

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.

HENRY DE PITOT

(1695-1771)

DESCRIPTION

D'UNE MACHINE POUR MESURER LA VITESSE DES EAUX COURANTES
ET LE SILLAGE DES VAISSEAUX

Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, 1732, p. 363-376

DESCRIPTION OF A
MACHINE FOR MEASURING
THE VELOCITY OF
RUNNING WATER
AND
THE SPEED OF
VESSELS

On Pitot's famous invention, Richard Sbelton Kirby published in 1939 a paper entitled "Henri Pitot, Pioneer in Practical Hydraulics," (Civil Engineering, vol. 9, No. 12). Pitot's paper has also been analyzed by H. Rouse and S. Ince in their History of Hydraulics (p. 115-116).

The following extracts are taken from the article by Kirby.

.....
"The only practical means up to the present for measuring these velocities has been to throw into the current a piece of wood or a ball of wax and to measure the path traversed by either in one or several minutes... [*This method has, he observes, so many obvious limitations that it may be dismissed as unsatisfactory.*]

"The question of ascertaining whether the velocity near the bottom is greater or less than that at the surface is a curious one and has often divided the opinions of scientists; some argue that because the water lower down is pressed by that higher up, it will be forced to run more swiftly. And besides—since velocity is proportional to fall, the lower particles, being at a greater depth with respect to the source, ought to flow faster... [*Messrs. Guglielmini and Varignon, he says, have speculated along these lines and arrived at an erroneous conclusion.*]

"As opposed to this view, one may note the quantity of friction against the banks or bed of rivers. It is true, as I have demonstrated in a memoir in 1730, that this quantity of friction is tremendous, and it is fortunate that such is the case, for without friction, Streams and Rivers would not be navigable... If one should compute ... the velocity that Rivers ought to have according to their slope, if friction were neglected, one would always find this to be twenty, indeed often thirty times their actual velocity.... I is natural to think that particles near the bottom are more retarded than those at the surface. All these questions, curious and useful as they are, can be settled in the field with great facility by means of an instrument which I propose, and whose operations is as simple as that of plunging a rod into the water and drawing it out again. By this machine the velocity at any desired depth may be accurately measured.

"*Description of the Machine.* AB is a wooden Rod in the shape of a triangular prism; midway in one face is cut a groove wide enough to hold two tubes of clear glass; one Tube bent to a right angle at D, the lower portion DE passing out through an opening [*cut through the sharp edge*]....

"The face CD, in which the Tubes are set, is divided into feet and inches. FGIL is a sliding Rule of copper, slit so as to render the Tubes visible for nearly their entire length. One side of the Rule is divided into feet and inches for the heights of fall of water, the other side into feet and inches for velocities corresponding to these heights. It is kept in place by copper lugs which surround the Rod... [*And there are three clamp screws, K.*]

"The first Tube being bent at a right angle, and the second being straight, if the Machine is put into still water, the water will rise to its level in both Tubes. But in a running stream it will rise in the first Tube to the height relative to the force of the current, while in the second Tube it will remain at its level."

.....
"The idea of this Machine is so simple and so natural, that the moment it came to me, I ran down to the river bank to make a first trial with a simple glass Tube, and the effect corresponded perfectly with my conviction. After this first trial I could not imagine how anything at once so simple and so useful could have escaped the many accomplished men who had written or experimented on the movement of water. I have since searched as far as I could in all the Treatises on Hydraulics I could find to see if absolutely no one has spoken of it, and if my idea was indeed entirely novel."
.....

DESCRIPTION

D'une Machine pour mesurer la vitesse des Eaux courantes, & le sillage des Vaisseaux

Par M. PITOT.

Les changements & toutes les variétés qui arrivent au courant des Fleuves & des Rivières, demandent une étude particulière & de grandes attentions, soit pour prévenir les ravages causés par leurs débordements & leurs changements de lit, soit pour les rendre navigables, lorsqu'elles ne le sont pas, ou qu'elles ne le sont que dans certains temps. Leurs différentes pentes, la chute de leurs eaux, les contours & les coudes de leurs bords, les qualités de leurs lits, sont les principales causes de ces variétés.

