



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

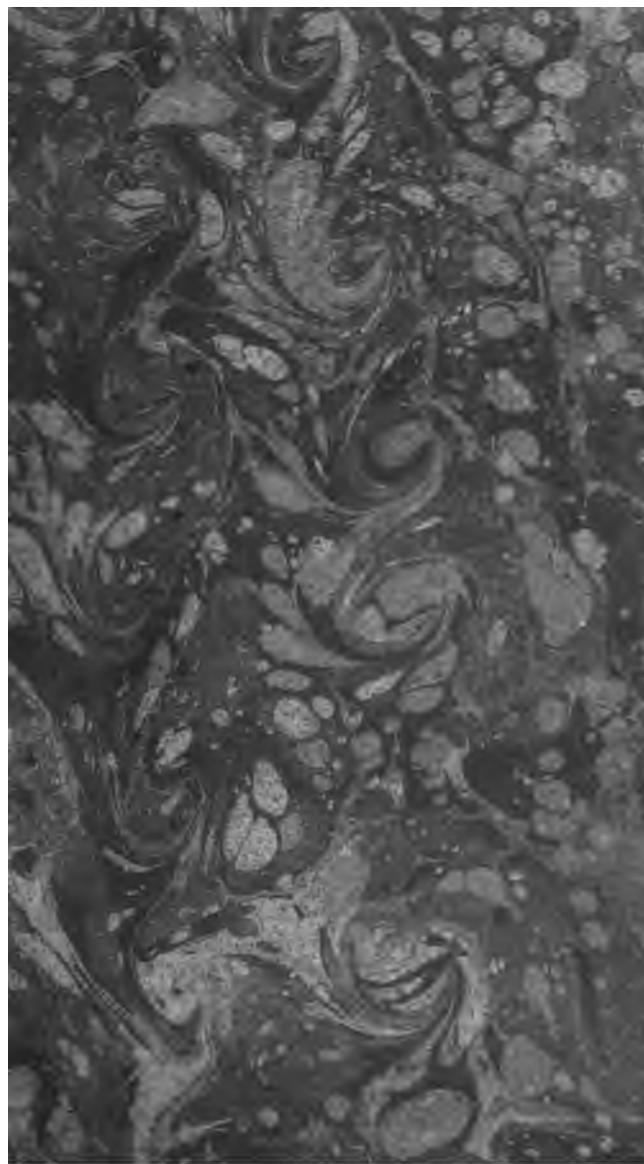
- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

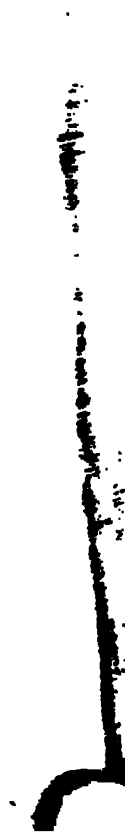






4135 ✓







TRAITE
DU
MOUVEMENT
DES EAUX
ET
DES AUTRES CORPS FLUIDES.
DIVISE' EN V. PARTIES.

*Par feu M. MARIOTTE, de l'Academie
Royale des Sciences.*

Mis en lumiere par les soins de M. DE LA
HIRE, Lecteur & Professeur du Roy
pour les Mathematiques, & de l'Academie
Royale des Sciences.

Nouvelle édition corrigée.



A PARIS,
Chez JEAN JOMBERT, près des Augustins,
à l'Image Notre-Dame.

M. D C C.

AVEC PERMISSION.

186. g. 36.

1860

1861

1862



P R E F A C E.

CEUX qui jusqu'à present ont écrit des hydroliques nous ont donné chacun en particulier des remarques tres-curieuses sur la pesanteur, sur la viscosité, & sur plusieurs autres propriétés des eaux. Le Traité de l'équilibre des liqueurs de M. Palschal est un des plus considerables, tant pour les belles découvertes qu'il a faites, que pour les propriétés singulieres qu'il démontre d'une maniere si claire & si convaincante, que nous ne pouvons pas douter que ce grand Genie n'eût entierement épuisé cette matiere s'il avoit examiné toutes les parties qui la composent.

Il y avoit plusieurs années que M.

La moitié de cet ouvrage étoit assez au net pour être imprimée ; mais le reste m'a donné beaucoup de peine à rassembler sur les memoires qui m'en ont été mis entre les mains après sa mort.

J'ay tâché autant qu'il m'a été possible de n'y rien laisser d'obscur ou d'embarassé dans les dernières parties, & d'y suivre exactement l'ordre qu'il s'étoit proposé ; néanmoins je n'ay osé entreprendre d'éclaircir tous les endroits difficiles, de peur de m'écarter de ses pensées, ou de me rendre peut-être moins intelligible que lui.

J'avois aussi résolu d'ajouter à la fin de cet ouvrage des remarques que j'ay faites sur quelques endroits, qui auroient pû y servir d'explication, ou de confirmation, & entr'autres la démonstration par les principes d'Archimede du Probleme de Mechanique, où la proportion ordinaire est renversée, avec quelques observations que j'ay faites sur l'o-

origine des fontaines, & sur l'élevation des vapeurs; mais j'ay jugé qu'il étoit plus à propos de les donner separément avec quelques autres essais de Physique, que d'augmenter ce volume de mes pensées particulières.

Je n'aurois pas differé si long temps à faire imprimer cet ouvrage si je n'en avois été détourné par des occupations d'une tres-grande importance que MONSIEUR DE LOUVOIS m'a fait l'honneur de me donner. Il avoit considéré lui-même que la riviere d'Eure depuis sa source jusqu'à la rencontre qu'elle fait de la Seine vers le Pont de l'Arche où remonte le flux de la mer, ne parcouroit que 45 lieuës; & que des mêmes sources de cette riviere il y avoit quelques ruisseaux qui alloient avec une rapidité tres-grande rencontrer la riviere d'Huine, & ensuite par la Loire jusqu'à la Mer à prés de 80 lieuës de cette source commune; cette rapi-

dité étant connuë d'ailleurs par plusieurs moulins qui vont par dessus ; il jugea donc que la riviere d'Eure devoit avoir une pente tres considerable , & peu de temps après la mort de Monsieur Mariotte, il m'ordonna de niveler la hauteur de cette riviere à l'égard du Château de Versailles. Quoy que la distance entre ce Château , & l'endroit où l'on pouvoit prendre commodément la riviere fût de plus de 20 lieuës, mes nivellemens faits par differens chemins & reiterez plusieurs fois se sont trouvez parfaitement d'accord entr'eux , & m'ont fait voir que cette riviere pouvoit être facilement conduite à la hauteur du Château de Versailles , qu'en la prenant à Pongoin à 7 lieuës au dessus de Chartres , elle étoit 110 pieds plus élevée que le rez de chaussée de la plus haute partie de ce Château.

On doit sans doute preferer les eaux courantes , qui sont conduites dans des aqueducs , à celles qui sont

élevées par des machines , puisqu'elles ne sont pas sujettes à être souvent interrompues par les reparations qu'il faut faire aux conduites , & d'ailleurs l'eau pouvant venir facilement en tres-grande abondance : mais comme il y a plusieurs occasions où les machines sont d'une tres grande utilité , & où l'on est même obligé de s'en servir pour l'élevation des eaux , il auroit été à souhaiter que Monsieur Mariotte nous eût laissé par écrit ses sentimens sur les différentes pompes & autres machines qui sont en usage , ou qui ont été seulement proposées pour cet effet , avec un examen , & un calcul de ce qu'elles fournissent chacune en particulier , & quel choix l'on en doit faire suivant les différentes occasions.. Il m'avoit souvent parlé de son dessein sur ce sujet qui devoit faire une des parties de ce traité ; mais je n'en ay rien trouvé dans ses memoires qui fût en état d'être donné au public.. Il avoit changé plusieurs fois

L'ordre des parties de cét ouvrage; mais enfin peu de jours avant sa mort, il m'en donna la division suivante qui m'a beaucoup servi, & principalement dans les dernières parties.

Ce livre étant rempli d'un tres-grand nombre d'experiences, & de plusieurs regles qui en sont déduites avec quelques observations sur ces mêmes regles; j'ay crû qu'il étoit à propos d'y ajouter une table fort ample, afin de pouvoir trouver facilement les endroits où il est parlé de quelque matiere dont on peut avoir besoin dans les occasions.

Tout ce traité est divisé en 5 parties.

La première partie contient cinq discours.

Le premier discours traite de plusieurs proprietéz des corps fluides.

Le second, de l'origine des Fontaines.

Le troisième, des causes des vents.

La seconde partie contient trois discours.

Le premier , de l'équilibre des corps fluides par la pesanteur.

Le second , de l'équilibre des corps fluides par le ressort.

Le troisième , de l'équilibre des corps fluides par le choq.

La troisième partie contient quatre discours.

Le premier , des pouces & des lignes dont on mesure les eaux courantes & jaillissantes.

Le second , de la mesure des eaux jaillissantes , suivant les différentes hauteurs des reservoirs.

Le troisième , de la mesure des eaux jaillissantes par des ajutoirs de différentes ouvertures.

Le quatrième , de la mesure des eaux courantes.

La quatrième partie contient deux discours.

Le premier , de la hauteur des jets perpendiculaires.

Le second , de la hauteur des jets obliques.

La cinquième partie contient trois discours.

Le premier, des tuyaux de conduite.

Le second, de la résistance des solides, de la force des solides, & de la force des tuyaux de conduite.

Le troisième, de la distribution des eaux.

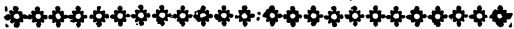


TRAITE'



T R A I T E',
 DU MOUVEMENT
 D E S E A U X

ET DES AUTRES CORPS FLUIDES:



P R E M I E R E P A R T I E.

DE PLUSIEURS PROPRIETEZ
 des Corps Fluides, de l'Origine des
 Fontaines, & des causes des Vents.

P R E M I E R D I S C O U R S.

De plusieurs proprietes des corps fluides.



L' A I R & la flame sont des Corps
 Fluides ; l'eau, l'huile, le mer-
 cure, & les autres liqueurs, sont
 des corps fluides & liquides ;
 tout liquide est fluide, mais tout fluide

4. *Du Mouvement des Eaux*
me il en sort de l'eau glacée. J'ay observé que deux livres de glace diminueoient de poids pendant un tres-grand froid d'environ deux gros par jour ; d'où l'on peut inferer que l'eau commençant à estre glacée, conserve encore quelque peu de chaleur, de mesme que le plomb en conserve encore beaucoup lors qu'il commence à se durcir après avoir esté fondu.

Il y a quelques parties étrangères & heterogenes dans l'eau, lesquelles se transforment en air, par une grande chaleur ; on l'experimente lors qu'on met un vaisseau plein d'eau sur le feu, car on voit se former au fond du vaisseau, & ensuite s'élever au dessus de l'eau, plusieurs petites bulles d'air. On ne doit point croire qu'elles procedent de la flame qui pourroit passer au travers du vaisseau, puisque l'huile ne pousse point de ces petites bulles d'air, lorsqu'on l'a laissée un peu de tems sur le feu pour faire évaporer ce qu'elle a de plus aqueux, encore mesme qu'on augmente le feu en suite.

Il se forme aussi de semblables bulles dans l'eau lors qu'elle se gele ; & parce que cette matiere heterogene, que j'appelle matiere aérienne, occupe plus de place quand elle est réduite en bulles d'air, elle fait effort pour s'étendre & ne trouvant point d'issue au travers de la glace, elle la fait rompre &

I. Partie.

mesme les vaisseaux qui la contiennent, s'ils sont plus étroits au dessus que vers le milieu.

Pour expliquer d'où vient que cette matière qui est dans l'eau tient plus de place quand elle se remet en air; on peut supposer que l'air est un amas d'une infinité de petits filamens entortillez & mêlez l'un dans l'autre comme de petits filamens de coton; or si l'on trempe dans un verre à demy-plein d'eau un petit amas de coton pressé il occupera au commencement une place selon sa grosseur, & il fera élever l'eau vers le dessus du verre considérablement; mais si l'on separe peu à peu les petits filamens du coton, en sorte que l'eau puisse se couler par tous leurs intervalles, alors la surface supérieure de l'eau redescendra à peu près à la mesme marque où elle estoit avant qu'on y eut mis le coton.

Par cette experience on connoitra que l'air se peut insinuer peu à peu dans l'eau & y tenir beaucoup moins de place que lorsqu'il y est en petites bulles, & que lorsqu'après avoir esté mêlé & comme absorbé dans l'eau, il se remet en petites bulles par le mouvement que la chaleur luy donne ou par quelques autres causes, il tient beaucoup plus de place qu'auparavant.

On connoît que l'air s'insinuë dans l'eau par l'experience suivante. Faites bouillir de

l'eau deux ou trois heures durant, & après qu'elle sera refroidie, emplissez-en une petite bouteille de verre, fermez son goulet avec le doigt, & le trempez dans un verre plein d'eau; faisant en sorte qu'il y ait de l'air gros comme une noifette au haut de la bouteille renversée; Vous remarquerez que dans 24. heures cet air disparaîtra. Remettez-y de même une autre bulle d'air aussi grosse, elle entrera encore peu à peu dans l'eau, mais il faudra plus de temps pour l'absorber toute entière; on y en pourra faire entrer encore plusieurs autres de même grosseur l'une après l'autre: mais enfin quand l'eau en sera suffisamment impregnée il n'y en entrera plus, & une petite bulle d'air de deux lignes de diametre se tiendra au dessus de l'eau de la bouteille plus de 15. jours sans y entrer. Cet effet se remarque encore plus sensiblement dans l'esprit de vin; car si l'on en met dans la machine du vuide un verre à demy plein, il sortira une tres-grande quantité de cette matiere aérienne en grosses bulles dès qu'on aura pompé une bonne partie de l'air enfermé dans le recipient, mais dans peu de temps il n'en sortira plus; & si l'on emplit une petite bouteille de cet esprit de vin dont la matiere aérienne sera sortie, & qu'on y laisse entrer de l'air gros comme le pouce pour le faire demeurer au haut de

La bouteille après qu'on l'aura renversée dans d'autre esprit de vin, comme il a esté dit cy-dessus de l'eau boüillie, cet air s'insinuera dans l'esprit de vin en moins de deux heures: & si l'on y en remet une pareille quantité jusques à 2. ou 3. fois, il y entrera encore; mais si l'on met cette bouteille dans la mesme machine du vuide, cet air qui s'estoit comme distois, & méleé invisiblement dans l'esprit de vin, en ressortira en grosses bulles, dés qu'on aura un peu pompé l'air du récipient: ce qui fait voir manifestement que c'est du véritable air qui sort de l'eau & de plusieurs autres liqueurs quand on les fait geler, ou boüillir, ou qu'on diminue par le moyen de la machine du vuide, le ressort de l'air qui les presse; ce que j'ay expliqué plus au long dans le Traité de la nature de l'air.

