à la rencontre des corps flottans avec le regonflement et au choc de deux courans directement opposés, contenus dans un même canal. Il y a aussi des expériences faites dans des canaux inclinés.

J'expose dans le §.^o VI. les expériences faites dans des canaux horizontaux et rectilignes, dont les sections transversales ne sont pas des rectangles.

Enfin dans le §.^o VII. je donne l'explication des phénomènes observés dans toutes ces diverses expériences, et dans le §.^o VIII. j'en fais l'application au *mascaret* et à d'autres phénomènes semblables.

Les regonflemens que nous avons occasionés, tous formés par les eaux propres du courant naturel dans le canal, s'observent en grand dans les fleuves et les rivières, et se nomment *macrée*, *mascaret*, *barre d'eau*, *barre de flot*, selon les lieux et les circonstances, et *Pororoca* par les naturels qui habitent près de l'embouchure de la *Rivière des Amazones*, où ce spectacle imposant se montre dans toute sa grandeur et sa puissance.

§. I.

Expériences sur la propagation du remous dans un canal horizontal et rectangulaire.

1. Le canal dans lequel j'ai fait ces expériences, a les parois verticales et parallèles entr'elles et le fond horizontal. Il est en maçonnerie, et les faces internes des parois et du fond sont planes et polies. Ce canal finit brusquement à son extrémité d'aval, et l'eau, en coulant par cette extrémité, tombe librement dans un réservoir, et de celui-ci elle peut être amenée dans d'autres réservoirs inférieurs. A cette même extrémité du canal il y a dans le fond et dans les parois des rainures (fig. 1.^o), dans lesquelles on peut introduire des vannes pour fermer le canal et empêcher l'écoulement de l'eau.

Soit *AB* (fig. 4.^o) la longueur du regonflement occasioné dans le temps pendant lequel l'extrémité du canal est fermée par la vanne. Il est clair qu'en levant la vanne, l'eau du regonflement s'écoulera, et sa surface, auparavant horizontale, prendra une certaine inclinaison *BAM* (fig. 7.^o).

Par ces quatre opérations il se produisait dans le canal deux lames ou deux regonflemens distincts et limités (fig. 8.^o).

Enfin j'ai observé que lorsqu'on occasionne trois regonflemens distincts et successifs, en faisant abaisser et lever la vanne comme on l'a dit ci-dessus, le deuxième regonflement attrape le premier, et pendant que ces deux-ci n'en forment qu'un seul, le troisième regonflement attrape les deux premiers ainsi réunis. (fig. 9.^o).