12 Novemb.
1732.

Les pentes différentes rendent le courant des eaux tantôt plus grand & tantôt plus petit ; les coudes & les sinuosités des bords en détournent le fil, les lits sont souvent creusés dans les endroits où la rapidité est plus grande pendant que les bords sont rongés, minés & emportés par le courant & le fil de l'eau. D'un autre côté les eaux vont déposer les sables, les limons enlevés du fond ou des bords, aux endroits où elles ont le moins de vitesse, où elles sont presque dormantes. Ces dépôts forment des atterrissements & quelquefois des îles ; les atterrissements & les îles détournent ensuite le fil de l'eau, ce qui cause de nouveaux changements. Comme ces variétés & ces changements sont presque toujours dommageables, on y remédie le plus qu'on peut par des levées, des digues, des jettées ; mais ces ouvrages, en détournant le fil de l'eau, causent nécessairement de nouveaux effets. Tous ces effets opposés se succèdent continuellement, se combinent, en sorte qu'il est très-difficile d'en connoître les produits ou les résultats. Cette connoissance est cependant

Z z ij

364 MEMOIRÉS DE L'ACADEMIE ROYALE
 absolument nécessaire pour prévenir les desordres que causent la plupart des Fleuves, & pour tirer de ces mêmes Fleuves le parti le plus avantageux ; il arrive même que les ouvrages que l'on construit d'un côté pour se mettre à l'abri & se garantir, nuisent ailleurs en détournant le fil de l'eau, ce qui donne souvent lieu à de grandes contestations.

Quoiqu'on ait besoin de bien des connoissances, & de faire bien des observations pour prévenir les ravages causés par la rapidité des eaux des Fleuves, il est certain que les plus importantes sont de connoître leurs degrés de vitesse, de voir les endroits où la rapidité est la plus grande, & de déterminer par ce moyen la direction du fil de l'eau.

Il y a un grand nombre d'autres occasions où l'on a besoin de connoître la vitesse des eaux des Rivières, des Aque-duc, des Ruisseaux, des Fontaines, soit pour la mesure & la jauge des mêmes eaux, ce qui arrive fort souvent pour des projets de Canaux de navigation, soit pour connoître la force de l'eau sur les aubes des roues de Moulin, ou de toute autre machine, mues par des courants d'eau, & calculer l'effet de ces mêmes machines, soit enfin pour connoître l'endroit le plus avantageux d'une Rivière, pour placer un Moulin, une Pompe, ou autre machine.

Le seul moyen dont on s'est servi jusqu'à présent pour mesurer la vitesse des eaux courantes, est de jeter dans le courant un morceau de bois ou une boule de cire, & de mesurer le chemin parcouru par le morceau de bois ou la boule de cire dans une ou plusieurs minutes. Cette méthode est fort imparfaite, car 1.° si l'on se sert d'un morceau de bois, la résistance de l'air l'empêche de descendre aussi vite que le courant, & si l'on se sert d'une boule de cire, on la perd presque toujours de vûë. 2.° Il n'est pas possible, à moins que de prendre des soins très-pénibles, de mesurer exactement le chemin parcouru. 3.° Deux expériences faites au même endroit d'une Rivière, donnent souvent des vitesses fort différentes, parce que le morceau de bois ou la boule de cire ne prennent pas toujours le même fil de l'eau.

DES SCIENCES. 365

Mais les inconveniens les plus considérables de cette méthode sont de ne pouvoir pas connoître la vitesse de l'eau dans les endroits où il importe le plus de la connoître, comme à l'entrée ou à la sortie d'une Arche de Pont, ou enfin à quelque autre endroit où l'on a dessein de placer une rouë de Moulin, ou quelque autre machine.

La question de sçavoir si la vitesse des eaux vers le fond des Rivières est plus grande ou plus petite qu'à leur surface, est curieuse, & a souvent partagé les sentimens des sçavants; car d'un côté les eaux inférieures étant pressées par les supérieures, il semble qu'elles doivent être forcées à couler plus vite; de plus la chute des eaux depuis leurs sources jusqu'au fond des Rivières étant plus grande que depuis les mêmes sources jusqu'à la surface, & les vitesses étant par le principe fondamental des Hydrauliques en raison souldoublée des hauteurs ou des chûtes, la vitesse des eaux vers le fond devrait être plus grande que vers la surface. M.^{rs} Guglielmini & Varignon ont donné sur ce principe une regle pour connoître la hauteur de la chute d'une Source ou la pente totale d'une Rivière, en connoissant seulement deux vitesses différentes prises à deux degrés de profondeur, mais cette regle est de pure spéculation.

D'un autre côté on oppose à toutes ces raisons la quantité du frottement des eaux contre le fond ou le lit & les bords des Fleuves: il est vrai, comme je crois l'avoir démontré dans un Mémoire en 1730, que cette quantité de frottemens est prodigieuse, & il est heureux qu'elle le soit, car sans les frottemens, les Fleuves & les Rivières ne seroient pas navigables, en voici une preuve bien sensible. Si l'on calcule par les principes du mouvement des eaux la vitesse que celles des Fleuves doivent prendre par leur chute de la hauteur de leur source, en faisant abstraction des frottemens, on trouvera toujours cette vitesse vingt fois & souvent plus de trente fois plus grande que celle que les eaux des mêmes Fleuves ont réellement; ainsi sans les frottemens presque toutes les eaux courantes seroient des torrents affreux dont on ne tireroit aucun avantage.