J'ay connu ce qui arrive à l'eau quand elle se gele par les experiences suivantes.

J'ay mis pendant un tres-grand froid dans un vaisseau cylindrique de sept ou huit pouces de hauteur & de six pouces de largeur, de l'eau qui estoit déjà assez froide, jusques à deux pouces prés du bord, & je consideray attentivement tout le progrès de la gelée. Il se fit d'abord une petite congelation dans la surface superieure de l'eau, de petites lames languettes & crenelées ayant entre-elles des intervalles non

8 *Du Mouvement des Eaux*

gelez, lesquels se gelerent aussi peu à peu à la reserve d'un petit endroit vers le milieu qui n'estoit point encore gelé, quoy que le reste de la surface le fût déjà de plus de deux lignes d'épaisseur. Je remarquay que dans le fond & contre les côtez du vaisseau il se faisoit de petites bulles d'air dans la glace qui commençoit à s'y former, quelques-unes s'élevoient en haut, & les autres demeuroient engagées dans la glace, ce qui me fit juger que ces petites bulles venant à occuper plus de place dans l'eau que quand leur matiere y étoit comme dissoute, elle pouffoit un peu d'eau par le trou qui estoit au dessus, de la mesme maniere qu'un tonneau estant plein de vin nouveau il en sort un peu par le trou du bondon quand le vin commence à s'échauffer; & le peu d'eau qui sortoit par ce petit trou se répandant sur ce qui en estoit proche & qui estoit déjà gelé, se geloit aussi, & commençoit à y former une élévation de glace, & ce trou demeurant toujours ouvert par l'eau qui y passoit successivement, estant poussée par les nouvelles bulles d'air qui se faisoient dans la glace, laquelle continuoit à s'augmenter peu à peu vers les côtez du vaisseau & vers le fond; j'observay que la surface supérieure de l'eau estoit déjà gelée de plus d'un pouce d'épaisseur vers les bords du vaisseau.

& de plus d'un pouce & demy à l'entour & proche le petit trou, avant que l'eau qui y estoit comme dans un petit canal fût gelée : mais enfin elle se gela, & alors le milieu de l'eau n'estant point encore gelé, & l'eau poussée par les nouvelles bulles qui continuoient à se former pendant deux ou trois heures, ne trouvant plus d'issuë par le petit trou la glace se rompoit tout à coup vers le haut par l'effort de cet air enfermé. Je fis une seconde experience, en laquelle après que la glace eut environ deux pouces d'épaisseur, je fis chauffer les bords du vaisseau pour faire fondre l'exterieur de la glace, & je la tiray par ce moyen toute entiere hors du vaisseau, sans que l'eau qui estoit encore au milieu de la glace se renversast. Je mis cette glace à l'air pour achever de faire geler le reste de l'eau, & trois ou quatre heures après elle se rompit, & je trouvay que dans le milieu il y avoit un vuide de la grosseur d'un pouce & demy de diametre, d'où estoit sorty le reste de l'eau qui n'estoit pas encore gelé & qui remplissoit cette esp. ce. Je fis une troisiéme experience, dans laquelle après avoir tiré de la mesme maniere la glace hors du vaisseau, je perçay avec une grande épingle l'endroit du petit trou qui s'étoit gelé, & où la glace estoit plus élevée d'un pouce qu'au reste, par l'eau qui s'étoit

repanuë près du petit trou & s'y étoit gelée; il se fit un petit jet-d'eau par le trou qu'avoit fait l'épingle après que je l'eus retirée, & l'eau se gela de nouveau dans le trou. Je continuay à percer cet endroit de temps en temps jusques à ce que l'eau fût toute gelée; J'exposay en suite cette glace à l'air froid pendant toute la nuit sans qu'elle se rompît; ce qui me fit connoître manifestement que la rupture de la glace dans les experiences precedentes procedoit de la force du ressort des bulles d'air. Le milieu de cette glace estoit mêlé à peu près d'autant d'air que de glace, & il y avoit bien moins de bulles à proportion vers l'exterieur de la glace. Si l'on fait bouillir l'eau pour en faire sortir la matiere aërienne avant que de l'exposer à la gelée, il se fera de la glace jusques à deux ou trois pouces d'épaisseur qui n'aura point de bulles visibles & sera parfaitement transparente & propre à faire le mesme effet pour brûler au Soleil que les verres convexes; Voicy la maniere de rendre cette glace convexe. Ayez un petit vaisseau creux en demie spherre dont le diametre soit d'un demy pied, mettez-y un fragment de cette glace transparente & la mettez sur un peu de feu pour en faire fondre l'exterieur; vous verserez l'eau par inclination à mesure que l'exterieur de la

glace se fendra : retournez-la de l'autre côté & la faites fondre de mesme jusques à ce qu'enfin elle ait pris une figure convexe des deux costez bien polie & uniforme ; alors si le Soleil luit elle fera à peu près le mesme effet pour brûler du papier noir-cy ou de la poudre à canon , comme si c'étoit un verre convexe. Quelques-uns ont cru que l'eau bouïllie se geloit plus aisément que l'autre, mais en ayant mis de l'une & de l'autre également dans deux verres égaux , & ayant fait en sorte qu'elles fussent refroidies également avant que de les exposer à la gelée , je ne pus jamais remarquer qu'elles gelaissent plutôt l'une que l'autre.

Dans les endroits des Rivieres où l'eau est dormante , il s'y amasse de la bouë dont il sort beaucoup d'air quand on marche dessus , ou qu'on y foue un bâton , soit que cet air s'y forme peu à peu de la matiere aérienne qui se trouve dans l'eau de la Riviere , soit qu'il procede de ce que l'eau descendant par de petits canaux au dessous de son lit , fait élever l'air qui s'y trouve , lequel rencontrant la bouë s'y arreste. Outre la matiere aérienne qui se trouve dans l'eau , il y en a une autre qui peut estre appellée matiere fulminante que j'ay reconnüe par plusieurs experiences comme celle que je rapporte icy : Mettez

12 *Du mouvement des Eaux*

dans un petit vaisseau de cuivre ou d'étain une grosse goutte d'eau & de l'huile au dessus jusques à un pouce de hauteur, mettez une chandelle allumée au-dessous du vaisseau à l'endroit où est la goutte d'eau; vous verrez qu'il en sortira de petites bulles d'air pendant un certain temps, & qu'ensuite il n'en sortira plus ou tres-peu; mais quand l'huile sera échauffée il se fera des fulminations dans la goutte d'eau qui feront sauter une partie de l'huile en haut, & pourront separer la goutte d'eau en deux ou trois parties. Cet effort peut proceder de quelques parcelles de sels ou d'autres matieres inconnuës dissoutes dans l'eau, lesquelles ayant atteint un certain degré de chaleur se dilatent tout à coup comme fait l'Or fulminant.

L'analogie qui est entre l'huile & l'eau, est que l'huile s'affermit & se gele par un grand froid, mais moins fortement que l'eau; qu'elle devient coulante à une mediocre chaleur, qu'une grande chaleur la fait élever en fumée & en exhalaisons semblables à peu près en consistance aux vapeurs qui sortent de l'eau, & enfin que ces fumées, du moins leurs plus subtiles parties, se change en flame par une tres-grande chaleur.

L'air, le mercure, & l'eau où il y a beaucoup de sel commun dissous, ne se gèlent pas,

ny ne deviennent pas durs au froid non plus que l'esprit de salpêtre, l'esprit de vitriol & les autres eaux fortes, mais ces matieres demeurent toujours liquides & coulantes; les eaux fortes s'élevent aussi en vapeurs par la chaleur.

Le mercure, l'eau, l'huile, le vin, l'esprit de vin & les autres liqueurs se dilatent par la chaleur, & se condensent par un mediocre froid, sans qu'il paroisse pourtant qu'aucun air y soit mêlé ou qu'il en sorte aucunes bulles. Mettez de l'huile dans une bouteille qui ait le goulet long & étroit, & la chauffez mediocrement; elle montera peu à peu dans le goulet, & en se refroidissant elle descendra jusques à la pomme sans qu'il y paroisse entrer ou sortir de l'air; & mesme si la bouteille estant toute pleine d'huile mediocrement chaude, on la renverse en la soutenant avec le doigt, & qu'on trempe le bout dans de l'eau froide jusques à la moitié du goulet, l'huile se refroidissant quittera le goulet qu'elle occupoit, & l'eau y montera; mais si on chauffe de nouveau mediocrement la bouteille, l'huile redescendra & chassera l'eau sans qu'il paroisse s'y former aucunes bulles d'air. Cet effet est tres-sensible dans l'esprit de vin dont on remplit les thermometres de verre scellez hermetiquement; car quand il fait bien froid, l'esprit de vin descend jusques

14. *Du mouvement des Eaux*

à la pomme, & dans le grand chaud il monte jusques au haut du ruiiau, quoyqu'il soit de plus de deux pieds de hauteur. J'ay veu des thermometres pleins de mercure au lieu d'esprit de vin, qui faisoient à peu près le mesme effet.

Le mercure ne s'éleve en vapeurs qu'à une grande chaleur. J'ay tenu pendant deux ans une petite bouteille où il y avoit environ une livre de mercure dans un cabinet, où le Soleil luisoit pendant l'été; j'y trouvay sensiblement le mesme poids au bout de ce temps-là; mais si on en met dans un assez grand feu, il s'éleve tout en vapeurs invisibles, lesquelles estant reçues dans un alambic, elles se remettent en mercure coulant & liquide comme avant leur évaporation.

On remarque dans l'eau une espèce de viscosité, qui attache ses parties l'une à l'autre & à quelqu'autres corps, comme au bois & au verre bien net, en sorte qu'une goutte d'eau assez grosse demeure suspendue au verre & au bois sans tomber, & lors-qu'on en verse dans un verre bien net sans l'emplir entièrement, elle s'éleve joignant le verre au dessus de son niveau jusques à plus d'une ligne & demie: & quoyqu'on ne puisse bien dire en quoy consiste cette viscosité, il est constant que ces effets se font toujours; ainsi deux gout-

des d'eau séparées se joignent ensemble & ne font plus qu'une seule goutte aussi-tôt qu'elles viennent à se toucher tant soit peu : la même chose arrive à deux gouttes de mercure, à deux gouttes d'huile posées doucement sur de l'eau en les approchant l'une de l'autre ; & même on voit que les petites bulles d'air qui sont au fond d'un plat plein d'eau quand il a été sur le feu, se joignent à celles qui leur sont voisines si on les pousse l'une contre l'autre avec une épingle ou autrement. J'ay veu une fois rouler le long d'une table de pierre polie, un peu de mercure de la grosseur d'un pouce, il rencontra un petit creux dans la table où une petite partie du mercure entra, & le reste continuant de couler fut sur le point de se separer du peu qui étoit dans le creux, ce qui les joignoit n'ayant plus qu'environ deux lignes de largeur ; mais cette viscosité qui lie ensemble les parties du mercure l'empêcha, & ce qui étoit passé se rapprocha de la partie qui étoit dans le creux, & tout le mercure s'arresta dessus & à l'entour. Pour expliquer en quelque façon cette viscosité, on pourroit dire que chacune de ces matieres ont leur petites parties en perpetuel mouvement, & que celles de chaque espece ont de certaines figures propres à s'acrocher & à se lier les unes aux autres, & qu'elles s'embarassent & s'acrochent ne-

cessairement par leur mouvement dès que elles se touchent. Il y a une autre cause qu'on pourroit conjecturer, sçavoir que l'air ayant une vertu de ressort reduiroit ces corps fluides au plus petit espace qu'ils peuvent occuper qui est la figure spherique, mais il pourroit aussi bien reduire en un globe seul une goutte de mercure & une goutte d'eau, & même cette cause n'auroit point de lieu dans la machine du vuide lorsqu'on a pompé l'air qui est dessous un recipient, car ce qui en reste n'a plus de ressort considerable & cependant les gouttes d'eau & celle de mercure se joignent ensemble & prennent une rondeur dans cet air extrêmement rarefié de la même maniere que dans l'air commun. Dans ces doutes on pourra se contenter de prendre pour principe d'experience que les fluides de même nature sont disposez à se joindre ensemble aussi-tôt qu'ils se touchent & l'on appellera cet effet si l'on veut, mouvement d'union. Il y a aussi de certains corps où l'eau ne s'attache point ou tres-difficilement comme la graisse, les feuilles de choux non manières, les plumes de cignes & canars, & elles s'y mettent en petites boules, ou si elle y est en grande quantité elle se met en rondeur aux extremités, le reste demeurant de niveau. Le mercure ne s'attache ny au verre ny au bois ny à la pierre,

&

& c'est ce qui luy a donné le nom de vif-argent, car lorsqu'il est en petite quantité il roule sur ces matieres par sa pesanteur, jusques à ce qu'il rencontre de petits creux qui le retiennent, mais il s'attache facilement à l'estain, à l'or, & à quelques autres metaux & même il s'y imbibe de maniere qu'il en discontinuë les parties & ne compose plus qu'un corps avec elles, c'est ce que les Chimistes appellent *amalgamer*.

SECOND DISCOURS.

De l'origine des Fontaines.

Les vapeurs aqueuses qui s'élevent des mers, des rivieres, & des terres humides étant arrivées à la moyenne region de l'air, & y ayant formé des nuées s'y refroidissent; & elles ne peuvent pas monter plus haut, parce qu'elles rencontrent un air moins condensé que celui qui est proche de la terre, & cet air étant moins pesant qu'elles ne les scauroit soustenir. Ces vapeurs étant agitées par les vents se rencontrent les unes les autres & s'attachent ensemble & de plusieurs petites gouttes imperceptibles il s'en fait d'assez grosses qui commencent à peser plus que l'air qui est au dessous, & en descendant peu à peu

B

§. Du Mouvement des Eaux.

elles en rencontrent d'autres plus petites, d'où il arrive qu'elles se grossissent successivement, & par ce moyen elles deviennent enfin des gouttes de pluye; celles qui viennent des nuées fort hautes sont les plus grosses parce qu'elles ont plus d'espace pour se grossir; & Aristote s'est trompé quand il a soutenu le contraire: la raison qu'il en donne est que si l'on jette unseau d'eau par une fenestre fort élevée, elle se divise en de plus petites gouttes que si l'on ne l'avoit pas jettée de si haut; mais cette comparaison est trompeuse, car il est bien vray qu'une goutte grosse comme le pouce tombant plus viste par l'air qu'une fort petite se separe facilement en deux ou trois parties par le choq de l'air, principalement quand il fait un grand vent, & ainsi les plus grosses gouttes ne sont ordinairement que d'environ trois lignes de largeur, & lorsque deux ou trois de ces gouttes se joignent ensemble, elles se separent incontinct après, mais elles ne peuvent arriver à cette grosseur de trois lignes de diametre qu'après s'être jointes plusieurs ensemble; & on voit tomber souvent quand les brouillards s'épaississent de tres-petites gouttes de pluye qu'on ne peut bien discerner quand il y a quelque objet noir par derriere.