366 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Puisque les eaux sont ralenties si considérablement par les frottements de leurs lits & des bords, il est naturel de penser que celles qui sont près du fond sont plus ralenties que celles qui sont à la surface. Toutes ces questions également utiles & curieuses, peuvent être éclaircies sur le champ avec une grande facilité au moyen de l'instrument que je propose, puisque l'opération en est aussi simple que celle de plonger un bâton dans l'eau & de le retirer. Par cette machine on mesurera la juste quantité de la vitesse des eaux à telle profondeur qu'on voudra, & cela aussi aisément qu'à leur surface. On mesurera aussi la vitesse de l'eau à l'entrée & à la sortie des Arches de Pont, & il sera toujours aisé de trouver l'endroit du courant où elle est la plus grande.

Description de la Machine.

AB est une Tringle de bois taillée en forme de prisme triangulaire; sur le milieu d'une des trois faces de cette Tringle on a creusé une rainure capable de loger deux Tuyaux de verre blanc; l'un de ces Tuyaux est courbé à angle droit en *D*, & le bout *DE* passe par un trou fait à la Tringle.

La face *CD*, dans laquelle les Tuyaux sont logés, est divisée en pieds & pouces. *FGIL* est une Regle mobile de cuivre refenduë dans le milieu sur presque toute sa longueur de la quantité de la somme des diamètres des Tuyaux, enforte qu'elle ne couvre les Tuyaux qu'à ses extrémités & un peu à son milieu. Un des côtés de cette Regle est divisé en pieds & pouces pour les hauteurs des chûtes d'eau, & l'autre côté en pieds & pouces de vitesse de l'eau relative aux hauteurs, ainsi que nous l'expliquerons bientôt. Elle est retenue par des petites plaques de cuivre qui embrassent la Tringle, & qui la serrent au moyen de trois vis *K*, enforte qu'on peut arrêter la Regle à telle hauteur qu'on veut de la Tringle.

A l'égard des mesures ou des dimensions de la Machine, on pourra prendre la vitesse de l'eau à une profondeur d'autant plus grande que la Tringle & les Tuyaux seront plus longs, en observant d'augmenter la grosseur ou la force de

DES SCIENCES. 367

la Tringle à proportion de sa longueur, on lui donnera environ 1 pouce $\frac{1}{2}$ de largeur à chaque face sur une longueur de 6 pieds, & on la fera du bois le plus fort qu'on trouvera. Comme les plus grandes vîtes des Fleuves ne vont gueres au de-là de 10 pieds par seconde, il suffit de donner à la Regle mobile de cuivre 18 ou 20 pouces de longueur.

Le premier Tuyau étant recourbé à angle droit, & le second étant tout droit, si l'on met la Machine dans une eau dormante, l'eau s'élevera à la hauteur de son niveau dans les deux Tuyaux. Mais dans une eau courante, elle s'élevera dans le premier Tuyau à la hauteur relative à la force du courant, pendant qu'elle restera à son niveau dans le second Tuyau.

Nous ajoûterons encore que pour rendre le niveau de l'eau plus apparent dans les Tubes de verre, nous avons passé un blanc de céruse broyé à l'huile dans la rainure.

Rien n'est plus simple que l'usage & la manière de se servir de cette Machine. Si l'on veut, par exemple, mesurer la vîtesse de l'eau à sa surface, on arrêtera par le moyen des vis la Regle de cuivre sur la première division de la Tringle, & on présentera l'ouverture du Tuyau recourbé au courant, alors le niveau de l'eau du second Tuyau étant sur la première division de la Regle, on verra monter l'eau dans le premier jusqu'à une certaine hauteur; cette hauteur sera marquée en pouces & lignes sur le côté droit de la Regle, & on aura les pieds & pouces de vîtesse du courant marqués sur son côté gauche.

Si on veut avoir la vîtesse du courant à un, deux ou trois pieds de profondeur, on arrêtera simplement la Regle mobile sur ces mêmes divisions de la Tringle, & on operera comme ci-dessus.

Il est aisé de diriger l'ouverture du Tuyau vis-à-vis le fil de l'eau, car en tournant doucement la Machine, on verra le point où l'eau s'élève le plus dans le premier Tuyau. Que si on tourne l'ouverture du côté opposé au courant, dès qu'on aura passé la perpendiculaire à sa direction, l'eau restera à la même hauteur dans les deux Tuyaux.