Puis donc que la pluye en son commen-

tement est tres menuë, il est évident qu'il faut qu'elle tombe de fort haut pour se grossir; & c'est par cette raison que les pluies d'hyver sont ordinairement fort menuës parce que les nuës ne s'élevent alors qu'à une petite hauteur. J'ay observé que l'air étant couvert de grosses nuës & faisant une pluye fort épaisse avec de grosses gouttes au bas d'une montagne fort haute, les gouttes étoient moindres à mesure que je montois au haut de la montagne, & quand je fus presque au plus haut, la pluye étoit tres menuë; j'estois alors dans un brouillard qui m'avoit paru une nuée quand j'étois au bas de la montagne.

Une seule nuée poussée par des vents impetueux peut donner de la pluye successivement par une espace de plus de cinquante lieües, ce qu'on a remarqué souvent par les dégasts que fait la gresse qui se forme dans une seule nuée.

Les pluyes étant tombées penetrent dans la terre par de petits canaux qu'elles y trouvent, ce qui fait que lorsqu'on creuse la terre un peu profondement on rencontre d'ordinaire de ces petits canaux, dont l'eau s'assemblant au fond de ce qu'on a creusé fait l'eau des puits, mais l'eau des pluyes qui tombent sur les colines & sur les montagnes ayant penetré la surface de la terre, principalement quand elle est

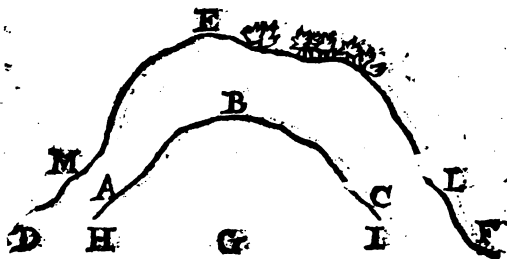
legère & mêlée de cailloux & de racines d'arbres, rencontrent souvent de la terre glaise, ou des rochers continus le long desquelles elle coulé ne les pouvant penetrer jusques à ce qu'étant au bas de la montagne ou à une distance considerable du sommet, elle ressort à l'air & forme les fontaines, cet effet de la nature est aisé à prouver; car. premierement l'eau des pluies tombe toute l'année en assez grande abondance pour entretenir les fontaines & les rivieres, comme on le fera voir ensuite par le calcul; secondement on remarque tous les jours que les fontaines augmentent ou diminuent à mesure qu'il pleut ou qu'il ne pleut pas, & s'il se passe deux mois entiers sans pleuvoir considerablement, elles diminuent la plus-part de la moitié; & si la secheresse continuë encore deux ou trois mois, la plus-part tarissent & les autres diminuent des $\frac{2}{3}$ ou des $\frac{3}{4}$ d'où l'on peut conclure que s'il cessoit un an entier de pleuvoir, il ne resteroit que fort peu de fontaines dont la plus-part seroient tres-petites ou qu'elles cesseroient toutes entièrement.

Les grandes rivieres comme la Seine, diminuent souvent à la fin de l'été de plus des $\frac{1}{2}$ de la grandeur qu'elles ont après les grandes pluies, quoy-que la secheresse ne dure pas trois mois de suite: & s'il y a quel-

Les fontaines qui ne diminuent que de moitié ou du tiers, cela procedé de celles ont de grands reservoirs qu'elles creusé dans les rochers en ayant emporté les terres & ne s'étant fait que de pe-
 sissuës : d'où vient qu'elles ne croissent tant que les autres par les pluyes con-
 nuelles. Quelques Philosophes apportent
 autre cause de l'origine des fontaines, voir qu'il s'élève des vapeurs du pro-
 d de la terre lesquelles rencontrant des
 chers au haut des montagnes en forme
 voutes, s'y reduisent en eau comme
 le chapreau d'un alambic, & que
 l'eau coule en suite au pied ou dans le
 chant des montagnes; mais cette hy-
 pothese se peut difficilement soutenir, car
 BC est une voute dans une montagne
 F; il est manifeste que si les vapeurs
 se condnoissent en eau dans le concave de
 la surface A. B. C; elle tomberoit per-
 diculairement vers H G I & non vers
 LM, & par consequent elle ne feroit ja-
 mais aucune fontaine; d'ailleurs on ne
 l'y ait beaucoup de telles cavernes
 sous les montagnes & on ne scauroit les
 voir, que si on dit qu'il y a de la
 eau à côté & au dessous de A B C, on ré-
 dra que les vapeurs s'échaperont à côté
 A & C & qu'il s'en resoudra fort
 en eau, & parce qu'on voit presque

22 *De Mouvement des Eaux.*

roujours de la terre glaise où il y a des fontaines, il est tres vray-semblable que ces pretenduës eaux alambiquées ne pourroient passer au travers, & par consequent que les fontaines ne peuvent pas être produites par cette cause..



Quelques Auteurs rapportent que des fontaines ont cessé de couler pour avoir donné jour à de grandes concavitez souterraines, d'où il étoit sorti une grande quantité de vapeurs qui se refouloient en eau dans ces cavernes : on peut répondre à cela que ces histoires sont suspectes, on ne nie pourtant pas qu'il n'y puisse avoir de telles dispositions dans le haut d'une montagne principalement dans celles qui sont couvertes de neige, que les vapeurs qui se condenseroient par la rencontre d'un grand lit de pierre comme dans un alambic, pourroient former quelque petit filet.

l'eau qui sortiroit à côté ; mais cela est très difficile à rencontrer , & on n'en pourroit tirer de conséquence pour les autres Fontaines.

On objecte encore que les pluies de l'esté quoy-que très - grandes , n'entrent dans la terre que d'environ un demy pied , & que qu'on peut remarquer dans les jardins & dans les terres labourées : je demeure d'accord de l'expérience ; mais je soutiens que dans les terres non cultivées & dans les bois il y a plusieurs petits canaux qui sont fort près de la surface , dans lesquels l'eau de la pluie entre , & que ces canaux sont continuez jusques à une grande profondeur , comme on le voit dans les puits creusés profondement , & que quand il pleut dix ou douze jours de suite , à la fin de dessus des terres labourées s'humecte entièrement , & le reste de l'eau passe dans les petits canaux qui sont au-dessous , & qui n'ont pas esté rompus par le labourage.

On voit dans les caves de l'Observatoire Royale de Paris plusieurs gouttes d'eau qui tombent du haut des voutes naturelles de pierre qui y sont , mais il est aisé de remarquer qu'elles ne procedent pas des vapeurs , car on les voit toujours couler par quelques fentes ou par quelques petits trous du Rocher , les autres endroits demeurent secs ou fort peu humides , & cela

24 Du Mouvement des Eaux

arrive après de grandes pluyes : il y a même un endroit où est la plus grande voute, où il distile en tout temps beaucoup de gouttes d'eau, mais elles procedent d'un amas d'eau qui est directement au dessus.

Il y a des carrieres en plusieurs endroits dont le haut est en forme de voute, & il n'y a que vingt ou trente pieds de terre au dessus, où l'on peut remarquer que les petits égouts d'eau qui s'y font passent par de petites fentes entre les lits de pierre & qu'ils procedent des pluyes, parce qu'ils ne paroissent qu'après de grandes pluyes, & qu'ils ne durent que quinze jours ou trois semaines après qu'il a cessé de pleuvoir ; & on peut facilement juger que les autres écoulemens des fontaines se font de la même sorte.

L'esté de l'année 1681. fut tres-sec en France, ce qui fit tarir la plus-part des puits & des fontaines en beaucoup d'endroits, & quoy qu'il fit un assez grand froid à la fin d'Octobre & au commencement de Novembre, les eaux continuerent à diminuer, ce qu'elles n'eussent pas fait s'il se fût formé de l'eau par les vapeurs élevées des lieux souterrains & condensées par le froid de la surface de la terre. Il y a un creux dans les caves de l'Observatoire où il y avoit toujours de l'eau depuis l'année 1668. jusques en 1681. mais la secheresse de cette
année

année la fit dessecher entierement, & il n'y en avoit pas encore une seule goutte en Février 1682. quoy-qu'il eût beaucoup plu pendant plusieurs jours au commencement de ce mois; & l'esté suivant ayant été fort pluvieux, l'eau n'y revint pourtant point au mois de Septembre, ny même pendant les deux années suivantes.

Si l'on jette sur un terrain ferme & difficile à être penetré par l'eau, une grande quantité de pierres, de sable & de plâtras mêlez de terre jusques à dix ou douze pieds de hauteur, il se fera une petite fontaine au lieu le plus bas qui coulera toujourns, si ce terrain est de la grandeur d'un arpent ou de deux.

J'ay veu cet effet dans une place où l'on avoit amassé des plâtras de la hauteur d'environ trois pieds, elle contenoit en surface un peu moins de 500. toises, il arrivoit que les eaux des pluyes qui tomboient sur cette place & sur les toits des maisons voisines étoient retenues par ces plâtras, & ne passoient que peu à peu à travers, & ne pouvant penetrer le pavé & le terrain ferme qui estoit au-dessous, & elles se rendoient enfin vers un endroit le plus bas où il se faisoit un petit filet d'eau continu.

Quelquefois les terres des montagnes sont disposées de telle sorte que les eaux qui

26 *Du Mouvement des Eaux.*

Y entrent peuvent ressortir à l'air & couler entre deux terres ou entre la terre & les rochers; & alors on ne peut les découvrir qu'en faisant des tranchées à my-côte assez profondes, & il arrive souvent qu'on ramasse des eaux en raisonnable quantité par cette manière, comme on l'a pratiqué en plusieurs endroits.

Il y a quelques fontaines qui viennent du milieu des montagnes, & elles se font lors que les eaux des pluyes ayant trouvé passage par les terres sablonneuses & par les fentes des rochers jusques aux deux tiers ou aux trois quarts de l'intérieur de la montagne, il s'y trouve un fond continu de terre glaise tres-dure, ou quelques lits de pierre continuë où l'eau s'arrête & s'amasse jusques à une hauteur considérable, laquelle faisant effort de tous côtez par sa pesanteur, fait enfin quelques ouvertures vers le bas de la montagne par quelques fentes des rochers. Ces sortes de fontaines durent plus que les autres pendant les grandes secheresses, & peuvent estre chargées de divers sels & d'autres matieres qui s'y dissolvent.

On voit quelques-fois des fontaines bien élevées dans le haut des montagnes, & quelques-uns soutiennent qu'elles sont au plus haut lieu; j'ay remarqué une de ces fontaines dans une montagne à deux

lieuës de Dijon , elle donne beaucoup d'eau : & quand on en est fort près on ne voit qu'environ quarante pieds de hauteur de terrein au dessus dont la pente est tres-roide ; mais si l'on regarde de loin cette montagne , on la voit s'étendre par une pente assez sensible , jusques à plus de cinq cens toises de longueur & deux cens de largeur. Or en cet espace il tombe assez d'eau des pluyes pour entretenir cette fontaine comme il sera prouvé ensuite.

Il y a des lacs au dessus de quelques montagnes qui donnent de petits ruisseaux : cela peut arriver , parce qu'il y a des terres à l'entour du lac plus élevées que le niveau de l'eau & d'une grande étendue. M. Cassini m'a dit avoir veu en Italie un assez grand lac au dessus d'une haute montagne où il y avoit deçà & delà des élévations de terre de plus d'une demi-lieuë de longueur qui étoient souvent couvertes de neiges , dont les écoulemens avec celui des eaux des pluyes pouvoient aisément entretenir le lac , qui doit avoir un terrein tres-ferme au dessous ou des rochers continus , il y fait ordinairement tres-froid ; c'est pourquoy cette eau ne s'exhale pas considerablement.

Il y a une fontaine au Mont-Valerien , à deux lieuës de Paris à peu près de même. Le terrein qui la produit à envi-

28 *Du Mouvement des Eaux.*

ron cent toises de longueur, & cinquante de largeur : elle est auprès d'une maison environ au tiers de la hauteur de la montagne. Il y a encore plusieurs autres endroits du mesme costé, dans lesquels on trouve de l'eau, & on y fait de petites fontaines coulantes, en creusant la terre de sept ou huit pieds de hauteur ; car si après avoir trouvé l'eau on continuë l'ouverture horisontalement tirant vers le bas jusques à ce qu'on ait gagné la hauteur du terrain, on aura une petite fontaine qui ne tarira que rarement. Il y a de l'autre costé de la même montagne tout au plus bas une assez belle fontaine qui ne tarit point. Il y en a aussi trois ou quatre à Mont-Martre ; la plus éleyée est environ à 30. pieds au dessous du haut de la montagne ; le terrain qui produit la plus grande, n'a qu'environ 300. toises de longueur & 100. de largeur, Elle ne donne aussi que tres-peu d'eau, même après les grandes pluyes, les deux autres n'en donnent pas chacune le quart de la grande, & ne coulent qu'après de tres-grandes pluyes.

La ville de Langres est située à l'extrémité d'une éminence fort éleyée, laquelle continuë dans la même hauteur jusques à une lieuë de longueur avec une mediocre largeur ; il y a une autre montagne vis-à-

Vis de même hauteur & longueur à peu près, & de plus d'un quart de lieuë de largeur, entre ces deux montagnes il y a un grand valon où coule un assez grand ruisseau ou petite riviere qui procede de plusieurs fontaines qui ne sont pas beaucoup éloignées du sommet de ces montagnes, & il est aisé de juger qu'elles sont produites par les eaux des pluyes qui tombent sur les plaines qui sont au haut, & qui ont un terrain fort spacieux; il en vient davantage de celle qui a le plus d'étendue en largeur.

Toutes les autres fontaines sont à peu près semblables à celle-là & doivent avoir des hauteurs considérables au dessus de leur sortie. Il y a une campagne à six lieuës de Paris, entre la vallée de Palaizeau & celle de Marcouffi qui a plus de deux lieuës de longueur & une de largeur, où l'on voit des marres en quelques endroits qui ne sont surmontez que de cinq ou six pieds par les lieux les plus élevez, mais le terrain y est tres-dur à deux ou trois pieds de profondeur, particulièrement proche le Château de Bauregard où il y a trois ou 4. de ces mares, & ce terrain est tellement impénétrable à l'eau, que pour y faire une conduite d'eau, on s'est contenté de creuser un petit fossé à deux ou trois pieds de profondeur, & le remplir de pierres sans

mettre aucun ciment au fond.

On pourroit objecter qu'il ne tombe pas assez d'eau en toute l'année pour fournir aux grandes rivières qui se déchargent dans la mer.

Pour résoudre cette difficulté je me fers d'une experience qui a été faite à ma priere il y a sept ou huit ans à Dijon par un tres-habile homme & tres-exact dans ses experiences. Il avoit mis vers le haut de sa maison un vaisseau quarré qui avoit environ deux pieds de diametre , au fond duquel il y avoit un ruiiau qui portoit l'eau de la pluye qui y tomboit dans un vaisseau cylindrique, où il estoit facile de la mesurer toutes les fois qu'il pleuvoit ; Car quand l'eau estoit dans ce vaisseau cylindrique, il s'en exhaloit fort peu pendant cinq ou six jours. Le vaisseau de deux pieds estoit soutenu par une barre de fer qui s'avançoit de plus de six pieds au-delà de la fenestre où elle estoit posée & arrestée, afin qu'il ne reçût que l'eau de la pluye qui tomboit immédiatement dans la largeur de son ouverture, & qu'il n'y entrât que celle qui y devoit tomber selon la proportion de sa surface superieure. Le resultat de ces experiences fut qu'en une année il pouvoit ordinairement tomber des eaux de la pluye jusques à la hauteur d'environ dix-sept pouces. L'Auteur du livre intitulé

de l'Origine des Fontaines, assure avoir fait une semblable expérience pendant trois années, & que l'une portant l'autre il étoit tombé de l'eau de la pluye en un an jusques à 19 pouces 2 lignes $\frac{1}{3}$ de hauteur.

Je prens moins que ces observations, & je suppose qu'en un an il tombe seulement de l'eau de la pluye jusques à 15 pouces de hauteur, sur ce pied-là une toise recevroit en un an 45 pieds cubés d'eau, & supposant qu'une lieuë contienne de longueur 2300 toises; une lieuë quarrée contiendroit 5290000 toises superficielles, qui multipliées par 45 donnent 238050000. pieds cubés.

Les sources les plus éloignées de la Seine sont à 60 lieuës de Paris à peu près, sçavoir celles de la riviere d'Aranson & des autres rivieres qui entrent dans les rivieres d'Yonne & de la Seine, à les prendre depuis les sources les plus proches de la Loire auprès de la Charité, & celles qui entrent dans la Marne depuis celles qui sont les plus proches de la Meuse au-delà de Bar-le-Duc. La distance de ces sources les plus éloignées l'une de l'autre est de près de 60 lieuës. Que si l'on coupe la riviere de Seine par une ligne perpendiculaire qui passe à cinq ou six lieuës de Paris, du côté de Corbeil, on trouve des sources vers les extrémi-

32 *Du Mouvement des Eaux.*

tez de cette ligne qui sont distantes l'une de l'autre d'environ 45 lieuës. Je suppose donc que la contenance de toute cette étendue de pais est de 60 lieuës de longueur revêtuë , & de 50. lieuës de largeur qui font 3000 lieuës superficielles dont le produit par 238050000 est 714150000000 d'où l'on voit que les terres qui fournissent l'eau de la Seine à Paris, reçoivent des pluyes 714150000000 pieds cubes d'eau en un an.

1. La Seine au dessus du Pont-Royal lorsqu'elle touche les deux quais sans couvrir que ttes peu l'extremité du terrain de part & d'autre à 400 pieds de largeur & cinq pieds de profondeur moïenne , elle est alors dans sa moyenne grandeur , sa vitesse au haut de l'eau est telle qu'elle fait environ 150 pieds en une minute , elle en fait 250 quand les eaux sont en leur plus grande hauteur : car un bâton qui est emporté par le milieu du courant , va aussi vîte qu'un homme qui marche bien fort , lequel peut faire 15000 pieds en une heure , & par conséquent 250 en une minute, c'est-à-dire environ 4 pieds en une seconde ; Mais parce que le fond de l'eau ne va pas si vîte que le milieu , ny le milieu que la surface supérieure , comme il sera prouvé ensuite ; on peut prendre pour vitesse moïenne 100 pieds en une minute.

Le produit de 400 pieds de largeur par 5-
pieds de hauteur moyenne est 2000 ; car
elle a 8 ou 10 pieds en des endroits & six,
ou trois, ou deux en d'autres, & le produit
de 200 par 10 pieds, fait 2000000 pieds
cubes, & par conséquent il passe par une
section du lit de la riviere de Seine au
dessus du Pont-Royal 200 mille pieds cu-
bes en une minute & 12000000 en une
heure, & en 24 heures 288000000, & en
un an 10512000000, qui n'est pas la 6^e
partie de l'eau qui tombe en un an par les
pluyes & les neiges ; sçavoir 714150000000
pieds cubes. Il est donc manifeste que
quand le tiers de l'eau des pluyes s'éle-
veroit en vapeurs incontinent après être
tombée, & que la moitié du reste demeu-
reroit dans les terres superficielles pour les
tenir mouillées comme on les voit ordi-
nairement, & dans les lieux souterrains au
dessus des grandes plaines, qu'il n'y au-
roit que le reste qui s'écoulât par de pe-
tits conduits pour faire les fontaines au
dessus ou au penchant des montagnes,
il y en auroit assez pour produire ces fon-
taines, & les rivieres telles qu'on les
voit. Si on prend 18 pouces au lieu de 15
dans le calcul cy-dessus, on trouvera au
lieu de 714150000000, 856980000000
pieds cubes qui donneront huit fois plus
d'eau que la Seine n'en fournit.

34 *Du Mouvement des Eaux.*

Pour calculer l'eau de la plus grande fontaine de Mont-Martre, il faut multiplier 300 toises de longueur par 100 de largeur, le produit est 30000 toises qui donneront à 54 pieds cubés par toise, 1620000 pieds cubés, à peu près en un an. Or le terrain de cette montagne est sablonneux jusques à 2 ou 3 pieds de profondeur, & le dessous est une terre glaise; une partie de l'eau des grandes pluyes coule d'abord au bas de la montagne, une partie du reste demeure dans le sable proche de la surface, le reste coule entre le sable & la glaise, & si l'on suppose que ce ne soit que la quatrième partie du total, qui est de 570000 pintes en un an; ou 5534 en un jour, ce qui fait 6472 pintes en une heure, & 107 en une minute, ce quart seroit environ 26 pintes par minute que devroit donner cette fontaine, & c'est ce qu'elle donne à fort peu près, lorsqu'elle est plus que mediocre.

TROISIEME DISCOURS.

De l'Origine des causes & des Vents.

L'Origine des vents est beaucoup plus difficile à découvrir que celle des fontaines, parce que chaque fontaine ayant

I. Partie.

Le commencement de la production, & l'issuë de la source en une seule montagne, un seul homme en peut observer toutes les plus considerables circonstances; mais un même vent s'étendant bien souvent par l'espace de plus de 100 lieuës, il faut necessairement plusieurs observateurs en même-temps, pour sçavoir où il commence & où il finit, & quel espace il occupe en largeur.

J'ay entrepris plusieurs fois d'avoir des correspondances pour ces observations dans des étendus de sept ou huit cens lieuës en plusieurs endroits de l'Europe en même temps, comme depuis Paris jusqu'à Varsovie & vers les extremités de l'Italie & l'Espagne, & depuis Londres jusqu'à Constantinople, de cent lieuës en cent lieuës; mais quoyque plusieurs curieux à qui j'en avois parlé ou écrit me l'eussent promis, & que de mon côté je fisse exactement les miennes à Paris & ailleurs, je n'en ay pû avoir que fort peu de correspondantes dont je parleray dans la suite.

Aristote & quelques autres Philosophes ont cru que les vents procedent des exhalaisons ou fumées élevées de la terre, lorsqu'elles se réfléchissent après être montées perpendiculairement jusques à la moyenne region de l'air. Cette opinion a fort peu de vray-semblance, car les exha-

36 *Du Mouvement des Eaux.*

laisons s'élevent fort lentement , & par consequent leur reflexion ne peut donner qu'un foible mouvement à l'air , & ne peut produire qu'un vent tres-mediocre , qui ne regneroit ordinairement que dans la moyenne region de l'air , & ne descendroit pas jusques à la surface de la terre. Il est vray que s'il s'éleve en quelque lieu particulier une extraordinaire quantité d'exhalaisons & de vapeurs , elles pourroient occuper assez de place dans l'air pour en repousser une partie en circonference , mais ce mouvement d'air seul seroit trop foible pour produire un vent considerable , & qui eût une vitesse égale à celle de la plus-part des vents. Il s'en suivroit aussi si cette opinion étoit veritable , qu'il ne viendroit point de vents de la mer Oceane vers les côtes de France & d'Espagne , puisqu'il ne s'éleve point d'exhalaisons des eaux de la mer ou tres-peu ; mais seulement des vapeurs aqueuses ; & cependant il s'y fait souvent des vents d'Occident tres-violens.

Mon sieur Descartes qui a voulu rendre raison de toutes choses , a cru que les nuées qui étoient sur le point de se resoudre en pluye , pouvoient produire les vents en tombant d'en haut les unes sur les autres ; mais il n'a pas consideré qu'il n'y a point de nuée si épaisse qui n'ait beau-

corp d'air dans les intervalles des vapeurs qui la composent, & que par cette raison l'air qui est entre-deux nuées peut passer facilement au travers à mesure qu'elles s'approchent l'une de l'autre, ou qu'elles tombent de haut en bas vers la terre; ajoutez à cela que les nuées superieures descendent si lentement sur les inferieures, qu'il est impossible qu'elles donnent une grande vitesse à l'air qui est entre-deux, & il ne peut jamais en resulter un mouvement d'air d'un seul côté qui puisse être porté par une espace tant soit peu considerable. La raison qu'apporte cet Auteur pour prouver que ces nuées fort élevées produisent les tempestes, sçavoir que plus les corps pesans tombent de haut, plus leur chute est impetueuse, est un pur sophisme: car cela n'arrive qu'aux corps fort pesans comme les pierres & les metaux, mais à l'égard des nuées qui commencent à descendre quand elles sont sur le point de se rendre en petites gouttes de pluyes, la plus grande vitesse qu'elles puissent acquerir en descendant, est de faire cinq ou six pieds en l'espace d'une seconde, & ces petites gouttes peuvent acquerir cette vitesse en venant seulement de cinquante pieds de haut. Ce même Auteur a encore tâché d'expliquer les vents par les dilatations inégales des va-

38 *Du Mouvement des Eaux.*

peurs, & a soutenu que les vapeurs se dilatant mille fois plus que l'air à proportion, elles doivent être les causes des vents, donnant pour exemple le vent des Eolipiles; mais tous ces raisonnemens sont fondez sur de fausses suppositions: car il n'est point vray que l'eau étant extrêmement échauffée ne produise que des vapeurs, car elle produit aussi beaucoup d'air & d'autres matieres encore plus rarefiées, comme il a été expliqué cy-devant, & c'est ce qui fait le vent des Eolipiles, & non pas les vapeurs aqueuses que ces matieres rarefiées font sortir avec elles. Car les vapeurs qui ne sont autre chose que de petites parcelles d'eau que la chaleur fait separer du reste de l'eau, ne se change point en air, & n'occupe pas davantage d'espace pour être plus rarefiées, puisque cette dilatation n'est à parler proprement qu'une separation de ces petites parcelles; de la même maniere que lorsqu'on jette en l'air une poignée de cendres ou de poussiere dans une chambre, les petites parcelles de la cendre étant éparées, n'occupent pas plus de place dans la chambre que lorsqu'elles étoient dans la main, & ne poussent pas l'air au dehors pour se faire faire place; & s'il étoit vray que les vapeurs qui composent une nuée fissent naître des vents, la nuée demeureroit

I. Partie.

immobile & pousseroit des vents de toutes part autour d'elle, ce qui est contraire aux observations ; car on voit par expérience que les vents poussent & emportent les nuées d'un seul côté, & qu'ils occupent beaucoup plus d'espace en largeur que les plus grosses nuées. J'observay un jour étant au haut de la plate-forme de l'Observatoire, qu'il venoit une grosse nuée du côté du Couchant, dont on voyoit tomber une pluye fort épaisse ; cette pluye tomboit à 300. pas de l'Observatoire, qu'on ne sentoit encore aucun vent considerable sur la plate-forme ; Je descendis avec ceux qui étoient avec moy pour éviter l'orage qui dura sept ou huit minutes, & lorsqu'il fut fini, je vis la nuée qui étoit passée, & qui étoit déjà fort éloignée ; mais il ne faisoit plus de vent considerable sur la plate-forme ; ce qui me fit connoître manifestement, que c'étoit le vent qui avoit causé cette pluye, & que la nuée d'où tomboit la pluye n'avoit pas produit le vent qui la pouffoit, ce que j'explique en la maniere suivante.

Lorsqu'il s'excite par quelque cause que ce soit un vent assez grand en une partie de l'air proche de la terre, il chasse devant luy les vapeurs qu'il rencontre, & les amasse les unes contre les autres en peu de tems ; car s'il souffle avec une

30 *De Mouvement des Eaux.*

vitesse à faire 20 ou 25 pieds par seconde ; il peut passer 6 ou 7 lieuës en une heure , & former une nuée de plus d'une lieuë de longueur & de largeur , comme étoit celle dont je viens de parler , & enfin lorsque les petites parcelles d'eau qui composent les vapeurs sont tres-pressées par le vent , il s'en forme des gouttes de pluye , comme il a été expliqué cy - devant , d'où il s'ensuit que c'est le vent qui fait les nuées & les pluies , & que les nuées ne font point le vent.

Voici quelques conjectures qui me paroissent fort vray - semblables sur les veritables causes des vents , lesquelles j'ay fondées sur plusieurs observations que j'ay faites ou fait faire , ou que j'ay tirées de plusieurs relations de voyages de mer.

Je suppose que quelque vitesse qui puisse être donnée à un espace d'air de la grosseur d'une nuée , il ne peut continuer un mouvement sensible au travers du reste de l'air immobile que jusques à un quart de lieuë au plus , ce qui est aisé à prouver par experience en poussant le vent d'un soufflet d'une extremité d'une chambre vers l'autre.

Je suppose encore qu'il s'éleve plus de vapeurs des eaux des mers que des terres , & plus de fumées salpêtreuses & sulphurées des terres découvertes , que
de

de celles qui sont sous les eaux.

Cela étant supposé, je dis qu'il y a trois causes principales des vents, & quelques autres causes particulieres & moins importantes. Les trois principales & generales, sont 1° le mouvement de la terre de l'Occident à l'Orient, ou si l'on n'admet point cette hypotese, celui du Ciel de l'Orient à l'Occident.