368 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Il arrive assés souvent que le courant des eaux dans un même endroit d'une Rivière varie plus ou moins, c'est-à-dire, que la vitesse est tantôt plus grande & tantôt plus petite, principalement aux endroits où il y a peu de profondeur d'eau, & où le fond est plus raboteux ; alors on voit l'élévation de l'eau dans le premier tuyau tantôt plus grande, tantôt plus petite, & dans des balancements presque continuels. Il faut dans ce cas prendre le milieu entre ces balancements, ou entre la plus grande & la moindre élévation pour avoir la vitesse moyenne.

Les vagues causées par le vent occasionnent aussi de ces balancements, c'est pourquoi il faut éviter de faire ces expériences lorsqu'il fait beaucoup de vent.

On pourra faire par le moyen de cette Machine un grand nombre d'observations sur les eaux courantes, utiles & curieuses ; pour connoître, par exemple, la vitesse moyenne du total des eaux d'une Rivière ; pour sçavoir si les augmentations de vitesse sont proportionnelles aux accroissements des eaux, ou dans quel rapport ; pour voir quelle est la relation entre les volumes d'eau & la quantité des frottements, &c. Toutes ces expériences demandent du temps, nous en avons commencé quelques-unes, & nous nous proposons de les suivre. Nous en rapporterons seulement deux ou trois des principales que nous avons faites sous les Ponts de Paris.

Comme on peut faire au Pont-Royal très-commodément des observations sur les augmentations de vitesse des eaux de la Seine relatives à leurs accroissements, à cause des divisions qu'on a eu soin de marquer sur les arrières-becs des deux premières piles de chaque côté de la Rivière ; j'ai été le 19 Août dernier au Pont-Royal, la Rivière étoit fort basse, la surface répondoit à 14 pouces au dessus du chiffre 4 ; je mesurai en même temps la vitesse de l'eau sous la grande Arche avec ma machine, & je trouvai qu'elle n'avoit qu'un pied & demi de vitesse par seconde, tant à la surface qu'à 1, 2 & 3 pieds de profondeur. Il me parut singulier que l'eau fût plus lente sous le Pont qu'au dessus & au dessous, mais j'en

DES SCIENCES. 369

j'en remarquai la cause sur le champ, c'est que sous le Pont la profondeur est beaucoup plus grande, qu'ainsi le volume d'eau qui y passe est réciproque à sa vitesse.

Depuis le 19 Août jusqu'à la fin de Septembre la Rivière est restée à peu-près dans le même état, mais enfin les pluyes du 25 au 30 la firent augmenter de 6 pouces, je trouvai son niveau à 8 pouces au dessus de la même marque ou du chiffre 4 dont je viens de parler; je trouvai ensuite la vitesse de l'eau sous la grande Arche de 2 pieds par seconde, tant à la surface qu'à 4 pieds de profondeur.

La Rivière étant dans le même état que le 19 Août, je mesurai le 10 Septembre la vitesse de l'eau sous la cinquième Arche du Pont-Neuf, à compter du Quai de l'École, je la trouvai à la surface de 4 pieds 3 pouces, à un pied de profondeur de 4 pieds, à deux pieds de profondeur de 3 pieds 9 pouces, & à trois pieds de profondeur de 3 pieds 6 pouces.

Je pris en même temps la vitesse de l'eau à 30 toises au dessus du Pont, & je trouvai 3 pieds de vitesse à la surface, 2 pieds 8 pouces à 1 pied de profondeur, 2 pieds 6 pouces à 2 pieds de profondeur, & 2 pieds à 2 pieds & demi de profondeur.

J'ai fait de semblables expériences au Pont au Change, au Pont Nôtre-Dame & dans plusieurs autres endroits de la Rivière, mais je n'entre pas ici dans un plus grand détail: je dirai seulement en général que j'ai presque toujours trouvé que la vitesse de l'eau alloit en diminuant vers le fond. Il y a même des endroits où l'eau est presque dormante vers le fond, sur-tout aux endroits où l'eau est fort rapide à la surface, & où il y a peu de profondeur.

Il n'y a personne qui avec une legere connoissance de la théorie du mouvement des eaux ne conçoive sur le champ l'effet de cette Machine; car, suivant les premiers principes de cette science, on doit considérer la vitesse des eaux courantes comme une vitesse acquise par leurs chûtes d'une certaine hauteur, & que si l'eau se meut de bas en haut avec une vitesse toute acquise, elle montera précisément à la même

Mem. 1732.