2° Les vicissitudes des rarefactions de l'air par la chaleur du Soleil, & de ses condensations lorsque le Soleil cesse de l'échauffer.

3° Les vicissitudes des elevations de la Lune vers son apogée, & de ses descentes vers son perigée.

Les causes particulieres les plus considerables sont, 1° Quelques elevations extraordinaires d'exhalaisons & de vapeurs de la terre en certains lieux.

1° La cheue des grosses pluyes, ou de quelques grésles grosses & épaisses.

3° Les éruptions de quantité d'exhalaisons sulphurées & salpêtreuses dans les tremblemens de terre.

4° Les soudaines fontes des neiges dans les hautes montagnes. Ces causes particulieres fortifient les causes principales, ou diminuent & empêchent leurs efforts selon la diversité des lieux & des tems, par plusieurs combinaisons. Les éruptions

42 *Du Mouvement des Eaux.*

des exhalaisons peuvent être fort irrégulières dans les périodes des temps, & dans leur quantité & leur force; comme on voit des irrégularitez dans les périodes des tremblemens de terre; & dans la variation de l'aiguille aimantée, & l'on peut rapporter les unes & les autres à quelques grands changemens qui se font de temps en temps dans l'intérieur de la terre. L'on voit aussi que les montagnes ardentes ne font pas leurs éruptions embrasées en des intervalles de temps limitez & périodiques.

Par ces causes tant générales que particulières, on peut expliquer tous les vents, comme on le verra dans la suite.

Il est manifeste, que si la terre se meut autour de son centre d'Occident en Orient la surface va beaucoup plus vite sous la ligne équinoxiale, qu'au 30 ou 40 degré de latitude de part & d'autre, & que cette surface entraîne avec soi l'air qui en est proche, mais avec un peu moins de vitesse, ce qui doit faire paroître un mouvement d'air, d'Orient en Occident à ceux qui sont sous l'équateur, jusques à une latitude de plus de vingt degrés de part & d'autre, puisque ce mouvement étant plus vite que celui de l'air qui la suit, ils doivent sentir le choc de l'air qu'ils rencontrent successivement, & c'est

I. Partie.

de là que peuvent procéder ces vents qu'on appelle Alizez, qui regnent presque toujours entre les deux tropiques; mais qui ont cette différence, que lorsque le Soleil est au tropique du Cancer, il se fait ordinairement un vent d'*Est-nord-est*, ou de *Nord-est*, & que quand il est vers le tropique de Capricorne, ce vent est ordinairement *Sud-est*, ce qu'on explique aisément par la seconde cause; sçavoir, la rarefaction de l'air excitée par la chaleur du Soleil: Car lorsqu'il est dans les signes du Capicorne & du Sagittaire, il échauffe beaucoup l'air & les terres qui sont au dessous: d'où il arrive que cet air étant extrêmement dilaté, & celui qui est sous les signes opposés s'étant condensé en même temps par le froid de l'hyver qui y regne alors; il se fait nécessairement un mouvement d'air du midy vers le Septentrion, lequel se joignant au mouvement qui va d'Orient en Occident, il doit faire un vent composé des deux; Sçavoir un *Sud-est*, ou *Est-Sud-est*; & au contraire quand le Soleil est dans le tropique du Cancer, il doit se faire un mouvement d'air du Septentrion vers l'autre Pole, qui se joignant au même mouvement de l'Orient à l'Occident, fait le vent de *Nord-est*, ou d'*Est-nord-est*.

Les Relations de quelques Pilotes por-
D ij

44 *Du Mouvement des Eaux.*

rent que les vents d'Occident regnent ordinairement dans la mer Océane, depuis le 27 degré jusques au 40: J'explique ces vents en la maniere suivante, prenant le 33 degré de latitude pour exemple.

L'air qui est entre les deux tropiques va un peu moins vite vers l'Orient que la terre qui est au dessous, puisqu'on n'y sent qu'un vent mediocre, qui ne fait pas ordinairement plus de huit ou dix pieds en une seconde, au lieu que la surface de la terre qui est sous l'équateur, fait dans le même-temps environ 1423 pieds: mais la surface de la terre au 33 degré de latitude, ne fait que 1195 pieds; & par conséquent si l'air qui est en ce parallèle alloit aussi vite que celui qui est sous l'équateur, il iroit plus vite que cette surface d'environ 228 pieds par seconde. Or si l'air du 33 degré n'avoit son mouvement que de la terre qui est au dessous qui l'entraîne, on y sentiroit un vent d'Orient, dont la vitesse seroit d'environ 8 ou 10 pieds par seconde; mais parce que l'air qui est depuis l'équateur jusques au 10 degré, entraîne celui qui est à côté toujours en diminuant jusques au 33 degré, il peut arriver que cette diminution, s'y reduise à 20 pieds par seconde, de maniere qu'étant jointe à la diminution de 10

pieds par seconde en un sens contraire qui se feroit s'il n'y avoit point d'autre cause, l'air y fera poussé à faire 10 pieds par seconde, plus que la surface de la terre vers l'Orient, & qu'on y sentira un vent d'Occident, aussi grand que les vents Alizez le sont entre les deux tropiques. Ajoutez à cela que les vents Alizez rencontrant les côtes de l'Amerique courbées en demylune depuis la Cayenne jusques au Golphe de Mexique, peuvent se réfléchir contre leurs hautes montagnes, & aider à produire ces vents d'Occident, & augmenter leur vitesse, & ces vents seroient perpetuels s'ils n'étoient empêchez quelquefois par une ou plusieurs des autres causes dont on a parlé cy-devant.

Il y a beaucoup d'endroits entre les deux tropiques où il se fait des vents extraordinaires qui viennent des terres vers la mer sur l'entrée de la nuit, & de la mer contre les côtes depuis que le Soleil est levé jusques vers midy; on explique ces vents en la maniere suivante.

Supposons une grande Isle qui soit au 15 ou au 20 degré de latitude, où les vents Alizez peuvent être foibles; le Soleil échauffant les terres de cette Isle depuis midy jusques à 4 ou 5 heures du soir, & en même temps la mer qui en est proche, il ne se fait point de mouvement d'air

sensible par cette cause ; mais immédiatement après le Soleil couché , l'air de la mer se condense beaucoup en se refroidissant , & les terres de l'Isle conservant longtemps leur chaleur , l'air qui est au dessus ne se condense que peu à peu , & beaucoup moins au commencement que celui de la mer ; d'où il doit arriver qu'il se fera un vent par le mouvement de l'air de l'Isle qui coule pour remplir la place de celui qui s'est beaucoup condensé au dessus de la mer voisine. Mais au moment que le Soleil se leve , les terres de l'Isle étant refroidies par la longueur de la nuit , & l'air s'y étant beaucoup condensé , il se doit faire un reflux de l'air qui s'étoit avancé vers la mer , assez grand pour produire un petit vent venant de la mer contre les côtes.

Les vicissitudes des vents , ou leur flux & reflux se remarquent encore selon quelques Relations le long de la mer Méditerranée en de certaines saisons de l'année ; car elles assurent qu'il s'y fait un vent d'Orient le matin , & un vent d'Occident le soir. Le premier peut proceder de la dilatation de l'air qui se fait vers les pays qui sont Orientaux à cette mer ; sçavoir : la Natolie , l'Arabie , &c. où le Soleil est déjà fort élevé , quand il se leve à l'égard du milieu de la Méditerranée , & cette di-

F. Partie.

l'atation peut faire sentir un vent d'Orient vers les Isles de Malte & de Sicile : mais deux ou trois heures après midy le vent d'Occident s'y doit faire sentir jusques bien avant dans la nuit, à cause de la dilatation de l'air par la chaleur du Soleil, qui échauffe alors fortement les terres qui sont au delà de cette mer en Espagne & en l'Afrique, & cesse d'échauffer celles qui sont vers l'Orient; d'où il arrive nécessairement qu'il se fait un reflux d'air de l'Occident vers l'Orient dans le milieu de la Méditerranée.

Dans le commencement de Novembre il se fait dans l'Isle de France, dans la Bourgogne, & dans la Champagne des vents du *Sud* qui amènent de grandes pluies; parce qu'alors les terres vers le Pôle Septentrional ne voyent plus le Soleil, & l'air s'y condense beaucoup par un froid excessif, d'où il arrive que les terres de l'Afrique étant alors beaucoup échauffées, y poussent leur air plusieurs jours durant, & y en font amasser au delà de l'équilibre dont il réfluë & fait un vent de *Nord-est* assez doux à cause du vent du Midy qui y a porté un air chaud, lequel venant à réfluër donne un beau temps & peu froid; ou 3 ou 4 jours de suite, & c'est ce qu'on appelle l'esté de la Saint Denis ou de la Saint Martin.

28 Du mouvement des Eaux.

On peut aisément comprendre que lorsque le Soleil luit à plomb sur un grand espace de terre, l'air qui est au dessus s'échauffe beaucoup, & s'étend de toutes parts en circonférence, & que l'air s'y refroidissant de toutes parts en circonférence, par l'absence du Soleil, il y doit venir un reflux d'air. Ce flux & reflux de l'air se voit bien souvent en petit. Monsieur Huggens me dit un jour qu'il avoit observé que sa chambre étant bien fermée, son Barometre qui étoit un de ceux qui font baisser leur liqueur par la plus grande pesanteur de l'air, & dont les changemens de hauteur sont fort sensibles, s'étoit baissé & haussé alternativement plusieurs fois en un quart-d'heure. J'en attribuai la cause à quelque vent qui s'étoit rabatu dans la cheminée de sa chambre, lequel y ayant pressé l'air, luy avoit donné une plus grande force de ressort qui avoit fait descendre la liqueur de son Barometre, & cet air condensé ayant ensuite la liberté de s'étendre par la cessation de la cause, repassoit par la cheminée, & son ressort étant diminué la liqueur du Barometre remontoit; & parce que le mouvement acquis par l'air qui remontoit par le tuyau de la cheminée en faisoit sortir beaucoup plus que selon la proportion de l'équilibre, il se faisoit

faisoit de nouveau une descente de l'air par le-même tuyau, qui mettoit en colere la condensation de l'air de la chambre au delà de l'équilibre, & faisoit descendre la liqueur du Barometre, & ainsi de suite, en diminuant peu à peu jusques à une entiere reduction à l'équilibre

J'ay vû un semblable effet dans un fourneau où l'on faisoit de la chaux, il étoit comme une petite chambre voûtée où il y avoit dans le milieu une fenêtré quarrée d'un pied & demy de largeur, par laquelle on jettoit le bois pour entretenir le feu, Il arrivoit que le feu étant grand, l'air enfermé se dilatoit extrêmement, & qu'il sortoit en partie par la fenêtré avec beaucoup de vitesse, & le feu s'étant alors diminué par le defect de l'air, la chaleur de l'air enfermé diminuoit, & devenant par consequent moins rarefié, il en rentroit necessairement par la fenêtré en forme de vent qui souffloit le feu & le ralumoit, ce qui faisoit dilater l'air de nouveau par une augmentation de chaleur, & le faisoit ressortir encore par la fenêtré. Cette vicissitude faisoit une espece de respiration semblable à celle des animaux; ceux qui faisoient ce travail me dirent que la même chose se faisoit dans tous leurs fourneaux à chaux, & ils me firent remar-

36 *Du Mouvement des Eaux.*

quer que les papillons & les autres animaux qui volent la nuit vers la lueur du feu, étant à un pied ou deux de la fenêtre étoient entraînez dans le fourneau par l'air qui y rentroit avec une grande vitesse après en être sorti. Le temps de chaque respiration étoit trois ou quatre fois plus long que celui de la respiration des animaux.

J'ay remarqué par plusieurs observations qu'à Paris & dans le voisinage, les vents font en 15 jours à peu près une révolution entière, soufflant successivement de toutes les parties de l'horizon, & qu'aux nouvelles & pleines-lunes le vent est presque toujours *N. & N. E.* C'est à-dire, que s'il se fait un vent de *Nord* à la nouvelle lune, il passe à *l'Est* dans trois ou quatre jours, & en suite au *Sud*, puis à *l'Ouest*, & se remet au *Nord* vers la pleine-lune, d'où il repasse successivement vers *l'Est*, le *Sud* & *l'Ouest*, revient à la nouvelle lune au *Nord* ou au *Nord-est*. Quelques-uns de ces vents tournent quelques-fois un peu en arrière, comme de *l'Ouest* au *Sud-Ouest*, & du *Nord-Est* au *Nord*, & alors ces vents durent sept ou huit jours: mais ils ne font presque jamais un tour entier. Il arrive aussi quelques-fois que le vent passe de *l'Ouest* au *Nord-Est*, & de *l'Est* au *Sud-Ouest*, sans que les vents d'en-

de-deux se fassent remarquer.

On peut expliquer ces revolutions de vents par la troisieme cause principale, en la maniere suivante.

Il est tres-vray - semblable que la Lune se levant à son apogée doit entrainer beaucoup d'air après elle, si l'on suppose qu'elle nage dans l'air, & que son diametre soit de 5 à 6 cens lieues, comme les Astronomes l'assurent; car en s'élevant elle doit entrainer l'air qui est luy proche, celui-cy l'air qui est au dessous, jusqu'aux terres qui sont sous la zone torride; & par cette raison l'air qui est proche des poles de part & d'autre y doit couler pour conserver l'équilibre du ressort, ce qui doit produire le *Nord* vers le milieu de la zone temperée Septentrionale, lequel se joignant avec le vent *d'Est* qui est produit par la même cause premiere, sçavoir par le mouvement de la terre, compose le *Nord-Est* qui regne à Paris ordinairement dans les nouvelles lunes.