A a a

370 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
 hauteur, ou à une hauteur égale à celle de la chute, d'où elle auroit dû tomber pour acquérir cette vitesse.

De plus la force de l'impulsion de l'eau par sa vitesse est toujours égale au poids d'un solide d'eau qui auroit pour base la surface choquée, & pour hauteur celle d'où l'eau auroit dû tomber pour acquérir cette vitesse. Donc l'eau doit monter dans le Tuyau de notre Machine par la force d'un courant, précisément à la hauteur d'où elle auroit dû tomber pour former ce courant.

Pour sçavoir maintenant la quantité de vitesse des eaux courantes relative à leur ascension dans le Tuyau recourbé de la Machine, il faut se rappeler le principe fondamental de presque toute la théorie du mouvement des eaux, qui est, que les vitesses des eaux sont en raison souzdoublée de la hauteur de leur chute. M. Varignon a eu le premier la gloire de démontrer ce principe, sans aucune supposition que celle des loix les plus simples & les plus incontestables du mouvement.

Mais les élévations ou ascensions de l'eau dans notre Tube étant égales aux chûtes, il s'ensuit que les vitesses des courants seront en raison souzdoublée des élévations de l'eau, & que par conséquent les élévations sont en raison doublée, ou comme les quarrés des vitesses.

Il est heureux pour l'exactitude & la précision avec laquelle on connoitra par cette Machine la juste quantité des vitesses des courants, que les élévations de l'eau soient entr'elles comme les quarrés des vitesses; car, par exemple, une vitesse double fera élever l'eau dans le Tube à une hauteur quatre fois plus grande, une vitesse triple la fera élever à une hauteur neuf fois plus grande, &c.

Une chute ou une élévation de l'eau étant connue ou donnée, pour avoir sa vitesse en pieds par seconde, il faut observer d'abord que de même qu'un corps en tombant parcourt un espace de 14 pieds dans la première seconde de sa chute, & que si ce même corps se meut avec la vitesse toute acquise à la fin de la première seconde de sa chute, il parcourra

DES SCIENCES. 374

d'une vitesse uniforme un espace de 28 pieds par seconde; de même aussi l'eau sort par une ouverture faite au bas d'un réservoir de 14 pieds de hauteur avec une vitesse de 28 pieds par seconde; d'où il suit que la chute ou l'élévation de l'eau étant connue, pour avoir la vitesse en pieds par seconde, on dira, suivant le principe, comme la racine quarrée de 14 est à 28, ainsi la racine quarrée de la hauteur donnée fera la vitesse qu'on cherche. Si au contraire la vitesse est donnée, & qu'on veuille trouver la hauteur, on dira, comme 28 est à la racine quarrée de 14, ainsi la vitesse donnée fera à la racine quarrée de la hauteur qu'on cherche, ou bien comme le quarré de 28 est à 14, ainsi le quarré de la vitesse donnée fera à la hauteur qu'on cherche. C'est par cette méthode que nous avons calculé la Table suivante de toutes les chûtes ou élévations de l'eau, correspondantes à toutes les vitesses en pieds par seconde de temps de pouces en pouces depuis un pouce jusqu'à 12 pieds de vitesse, & nous avons dressé la Regle des vitesses de la Machine par le moyen de cette Table.

L'idée de cette Machine est si simple & si naturelle, que dès qu'elle me fut venue, je courus sur le champ à la Rivière pour en faire un premier essai avec un Tube de verre simple, & l'effet répondit parfaitement à mon attente. Après ce premier essai, je ne pouvois pas m'imaginer qu'une chose aussi simple, & en même temps très-utile, eût pû échapper à tant d'habiles gens qui ont écrit & travaillé sur le mouvement des eaux. J'ai fait depuis toutes les recherches qu'il m'a été possible dans les Traités que j'ai pû trouver sur les Hydrauliques & le mouvement des eaux, pour voir si absolument personne n'en avoit parlé, & si mon idée étoit nouvelle.

L'application de cette idée pour connoître le sillage des Vaisseaux m'est venue dans le moment même que j'en avois fait la première expérience sur la Rivière: & en effet, cette application importante étoit trop naturelle pour qu'elle ne se présentât pas d'elle-même, & avant que de présenter ma Machine à l'Académie, j'avois souvent médité aux moyens d'en rendre les applications commodes pour la Mer, &

A a a ij

372 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
capables de sauver toutes les irrégularités qui pourroient sur-
venir, soit de la part des différents mouvements du Vaisseau,
soit de celle des vagues.

Voici au moins jusqu'à présent, la meilleure méthode que
je crois qu'on peut suivre.