Il se doit faire encore un petit vent de *Nord* par le grand mouvement de l'air entrainé par la terre, depuis la ligne équinoxiale jusques au 50 ou 60 degré. J'ay experimenté que faisant tourner bien vite une boule de plomb de deux pouces de diametre proche d'un seau plein d'eau, il s'élevoit vers la boule de petites saletes qui étoient au fond du seau; & ayant sus-

pendu une boule de 8 pouces de diametre , & la faisant tourner mediocrement vite , il se faisoit un grand mouvement d'air à côté , & un autre fort petit de bas en haut vers le pole de la boule ; ce que je connoissois par de petits duvets posez sur le haut d'un petit bâton perpendiculaire , distant de deux ou trois pouces de la boule , lesquels se mouvoient comme pour se lever vers elle ; mais ce vent étoit tres-foible. D'où l'on peut juger que l'air vers les poles se meut contre la terre , & peut s'étendre jusques au 50 degré , & puis incontinent après que cette cause a cessé , & avant que le reflux de l'air élevé par la lune revienne vers les poles , & le mouvement de la terre d'Occident en Orient peut faire paroître un vent *d'Est* seul , qui d'ordinaire ne dure qu'un jour ou deux : car la lune revenant à son perigée , pousse reciproquement l'air vers les poles , & il se fait au commencement un *Sud-Est* par la combinaison de ce mouvement d'air vers les poles , & de celuy qui vient de l'Orient. Le Sud predomine ensuite jusques à ce que le grand mouvement des vents d'Occident qui regnent jusques au 40 degré , comme il a été dit , & qui peuvent quelquesfois s'étendre à huit ou dix degrez plus loin , s'avançant un peu vers les climats Septentrionaux , & se mé-

I. Partie.

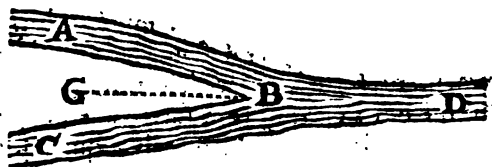
tant avec les vents du *Sud*, fassent le *Sud-Oüest*; & le reflux du *Sud* étant cessé, le seul vent d'*Oüest* peut regner jusques à ce que le reflux de l'air, que le *Sud* avoit poussé vers le *Nord*, joint à celui qui est entraîné par l'élevation suivante de la lune vers son apogée, & par le petit mouvement dont il a été parlé, fasse le *Nord* & le *Nord-Est*, comme à la nouvelle lune. Cette periode & vicissitude des vents arrive deux fois à chaque mois lunaire. J'ay l'ay observé pendant plusieurs années, & quoy qu'il y arrive quelques irregularitez par les combinaisons des causes particulieres; j'ay presque toujours trouvé que le *Nord-Est* regnoit aux nouvelles & pleines lunes: & le *Sud* & l'*Oüest* aux quadratures: mais on doit remarquer, que comme dans les Rivieres où le flux de la mer est poussé bien haut, le reflux commence à se faire vers leurs embouchures pendant que le flux monte encore aux endroits les plus éloignez; ainsi le *Nord* ou le *Nord-Est* ne soufflent pas à Paris en même-temps que la lune est à son apogée, & que ce n'est qu'après qu'elle s'est beaucoup rapprochée de la terre. Il est encore aisé de juger que lorsque la lune est vers le tropique du Capricorne dans sa plus grande latitude australe, l'ait qu'elle eleve alors ou qu'elle re-

34. *De Mouvement des Eaux.*

pousse, met beaucoup plus de temps à faire sentir son mouvement vers les pays Septentrionaux, que lorsqu'elle est à la plus grande proximité du pôle Boreal, & même que le mouvement peut être trop foible pour s'étendre jusques vers le 50 degré de latitude Septentrionale. J'ay observé quelquesfois à Paris que le vent ayant été *Nord-Est* 7 ou 8 jours de suite, & que les vents du *Sud* devant souffler à leur tour, le *Nord-Est* regnoit encore par bas; mais il y avoit des nuées fort élevées qui étoient poussées en même temps par le *Sud*, mais fort foiblement; ce qui me fit juger que vers le 40 degré de latitude le *Sud* & le *Sud-Oüest* pouvoient être alors assez grands pour y regner seuls. Il doit arriver aussi que les Elevations inégales de la lune feront des différences considerables à l'égard de ces vents, & tant pour leurs forces, que pour les jours où ils doivent regner. Il est même necessaire qu'il arrive beaucoup d'irregularitez dans ces vents par le mélange des causes particulieres dont il a été parlé; mais ces vents doivent être moins irreguliers dans les lieux où il y a peu de montagnes, comme dans l'Isle de France & dans la Champagne, que dans les lieux fort montagneux.

Le mouvement des vents n'est jamais

uniforme non plus que le courant des rivières, & il s'y fait de la même manière des vagues & des tournoyemens qu'on appelle des tourbillons qui ont de différentes vitesses. On observe dans les grands orages que dans une largeur d'un quart de lieuë, où la plus-part des arbres ont été abatus, il y a des intervalles où il n'y en a point d'abatus, parce que le vent y a été moins violent. On remarque aussi que tous les vents soufflent à reprises & par bouffées, ce qu'on reconnoit même par le son des cloches qu'on entend s'affoiblir ou s'augmenter dans de petites intervalles de temps. En voicy les causes. Supposons qu'un grand vent ayant beaucoup de largeur rencontre vers G des maisons & de petites éminences, qui le fassent réfléchir en quelques endroits, & faire des vagues non parallèles comme A, B, C, D, il est évident que le ressort qu'elles feront par leur rencontre en B, fera aller



plus vite la vague BD, & que celle qui est

96 *De Mouvement des Eaux.*

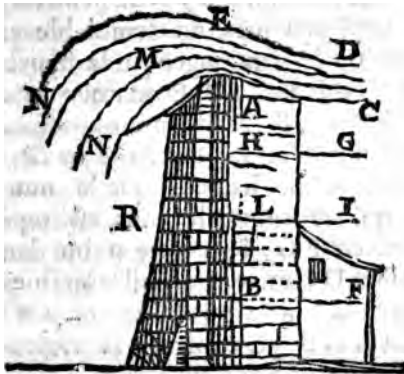
dans la direction G B choquera ensuite bien plus foiblement l'oreille en B. La mesme chose doit arriver en tous les autres endroits du vent.

Il arrive quelque-fois que lorsqu'un grand vent en rencontre à côté un autre plus foible, soit qu'il luy soit opposé ou non, il emporte l'air qui luy est le plus proche, & le fait tourner en rond avec une grande vitesse, & ce roulement d'air qu'on appelle un tourbillon, s'avance avec le vent le plus fort, & enleve tout ce qu'il enveloppe qui n'a pas beaucoup de pesanteur; comme la poussiere, les feuilles seches, & même des ras de foin tous entiers qui vont quelquesfois tomber à plus d'un quart de lieuë de distance. Ces tourbillons enlèvent aussi quelquesfois une grande quantité de l'eau de la mer, qui paroît à ceux qui la voyent de loin, comme une grande colonne d'eau.

On voit un exemple de ces vents qui vont à côté l'un de l'autre en un sens contraire dans de certaines cheminées lorsqu'on y fait un grand feu, la chambre demeurant fermée: car l'air rarefié & la flamme qui s'élevent font suivre une partie de l'air de la chambre, & celui qui reste étant trop dilaté par ce moyen, il faut necessairement qu'il en revienne de haut en bas par la cheminée, lequel ramene

une partie de la fumée, & la répand par la chambre, & ordinairement la fumée & l'air rarefié montent d'un côté, & l'air pesant descend par l'autre avec une partie de la fumée, ce qu'on évite en laissant la porte ou une fenêtre à demy-ouverte : car l'air qui y entre. fuit le mouvement de la fumée par la cheminée, & remplit suffisamment la chambre; & s'il y avoit seulement un trou d'un pouce de diametre dans la fenêtre ou dans la porte pour laisser entre l'air du dehors, il s'y feroit un vent si grand qu'il éteindroit les chandelles qu'on y exposeroit.

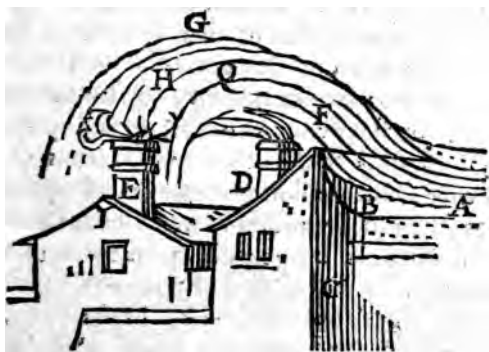
- Lorsque le vent rencontre un obstacle comme une grande muraille, il change sa direction, & se rabat au-delà de cet obstacle, comme on le voit dans cette figure,



58 *Du Mouvement des Eaux.*

en laquelle A B represente la muraille, & les lignes CA, GH, IL, FB, la direction du vent étant libre. Or il est évident que l'air se met en ressort entre A & B, & que ne pouvant s'étendre vers embas, il s'étend du côté de CA, comme jusques à DE, & l'air qui est vers R ayant peu de mouvement, celui qui est en DEM, y est poussé par celui qui est plus haut de M en N comme on le voit arriver à l'eau, au delà des piles des ponts où elle est fort rapide.

De là il s'ensuit, que si du côté que vient le vent il y a une muraille plus haute qu'une cheminée, la fumée en sort difficilement, parce que le vent rabat en tourbillon après avoir passé la muraille, & entre avec force dans le tuyau de la cheminée; & quand même le mur seroit de niveau avec la cheminée, & un peu éloigné, il seroit à peu près un semblable effet, comme on le peut juger par la figure suivante, en laquelle A B marque la direction du vent, B C est le mur opposé à cette direction, D E font deux tuyaux de cheminée à même hauteur que le mur. Le vent qui rencontre le mur est repoussé comme en F G, & n'entre point dans la cheminée D, au contraire il entraîne avec violence la fumée qui en sort: mais le vent supérieur A B qui conserve sa violence le



rencontrant en G, le fait aller en tourbillon, & luy donne le mouvement en rond GHE, & par conséquent il se rabat dans la cheminée E, & empêche la fumée d'en sortir. Que si le vent frappe obliquement la muraille qui est au devant des cheminées, la fumée montera assez librement, car la partie du vent A B se réfléchira par le côté, & ne s'élevra point ou fort peu; & par conséquent il ne fera point de tourbillon considerable qui rabatte les fumées.

La diversité des vents qui regnent en même temps en differens endroits, procede de plusieurs causes.

La premiere est, que les vents vont toujours par un grand cercle, d'où il est aisé

66 *Du Mouvement des Eaux.*

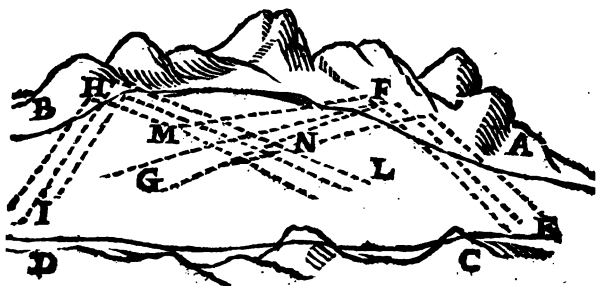
de juger , que si un même vent d'Oüest ou Sud-Oüest faisoit le tour de la terre , il paroîtroit fort différent dans les lieux fort éloignez les uns des autres.

La seconde cause est , qu'un grand vent soufflant en un endroit entraine l'air qui est deçà & delà en le poussant un peu à côté , comme l'on voit que dans les rivières , lorsque le milieu va tres vite , il pousse des vagues un peu obliquement vers les rivages.

La troisième cause est , lorsque dans deux endroits de la terre éloignez l'un de l'autre d'environ 100 lieues , il se fait une grande élévation de vapeurs & d'exhalaisons qui poussent l'air en circonference , soit en même temps , soit dans l'intervalle de quelques heures , il s'étend nécessairement deux vents contraires de l'un de ces lieux vers l'autre , lesquels s'étant rencontrés refluent des directions opposées.

La quatrième cause est la rencontre des hautes montagnes , qui font réfléchir les vents , & leur font suivre leurs directions. On en voit un exemple dans le lac de Genève qui s'étend entre deux rangs de hautes montagnes par l'espace de douze grandes lieues depuis Genève jusques à Lauzane ; car il n'y regne presque jamais que deux vents qui se succedent l'un à l'autre , & vont selon la direction du lac ,

qui pourroient même aller l'un contre l'autre vers le milieu du lac, s'il faisoit un vent à Genève qui fût un peu oblique à la direction des montagnes, & un autre à Lauzane qui fût oblique en un autre sens, comme si E F, I H sont les vents, A B C D les montagnes, car E F se réfléchissant en F G, & en I H en H L, ces vents seroient contraires vers M N.



La même chose arrive au port d'Ambleteuse proche de Calais, où l'Oüest-Sud-Oüest souffle environ les trois quarts de l'année, à cause que les côtes d'Angleterre & celles de France qui leur sont opposées en cet endroit ont cette direction, & à dix lieux de là il peut faire un vent de Sud-Est ou de Nord.

J'ay fait faire des observations près de la verrerie de Cherbourg, lesquelles m'ont fait connoître qu'il n'y regne que deux vents oppozés qui se succedent alternati-

82 *De Mouvement des Eaux.*

vement, ſçavoir le *NE* & *SO*, ce qui arrive par la même cauſe des directions de quelques montagnes.

Monsieur Varin qui a fait des observations en l'Isle de la Gorée proche le Capvert, m'a aſſuré que le vent de *Nord-Oueſt* y regne ſouvent au lieu des vents d'Orient; ce qui procede de ce qu'il y a de hautes montagnes à une lieuë de diſtance de cette Isle du côté du *Nord-Oueſt*, qui refléchiffent vers elle, les vents Alizez, *Est* ou *SE*, y font ſentir un *Nord-Oueſt* lorsque ces mêmes vents Alizez ſe font ſentir en même temps à dix lieuës au-delà de cette Isle en pleine mer. J'ay encore appris par pluſieurs Relations, que quand des vaiſſeaux paſſent le long des côtes de Genes où il y a de tres-hautes montagnes, dont quelques-unes ont entre-elles de longues vallées, qui ont leur direction vers la mer, on ſent un vent conſiderable qui vient des terres vers les vaiſſeaux quand ils ſont vis-à-vis de quelque une de ces vallées.

J'ay connu encore de grandes diverſitez de vents en même temps par les observations faites à Varſovie en Pologne par M. Desnoyers, & à Abordon en Ecoſſe par M. Gregori, en les comparant à celles que je faiſois à Paris en même temps; car ſouvent les vents y ſont differents de ceux de

s de la huitième partie de la Bouffole, me si le vent est *SO* à Paris, il sera *SE* à Abordon. Les vents sont quelquefois opposés à Paris & à Varsovie, le 17 étant un jour *Sud-Ouest* à Paris, il est *Nord-Est* à Varsovie, ces Villes sont à peu près *OSO*, & *Est Nord-Est* l'un regard l'autre, d'où il s'en suit que ces vents s'étoient presque renversés directement en quelque endroit de l'Allemagne proche de la Pologne ou de la France. J'ay encore remarqué cette disposition de vent en un même endroit faisant voyage par le moyen de beaucoup de neige qui étoit tombée la nuit; on voyoit qu'elle avoit été poussée dans l'espace d'une lieue par un *Sud-Est*, dans la lieue suivante il y avoit eu calme, & que dans les trois ou quatre lieues suivantes, la neige avoit été poussée par un *Nord-Ouest*, ce que je remarquois aisément aux tiges & aux branches des arbres qui n'avoient la neige que du côté d'où le vent étoit venu.

J'ay remarqué encore un semblable effet par des observations faites en même temps à Paris, à Loches & au Mont de Marsan en Guyenne; car un *Sud-Sud-Est* ayant régné trois jours de suite en trois lieux qui sont dans la direction

64 *Du Mouvement des Eaux.*

à peu près de *SSO* au *Nord-Nord-Est* ; il se fit un *Nord-Nord-Est* à Paris, le *SSO* regnant encore à Loches, & au Mont de Marfan : le lendemain le *Nord-Nord-Est* étoit à Loches & à Paris, & *SSO* au Mont de Marfan & enfin le troisième jour le *Nord-Nord-Est* souffloit en ces trois Villes : d'où je connus manifestement que les vents se repoussent quelquesfois les uns les autres, & que le plus fort emporte celui qui luy est opposé. Dans les mêmes observations correspondantes, j'ay remarqué qu'un vent d'*Ouest* violent ayant régné à Loches, il y faisoit en même temps à Paris un *Ouest-Sud-Ouest*, & un *Ouest-Nord-Est* au Mont de Marfan, ce qui se rapporte à la seconde cause de la diversité des vents.

J'ay reconnu souvent une grande diversité de vents en même temps dans un même lieu, lorsqu'il y avoit deux ou trois étages de nuées ; ce qui se peut expliquer en supposant que les nuées élevées sont ordinairement poussées par les vents de Midy, & que les plus basses sont poussées par le Nord : car quand cela arrive en même temps, les nuées du premier & du deuxième étage doivent aller en un sens contraire, & cela n'empêche pas que des nuées beaucoup plus élevées ne puissent être poussées par un vent d'*Orient* qui regne

toujours quand il n'est point empar d'autres causes, ou par un vent produit par la troisième cause sale, ou par quelque autre cause particulière.

Et bien remarquer cette diversité de vent des nuées, il faut regarder la hauteur de quelque clocher, ou quelque objet fixe fort élevé, afin de pouvoir observer les divers mouvemens des nuées supérieures & inférieures, car autrement on pourroit croire que deux nuées différemment éloignées de la terre, iroient selon des directions opposées, quoy qu'elles fussent portées du même côté, parce que les inférieures paroissent aller plus lentement que celles qui sont au dessus, & cette différence de retardement pourroit faire qu'elles iroient en un sens opposé. Il faut supposer que le vent d'Orient agit proprement qu'une apparence de vent, puisque le mouvement de l'air va vers le même côté que la surface de la terre. Cette contrariété de vents en un même lieu dans différentes élévations de l'air, proceder de ce qu'un grand vent qui souffle le long d'une vallée, & qui par sa largeur a peu de largeur & d'élévation, en peut rencontrer un autre qui souffle dans l'air un espace beaucoup.

66. *Du Mouvement des Eaux.*

plus grand, & alors le vent inferieur peut forcer une partie de l'autre; ſçavoir celle qui eſt proche de la terre, luy laiſſant ſon cours libre dans le haut de l'air où ſont les nuées élevées: mais quand deux vents contraires ſont également forts & de même largeur & hauteur, ils s'arrêtent l'un l'autre & font un calme à l'endroit de leur rencontre, & y ayant amasſé beaucoup d'air ils le preſſent & le mettent en reſſort, d'où il arrive que cet air pour ſe mettre en liberté, reſſuë de part & d'autre, & fait deux autres vents contraires qui ont leur origine en cet endroit.

S'il fait un vent de *Sud* en hyver qui vienne de loin, il peut pouſſer des nuées fort élevées, parce que ſoufflant en ligne droite ſelon une tangente, il s'éloigne de la terre de plus en plus en s'avancant; & enfin ayant beaucoup condensé l'air ſuperieur, le reſſort de cet air peut faire un vent de *Nord* proche de la terre qui pouſſera de la pluye ou de la neige; ce que j'ay veu arriver pluſieurs fois. On pourra expliquer de même tous les vents qui regnent par toute la terre par ces différentes cauſes, tant generales que particulieres.

A l'égard des orages & des grandes tempestes, il eſt difficile de les expliquer par des cauſes ordinaires. On remarque que

lorsqu'en été il fait des pluyes épaisses & à grosses gouttes, elles sont toujours accompagnées d'un vent tres-violent qui les précède de quelques secondes, & que la violence cesse aussi-tôt que la nuée est passée. J'explique ces orages dont quelques-un sont capables de renverser des arbres & enlever les toits des maisons, en la maniere suivante.

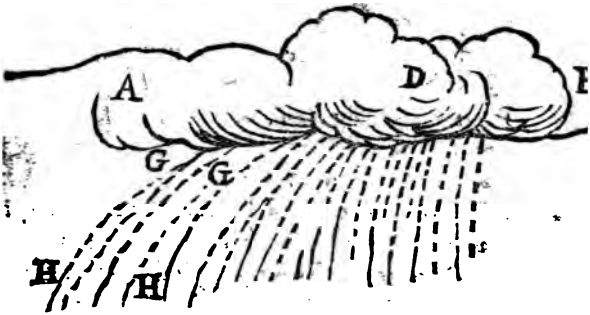
Lorsque deux vents assez larges inclinent l'un à l'autre de 15 ou de 16 degrez viennent de loin, & qu'ayant ramassé & poussé devant eux toutes les vapeurs qu'ils rencontrent, & en ayant formé chacun une nuée épaisse ils viennent à se rencontrer, ils condensent l'air dans le lieu de leur rencontre, & le mettent en un grand ressort, & selon les regles de la percussion ils le font aller plus vite d'un tiers à peu près que chacun d'eux; Supposant donc que ces vents aillent d'une vitesse à faire 24 pieds en une seconde qui est la vitesse ordinaire des vents incommodes & contre lesquels on a peine d'aller; le vent composé des deux ira avec une vitesse à faire 32 pieds en une seconde, & la nuée épaisse qu'ils poussent étant élevée d'une demy-lieüe ou d'un quart de lieüe, les gouttes de pluye qui s'y forment sont grosses d'environ trois lignes de diametre & acquierent leur vitesse complete à pou-

voir faire 32 pieds par seconde après 1000 pieds de descente, comme il a été expliqué dans la fin du Traité de la percussion. Chaque goutte entraîne en tombant depuis la hauteur de la nuée deux ou trois fois autant d'air qu'elle est grosse, ce qui se prouve par l'expérience d'une petite balle de plomb qu'on laisse tomber dans un seau d'eau : car dès qu'elle a touché le fond il s'en élève deux ou trois bulles d'air aussi grosses qu'elle, lesquelles ne peuvent proceder que de l'air qui la suit jusques au fond l'eau. Or l'on sçait que dans beaucoup de lieux on se sert de certains soufflets pour faire fondre la mine de fer dans les fourneaux par la seule chute de l'eau, ce qui se fait ainsi. On a un tuyau de bois ou de fer blanc de 14 ou 50 pieds de hauteur & d'un pied de diamètre qui est soudé dans une mediocre cuve renversée, dont le bas est posé sur un terrain ; en sorte que pour peu d'eau qui y tombe, elle ferme les ouvertures & l'air n'y peut plus passer ; on laisse au haut du tuyau une ouverture de trois ou quatre pouces de diamètre, dans laquelle on met un entonnoir, dont le goulet est de la même grosseur, & on y fait tomber de 15, 20, ou 30 pieds de hauteur l'eau de quelque fontaine, dont la largeur en tombant est à peu près égale à l'ouverture de

L'entonnoir, en sorte qu'il ne peut s'y amasser de l'eau que de 5 ou 6 pouces de hauteur; Cette eau tombant entraine avec elle beaucoup d'air qui la suit jusques au dessous de l'entonnoir, & même jusques au fond de la cuve, lequel ne peut ressortir par l'entonnoir à cause de la pesanteur de l'eau qui continuë de tomber & de la vitesse de son mouvement; on met à côté de la cuve un tuyau qui va en étrecissant jusques auprès du trou du fond du fourneau où le charbon doit être soufflé, & l'air pressé & enfermé dans la cuve ne pouvant sortir par en haut à cause de la chute impetueuse de l'eau qui occupe le trou de l'entonnoir, ny par embas à cause de l'eau qui s'y amasse, & qui s'élève d'un pied ou de deux par dessus les fentes qui restent entre la terre du fond & les douves de la cuve, il est contraint de sortir avec une tres-grande force par le bout du canal, de maniere qu'il fait le même effet pour souffler le charbon, que les plus grands soufflets de cuir dont l'on se sert ailleurs. Il doit donc arriver que l'eau qui tombe de la nuée en grosses gouttes & en grande abondance, entrainant beaucoup d'air, comme il a été prouvé, cet air ne peut remonter quand il est proche de la terre, à cause des autres gouttes qui tombent avec impetuositè: il ne peut aussi s'étendre

75 *Du Mouvement des Eaux.*

vers le derriere de la nuée, parce qu'il est soutenu par le grand vent qui la chasse, ny même par les côtez ou fort peu, parce que le même vent presse la nuée par les deux côtez. Il reste donc que tout son effort se fasse vers le devant de la pluye, & que cet effort joint à celui du vent qui emporte la nuée soit environ deux fois plus vite que le vent qui la pousse, & que ce vent augmenté fasse plus de 60 pieds en une seconde, alors il peut renverser des arbres, comme on le prouera ensuite. Il ne peut preceder la pluye que d'environ trois ou quatre cens pas pour l'ordinaire, par la raison qui a été dite, qu'un espace d'air de telle vitesse qu'il soit poussé, ne peut continuer son mouvement bien loin en ligne droite si la cause de l'impulsion cesse. Je me suis confirmé dans cette hypothese en voyant d'une lieuë de distance une nuée épaisse d'où il tomboit de la pluye: car du côté d'où venoit le vent les gouttes tomboient presque toutes droites: mais dans le milieu & jusques aux premieres gouttes, elles faisoient un angle de plus de 45 degrez, comme en la Figure suivante, à laquelle A B est la nuée, B D le côté d'où vient le vent, & G H les gouttes les plus avancées.



La même chose doit arriver par la gresse, & même si elle étoit fort épaisse, & les grains fort gros, ils entraineroient davantage l'air du haut en bas, & feroient une tempête encore plus impetueuse, dont la vitesse pourroit être de 75 pieds par seconde. Les grands vents qui se font sans pluie peuvent proceder de la combinaison de trois ou quatre causes, & ils viennent ordinairement du *Sud-sud-ouest* : il peut donc arriver qu'en même-temps, il s'éleve une tres-grande quantité de vapeurs & d'exhalaisons dans l'Afrique, qu'il y fasse tres-chaud trois ou quatre jours de suite, que les terres Septentrionales se refroidissent, & que la Lune descendant vers son perigée de son plus haut apogée, se fasse un reflux de l'air qui a été porté par un *Nord-est* : ces quatre causes ensemble

ble feront un vent assez impetueux qui regnera successivement depuis l'Afrique jusques en Angleterre.

J'observay un jour une grande tempête à Paris venant du *Sud*, & j'appris ensuite par des relations assurées, que deux ou trois jours auparavant il s'étoit fait un furieux orage vers les côtes d'Alger. Cette Ville est à peu près dans le même Meridien que Paris, si ce vent faisoit 30 pieds par seconde, il pouvoit arriver en deux jours d'Alger à Paris. Pour exprimer les houragans qu'on sent presque tous les ans dans quelques-unes des Isles Antilles, il faut avoir recours à quelques autres causes.

- 1° Parce que ces tempêtes sont beaucoup plus violentes, & font plus de 100 pieds en une seconde;
- 2° Qu'elles ne durent que sept ou huit heures;
- 3° Qu'elles ne se font gueres souvent ailleurs, que dans quelques-unes de ces Isles;
- 4° Qu'elles commencent ordinairement par un *Nord-ouest* qui se change successivement en d'autres vents, sçavoir l'*Ouest*, le *Sud-ouest*, le *Sud*, le *Sud-est*, le *Nord-est* & le *Nord*;
- 5° Qu'on trouve dans les mers voisines de ces Isles quantité de poissons morts, & qu'on y sent des tremblemens de terre; de toutes lesquelles circonstances on peut conjecturer que de la terre qui est au fond de ces mers, il se fait des éruptions d'exhalaisons.

salpetreuses & sulphurées en plusieurs endroits successivement qui ne peuvent être remarquées, parce que les vaisseaux qui se trouveroient en ces endroits se submergent; & il peut arriver que les premières éruptions s'étant faites du côté des terres du continent de l'Amérique le vent qu'elles excitent du Nord peut se réfléchir contre les côtes de France & celles qui en sont voisines, faisant en même temps de nouvelles éruptions, les premières ayant cessé, le vent doit augmenter & venir du côté de France, comme l'assurent ceux qui en ont vu les effets; & ces éruptions de feux volcaniques salpetreuses & sulphurées, peuvent faire mourir quantité de poissons dans les endroits où elles s'élevent; ceux qui ont vu plusieurs de ces ouragans, & qui auront remarqué beaucoup d'autres circonstances, pourront les expliquer avec toute la certitude.





SECONDE PARTIE,
DE L'EQUILIBRE
DES CORPS FLUIDES,

PREMIER DISCOURS,

DE L'EQUILIBRE DES CORPS
Fluides par la pesanteur,

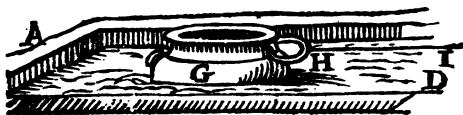
Pour bien expliquer l'équilibre des Corps fluides
entre-eux ou avec les autres Corps , on peut
se servir des Regles suivantes.

I. REGLE.

UN Corps ne résiste à être élevé de
bas en haut , que selon qu'on l'éloi-
gne du centre de la terre , & on peut
mouvoir un corps tres-pesant avec une tres-
petite force , si on ne luy fait point chan-
ger de distance à l'égard de ce même centre,
L'experience s'en fait en cette sorte,
Ayez un grand baquet plein d'eau dans un
lieu fermé où il ne fasse point de vent;

II. Partie.

aites nager sur la surface de l'eau, le vaisseau G grand & pesant, & y attachez un tres-petit fil de soye HI, & le tirez en



forte qu'il ne se rompe pas, c'est-à-dire avec tres-peu de force; le vaisseau G suivra le filet, & quoyqu'il se fasse de petites vagues dans l'eau du baquet, & qu'il faille un peu de force pour la diviser, cela n'empêchera pas que le vaisseau n'aille assez vite quand il sera proche du point D, si on accelere peu à peu son mouvement; il est vray que si on vouloit donner d'abord une vitesse considerable au vaisseau G; on romproit le filet, & même une corde assez forte, presque de même que si elle étoit attachée à un corps inébranlable, parce qu'un corps fort pesant ne peut recevoir un grand mouvement tout à coup, que par une tres-grande force.