On placera dans le milieu du Vaisseau, soit sous le maître
bau, ou enfin le plus près de son centre de balancement,
deux tuyaux de métal, soit de cuivre, d'étain ou de plomb,
de 3 ou 4 lignes de diametre. Ces tuyaux doivent se tou-
cher, leurs bouts inférieurs doivent pénétrer jusqu'à l'eau au
dessous du Vaisseau, ce qui se peut faire, sans le moindre
risque de la part des trous nécessaires pour le passage des
tuyaux, à cause de leur petitesse : leur longueur viendra de-
puis le fond du Vaisseau jusqu'à environ 4 ou 5 pieds au
dessus du niveau de l'eau de la Mer, ou de la ligne de l'eau
du Vaisseau. Le bout inférieur d'un des tuyaux sera recourbé
à angle droit, & en entonnoir, comme à notre Machine,
& son ouverture sera tournée dans la direction de la quille,
vis-à-vis la prouë, enfin on refendra les deux tuyaux depuis
environ un pied au dessus de la ligne de l'eau jusqu'à leur
bout supérieur, pour enchâsser dans chacun un tube de verre
de 5 à 6 pieds de long; ces tuyaux de verre seront bien
arrêtés & mastiqués dans ceux de métal, de façon qu'on
puisse voir aisément l'endroit où l'eau s'élèvera dans chacun.
Cela fait, il est évident que lorsque le Vaisseau sera arrêté,
l'eau sera à la même hauteur dans les deux Tuyaux, mais dès
que le Vaisseau fera route, le Tuyau recourbé sera dans le
même cas que celui de notre Machine dans une eau courante,
ainsi l'eau s'élèvera dans le Tuyau, & sa hauteur au dessus de
celle de l'autre Tuyau marquera la vitesse ou le sillage du
Vaisseau avec beaucoup de justesse, car les moindres augmen-
tations & diminutions de vitesse du Vaisseau se feront con-
noître par des différences très-marquées des élévations de l'eau
dans le Tuyau.

Par exemple, lorsque le Vaisseau fera trois lieues par heure,
l'eau s'élèvera dans le Tuyau d'environ 4 1 pouces, & lorsqu'il

DES SCIENCES. 373

ne fera que deux lieuës & demie par heure, l'eau s'élévera de près de 31 pouces. En général, on prendra la hauteur de l'eau dans le Tuyau en pouces & lignes par le moyen d'une Regle comme à notre Machine; avec cette hauteur, on trouvera dans la Table la vitesse du Vaisseau en pieds & pouces par seconde, & chaque pouce de vitesse donne 50 toises de chemin par heure.

On pourra même, si l'on veut, marquer sur la Regle le nombre des toises par heure & par minute de chemin du Vaisseau, correspondantes aux ascensions de l'eau dans le Tube, & enfin on réduira les toises de chemin en lieuës suivant la longueur de la lieuë marine qui est de 2855 toises, ou de 20 au degré.

Pour faire une expérience qui eût rapport au sillage des Vaisseaux, je me fis remonter dans un petit Bateau à la voile sur la Seine entre Poissy & le confluent de l'Oise, le vent étoit assés fort & les vagues fort grosses pour la Seine. L'eau monta dans le Tuyau recourbé de la Machine depuis 18 jusqu'à 24 pouces, ainsi la vitesse respective qui étoit égale à la somme de celle du Bateau en montant, & de celle de la Rivière en descendant, fut depuis 9 pieds 2 pouces jusqu'à 10 pieds 7 pouces par seconde; cette différence provenoit de ce que nous passions dans des endroits plus ou moins à l'abri du vent. J'observai aussi que le Bateau nous avoit remonté d'environ 2300 toises en 30 minutes; & comme les eaux, quoique retenuës par le vent, pouvoient faire alors 2 pieds & demi par seconde, ce qui donne 750 toises en 30 minutes, il s'ensuit que le chemin ou le sillage du Bateau auroit été sans le courant de la Rivière de 3050 toises en 30 minutes, ou de 6100 toises par heure, ce qui donne 10 pieds 2 pouces par seconde, cette vitesse est à peu-près moyenne entre celle de 9 pieds 2 pouces & 10 pieds 7 pouces trouvée par la Machine.

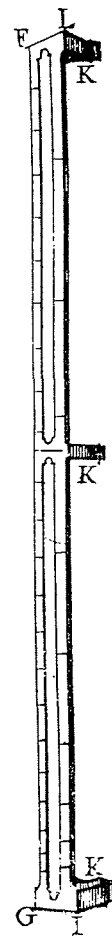
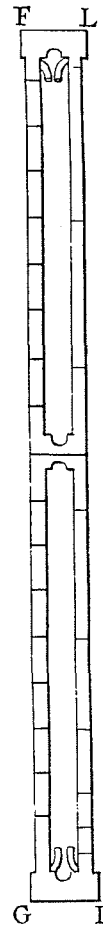
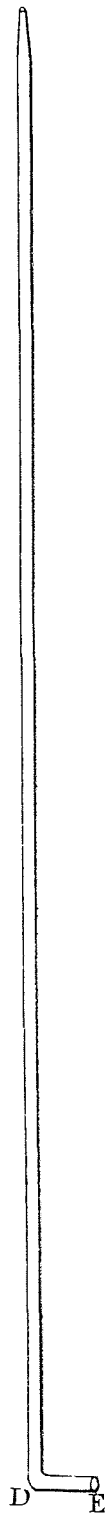
TABLE de Vitesse de l'Eau en pieds & pouces,

VITESSE DE L'EAU.		HAUTEUR DES CHUTES.			VITESSE DE L'EAU.		HAUTEUR DES CHUTES.		
Pieds.	Pouces.	Pouces.	Lignes.	Points.	Pieds.	Pouces.	Pouces.	Lignes.	Points.
1				$\frac{3}{14}$	3	1	2	0	$5 \frac{5}{14}$
2				$\frac{6}{7}$	3	2	2	1	$6 \frac{3}{7}$
3			2		3	3	2	3	$1 \frac{13}{14}$
4			3	$\frac{3}{7}$	3	4	2	4	$6 \frac{6}{7}$
5			5	$\frac{5}{14}$	3	5	2	6	$0 \frac{13}{14}$
6			6	$\frac{5}{7}$	3	6	2	7	6
7			10	$\frac{1}{2}$	3	7	2	9	$0 \frac{13}{14}$
8		1	1	$\frac{5}{7}$	3	8	2	10	$6 \frac{6}{7}$
9		1	5	$\frac{5}{14}$	3	9	3	0	$1 \frac{13}{14}$
10		1	9	$\frac{2}{7}$	3	10	3	1	$9 \frac{6}{7}$
11		2	2		3	11	3	3	$5 \frac{5}{14}$
1	0	2	7		4	0	3	5	$1 \frac{5}{7}$
1	1	3	0	$\frac{3}{14}$	4	1	3	6	$10 \frac{1}{2}$
1	2	3	6		4	2	3	8	$5 \frac{5}{7}$
1	3	4	0	$\frac{3}{7}$	4	3	3	10	$5 \frac{5}{14}$
1	4	4	6	$\frac{6}{7}$	4	4	4	0	$3 \frac{3}{7}$
1	5	5	1	$\frac{13}{14}$	4	5	4	2	$1 \frac{13}{14}$
1	6	5	9	$\frac{2}{7}$	4	6	4	4	$0 \frac{6}{7}$
1	7	6	5	$\frac{5}{14}$	4	7	4	6	$0 \frac{3}{14}$
1	8	7	1	$\frac{5}{7}$	4	8	4	8	0
1	9	7	10	$\frac{1}{2}$	4	9	4	10	$0 \frac{3}{14}$
1	10	8	7	$\frac{5}{7}$	4	10	5	0	$0 \frac{6}{7}$
1	11	9	5	$\frac{5}{14}$	4	11	5	2	$1 \frac{13}{14}$
2	0	10	3	$\frac{3}{7}$	5	0	5	4	$3 \frac{3}{7}$
2	1	11	1	$\frac{13}{14}$	5	1	5	6	$5 \frac{5}{14}$
2	2	1	0	$\frac{6}{7}$	5	2	5	8	$7 \frac{10}{14}$
2	3	1	1	$\frac{3}{14}$	5	3	5	10	$10 \frac{1}{2}$
2	4	1	2	0	5	4	6	1	$1 \frac{5}{7}$
2	5	1	3	$\frac{3}{14}$	5	5	6	3	$5 \frac{5}{14}$
2	6	1	4	$\frac{6}{7}$	5	6	6	4	$1 \frac{2}{7}$
2	7	1	5	$\frac{13}{14}$	5	7	6	8	$1 \frac{13}{14}$
2	8	1	6	$\frac{2}{7}$	5	8	6	10	$6 \frac{6}{7}$
2	9	1	7	$\frac{5}{14}$	5	9	7	1	$0 \frac{3}{14}$
2	10	1	8	$\frac{5}{7}$	5	10	7	3	6
2	11	1	9	$\frac{1}{2}$	5	11	7	6	$0 \frac{3}{14}$
3	0	1	11	$\frac{5}{7}$	6	0	7	8	$6 \frac{6}{7}$

par seconde de temps, avec la hauteur de leur chute.

VITESSE DE L'EAU.		HAUTEUR DES CHUTES.				VITESSE DE L'EAU.		HAUTEUR DES CHUTES.			
Pieds.	Pouces.	Pieds.	Pouces.	Lignes.	Points.	Pieds.	Pouces.	Pieds.	Pouces.	Lignes.	Points.
6	1	...	7	11	$1\frac{13}{14}$	9	1	1	5	8	$1\frac{13}{14}$
6	2	...	8	1	$7\frac{3}{7}$	9	2	1	6	0	$0\frac{6}{7}$
6	3	...	8	4	$5\frac{5}{14}$	9	3	1	6	4	$0\frac{3}{14}$
6	4	...	8	7	$1\frac{5}{7}$	9	4	1	6	8	0
6	5	...	8	9	$10\frac{1}{2}$	9	5	1	7	0	$0\frac{3}{14}$
6	6	...	9	0	$7\frac{5}{7}$	9	6	1	7	4	$0\frac{6}{7}$
6	7	...	9	3	$5\frac{5}{14}$	9	7	1	7	8	$1\frac{13}{14}$
6	8	...	9	6	$3\frac{3}{7}$	9	8	1	8	4	$3\frac{3}{14}$
6	9	...	9	9	$1\frac{13}{14}$	9	9	1	8	4	$5\frac{5}{14}$
6	10	...	10	0	$0\frac{6}{7}$	9	10	1	8	8	$7\frac{5}{7}$
6	11	...	10	3	$0\frac{13}{14}$	9	11	1	9	0	$10\frac{1}{2}$
7	0	...	10	6	0	10	0	1	9	5	$1\frac{5}{7}$
7	1	...	10	9	$0\frac{3}{14}$	10	1	1	9	9	$5\frac{5}{14}$
7	2	...	11	0	$0\frac{6}{7}$	10	2	1	10	1	$9\frac{3}{7}$
7	3	...	11	3	$1\frac{13}{14}$	10	3	1	10	6	$1\frac{13}{14}$
7	4	...	11	6	$3\frac{3}{7}$	10	4	1	10	10	$6\frac{6}{7}$
7	5	...	11	9	$5\frac{5}{14}$	10	5	1	11	3	$0\frac{3}{14}$
7	6	1	0	0	$7\frac{5}{7}$	10	6	1	11	6	8
7	7	1	0	3	$10\frac{1}{2}$	10	7	2	0	0	$0\frac{3}{14}$
7	8	1	0	7	$1\frac{5}{7}$	10	8	2	0	4	$6\frac{6}{7}$
7	9	1	0	10	$5\frac{5}{14}$	10	9	2	0	9	$1\frac{13}{14}$
7	10	1	1	1	$9\frac{3}{7}$	10	10	2	1	1	$9\frac{3}{14}$
7	11	1	1	5	$1\frac{13}{14}$	10	11	2	1	6	$5\frac{5}{14}$
8	0	1	1	8	$6\frac{6}{7}$	11	0	2	2	2	$8\frac{4}{7}$
8	1	1	2	0	$0\frac{3}{14}$	11	1	2	2	3	$10\frac{1}{2}$
8	2	1	2	3	6	11	2	2	2	8	$7\frac{5}{7}$
8	3	1	2	7	$0\frac{3}{14}$	11	3	2	3	1	$5\frac{5}{14}$
8	4	1	2	10	$6\frac{6}{7}$	11	4	2	3	6	$3\frac{3}{14}$
8	5	1	3	2	$1\frac{13}{14}$	11	5	2	3	11	$1\frac{13}{14}$
8	6	1	3	5	$9\frac{13}{14}$	11	6	2	4	4	$0\frac{6}{7}$
8	7	1	3	9	$5\frac{5}{14}$	11	7	2	4	9	$0\frac{3}{14}$
8	8	1	4	1	$1\frac{5}{7}$	11	8	2	5	2	0
8	9	1	4	3	$10\frac{1}{2}$	11	9	2	5	7	$0\frac{3}{14}$
8	10	1	4	8	$7\frac{10}{14}$	11	10	2	6	0	$0\frac{6}{7}$
8	11	1	5	0	$5\frac{5}{14}$	11	11	2	6	5	$1\frac{13}{14}$
9	0	1	5	4	$3\frac{3}{7}$	12	0	2	6	10	$3\frac{3}{14}$

Mem. de l'Acad. 1732. pl. 29. pag. 376.



Simonneau Sculp