On confirmera encore cette verité, si on suspend un tres-grand poids à une longue corde en un lieu ouvert; car le moindre vent luy donnera du mouvement, quoy qu'il ne puisse se mouvoir sans s'éloigner un peu plus du centre de la terre que

76 *Du Mouvement des Eaux.*

quand il est en repos; delà on voit la raison pourquoy il est facile de soutenir une boule comme D tres-pesante sur un plan fort incliné, comme A B, car étant trainée ou poussée depuis A jusques à B, elle



ne s'éleve à l'égard du centre de la terre, que de la ligne B C qu'on suppose perpendiculaire à la ligne horizontale A C, au lieu que si on l'avoit élevée perpendiculairement en même temps jusques à une hauteur égale à A B, elle auroit agy par toute sa pesanteur, & il auroit fallu une force beaucoup plus grande pour l'élever,

II. R E G L E,

Si deux Corps sans ressort de même matiere se choquant horizontalement & directement ont leurs quantitez de mouvement égales; c'est-à-dire si leurs vitesses sont reciproques à leurs grosseurs, au moment du choc ils feront équilibre, (on suppose que les corps d'une même matiere ont leurs poids proportionnez aux quantitez de leurs matieres) suivant cet-

la Règle, si un poids de deux livres allant avec une vitesse de quatre degrez en rencontre directement & horizontalement un autre de quatre livres qui ait deux degrez de vitesse, ils s'arrêteront l'un l'autre, & feront équilibre : mais si le premier de deux livres va six fois plus vite qu'un autre de dix livres il l'emportera ; car le produit de 2 par 6, qui est douze, est plus grand que le produit de 10 par l'unité ; On suppose que ces poids s'attachent ensemble en se rencontrant. De-là on prouve facilement le principe de mécanique, qui a été mal prouvé par Archimede, par Galilée, & par plusieurs Auteurs ; sçavoir que lorsqu'en une balance les poids sont reciproques à leurs distances du centre de la balance, ils font



équilibre ; car soit la balance BAC, A le centre du mouvement, AC quadruple de AB ; le poids B quadruple du poids C ; je dis que l'un des poids n'emportera pas l'autre ; car que le poids B s'il est possible emporte l'autre ; or il ne peut se mouvoir avec quelque vitesse que ce soit par l'arc BD en descendant, qu'il ne fasse aller le poids C 4 fois plus vite par l'arc CE, puis

78 *Du Mouvement des Eaux.*

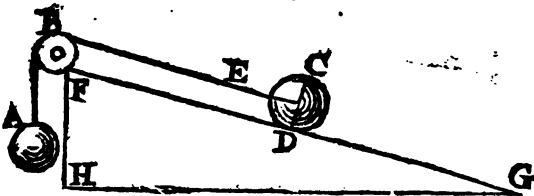
que le demy diametre A C est quadruple du demy diametre A B, & alors les quantitez de mouvement de ces deux corps seroient égales, & une quantité de mouvement en auroit forcé une qui luy seroit égale, ce qui est impossible, puisqu'elles doivent faire équilibre par cette seconde regle. Par la même raison le poids C ne pourra descendre; mais si on l'éloigne un peu plus du point A, il descendra, car alors il pourra donner à l'autre poids, une moindre quantité de mouvement que celle qu'il prendra, & par conséquent il le forcera, & c'est une chose assez étrange que le poids B étant de trente livres & le bras A B d'un pied, on ne pourra soutenir ce poids en mettant la main dessous, & qu'on soutiendra facilement le poids d'une livre à 31 pieds du point A, si le poids B est ôté, car il n'aura que le poids d'une livre quand même on le mettoit à 100 pieds de distance du point A : & cependant si l'on met en même temps le petit poids à 31 pieds de distance du point A, & le gros à un pied, le petit emportera le grand, ce qui ne peut arriver que parce qu'il est disposé à donner en descendant une moindre quantité de mouvement au poids B que celle qu'il prend, & qu'ils agissent tous deux de toute la force de leurs poids par la premiere regle, parce qu'ils

ont une même direction vers le centre de la terre.

PIL R É G L É.

Lorsque deux poids n'ont pas la même direction vers le centre de la terre, & qu'ils sont disposez en sorte que l'un ne puisse se mouvoir, qu'il ne fasse mouvoir l'autre aussi vite, il ne faut pas estimer la force de chacun par sa simple quantité de mouvement, mais par une quantité de mouvement respectve qui se trouve en multipliant chaque poids par sa vitesse à l'égard de son approche ou de son recul du centre de la terre.

EXPLICATION.



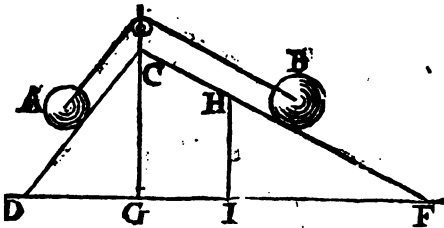
A est un poids suspendu à la poulie B par E B A, qui soutient aussi la boule C D par le moyen de deux cordelettes trachées à l'Essieu de la boule, & au point E de la corde A B E. H G est une

80 *Du Mouvement des Eaux.*

ligne Horizontale, HF est perpendiculaire : EB est parallele au plan incliné GP représenté par la ligne GF. Il est manifeste que la boule est disposée à aller aussi vite que le poids A, soit que le poids A descende ou que la boule en descendant se fasse monter, mais lorsqu'elle aura parcouru l'espace FG en descendant obliquement, elle ne se sera approchée du centre de la terre que de la distance FH ; on considere tous les points de la ligne HG de deux ou trois pieds de longueur, comme si ils étoient également distans du centre de la terre à cause que la difference en est insensible. Afin donc de sçavoir les forces de ces poids ou leurs quantitez respectives de mouvement, il faut multiplier le poids de la boule CD par la longueur FH & celui de la boule A par une longueur égale à FG, puisque cette derniere boule fait autant de chemin en montant ou en descendant que la boule CD, & qu'elle va directement vers le centre de la terre ; Or si FG est triplé de FH, & que le poids de CD soit triple du poids A ; on verra qu'il se fera équilibre, entre des poids, ce qui procede des causes expliquées dans les deux premieres Regles, que si l'on ajoute quelque petit poids ou au poids, A, ou au poids B, il descendra & fera monter l'autre faisant abstraction du frottement de la poulie & de

u. On expliquera de même les équilibres qui doivent arriver quand le plan FG , plus ou moins incliné en y appliquant les mêmes regles, lesquelles on pourra approuver par principes d'expérience ou loix de la nature.

Supposons que si les poids comme A & B en la figure suivante sont sur des plans différemment inclinez comme CD , CF ; DF est supposée horizontale & CG perpendiculaire à DF , il faudra pour faire l'équilibre que le poids B soit au poids A .

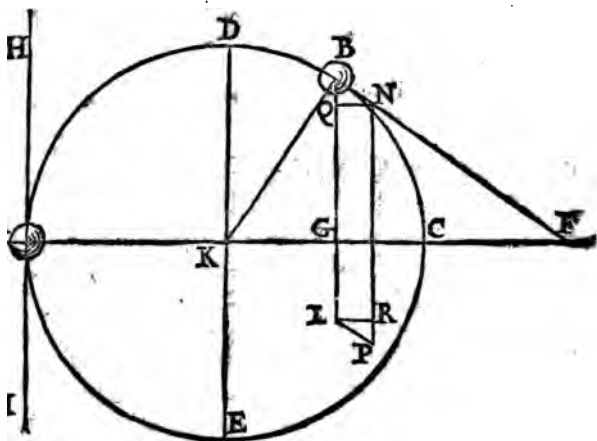


Si on applique la ligne CF à la ligne CD , & on le fera passer par les mêmes regles; car si FH est prise égale à CD & qu'on tire HI parallèle à CG , il est manifeste que pendant que le poids B iroit de F en H , le poids A iroit de C en D , donc CG seroit la mesure de la vitesse du poids A à l'égard du centre de la terre, & HI celle du poids B allant de F en H en même temps; ainsi comme FC à FH , ainsi CG à HI , par la troisième règle le poids B doit

82 *Du mouvement des Eaux.*

être au poids A, comme CG à HI, c'est-à-dire comme FC à CD pour faire l'équilibre. Et par conséquent ces poids ainsi disposez s'arrêteront l'un l'autre.

La même chose arrivera à des poids attachez aux extremitéz des rayons d'une rouë, c'est-à-dire qu'afin que le poids A situé à l'extremité du rayon KA fasse équilibre avec le poids B, la ligne AK étant horizontale & la ligne BK élevée de soixante degrez sur AKF : Il faut que le poids B soit double du poids A ; car la ligne BF étant tirée perpendiculaire au rayon KB jusques à ce qu'elle rencontre la ligne AKGF, le plan BF sera élevé de 30 degrez,



& la perpendiculaire BG ne sera plus que

II. Partie.

83

é de BF, donc le mouvement du vers F se faisant au commencement la tangente BF, ne s'avance centre de la terre que de l'espannoitié de BF, au lieu que le poids A direction selon la tangente MAH, culaire à AKF laquelle s'éloigne ment de ce centre, & par consequence sera disposé à aller deux fois plus regard de ce même centre que le : mais comme FB, à BG, ainsi le B ou AK, à KG; donc le poids : même effet à l'égard du poids : s'il étoit en G, c'est-à-dire que si a mesure de la vitesse du poids A, la mesure de la vitesse du poids AK est double de KG, comme le BG; donc le poids A sera recient au poids B comme KG, à KA 2 & 3 Règle, ces poids ainsi disront équilibre, & l'un ne force- autre.

ême chose arrivera à des puissan- étant attachées aux extremités ns égaux d'une rouë tireront obli- ou directement : car soit au point a ligne BG continuée directement e puissance tirant par la corde hée en B selon la direction BL, utre puissance en M, tirant selon te AM par la corde AM attachée

84 *Du Mouvement des Eaux.*

au point A. Si ces puissances sont égales, elles ne feront point d'équilibre : mais la puissance en M forcera l'autre, & pour faire d'équilibre, il faudra que la puissance en L soit à la puissance en M comme la ligne AK à la ligne KG, ce qui procede de ce que la puissance en L ne fait point venir à soy directement le point B : mais il va selon la tangente BF au commencement du mouvement, & qu'en même temps la puissance en M va directement selon la tangente HAM. Or si l'on suppose BN indéfiniment petite dans la tangente BF & que NQ soit perpendiculaire à BL, il est évident que le point B étant en N, le point L sera venu en P, si NP est parallèle & égale à BL; & LR & QN étant parallèles à AF, RP sera égale à BQ, & LP à BN; Or la puissance attachée au point M se fera avancée selon la direction d'effort AM d'une ligne égale à BN ou LP, & la puissance en L ne se fera avancée en même temps selon la direction d'effort B-L ou N-P, que de la ligne RP qui n'est que la moitié de BN ou LP, comme BG n'est que la moitié de BF; Donc il faudra pour faire d'équilibre entre les deux puissances que celle qui est au point L soit double de celle qui est au point A, celle-cy tirant selon la tangente HAM, & l'autre selon la direction BL

II. Partie.

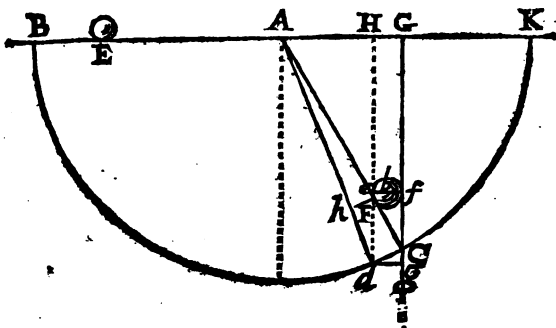
fait un angle de 30 degrez avec le
on K B, de même qu'il faut que le
ds B soit double du poids en A, afin
ls fassent équilibre.

le ces trois principes d'experience on
une Regle generale pour toutes les
ces mouvantes. Cette Regle ou prin-
e universel est telle.

PRINCIPE UNIVERSEL DE LA *Mechanique.*

Orsque deux poids ou deux autres puis-
sances sont disposées en sorte que l'une
puisse se mouvoir qu'elle ne fasse mou-
ir l'autre, si l'espace que doit parcourir
des poids selon sa direction propre &
naturelle est à l'espace que doit parcourir
autre en même temps selon sa direction
propre & naturelle, reciproquement com-
me ce dernier poids est au premier; il se
ra équilibre entre les deux poids; mais
l'un des poids est en plus grande rai-
on à l'autre il le forcera.

On peut prouver par ce principe un ef-
fet surprennant qu'on ne peut pas prouver
seulement par d'autres hypotheses; sçavoir
si s'il y a plusieurs bras égaux attachez à
un même essieu A comme A B, A C,
qu'on mette un poids E sur le bras A B
au autre β sur le bras A C au point F, eq



forte que les distances AE , AF soient égales, le poids en F étant rond & non attaché au point F , de manière qu'il puisse rouler de F en C , mais qu'il en soit empêché par une glace de verre GC & trempée située perpendiculairement; alors pour faire l'équilibre il faudra que le poids E soit beaucoup plus grand que le poids f , sçavoir en la raison de AE à AH , si HF est une ligne perpendiculaire à $BAGK$, ce qui est le contraire de ce qui arrive quand le poids F est attaché au plan incliné AFC , car il faut alors pour l'équilibre que le poids F soit plus grand que le poids E en la même raison de EA à AH , comme il a été expliqué dans la Figure précédente.

Pour prouver ce paradoxe soit tiré la ligne fhc horizontale passant par le cen-

de la boule b , il est évident que le point e est plus haut que le point d'appuy F , & que be est un peu plus grande que le diamètre bf ; mais pour faire cette démonstration, on suppose le triangle Fbd infiniment petit & le point F joint au point e , & que la perpendiculaire Fb passe par ce point: Or la boule b en descendant fera tourner en rond le point d par l'arc cd ; & si dg est égale au diamètre de la boule, le même bras sera en la situation abd lorsque le diamètre de cette boule sera arrivé en dg , & le point d'appuy F aura décrit l'arc Fbn en même temps que le centre de la boule sera descendu par un espace égal à ed ; mais si à cause de la petitesse de l'arc on prend l'arc Fb pour sa tangente, on aura le triangle Fbd semblable au triangle AHF , & dF sera à Fb comme FA ou AH à AH ; & parce que le poids E ne s'élève qu'à proportion de la ligne Fb , l'espace passé par la boule en descendant directement depuis le point F jusques à d sera à l'espace passé en même temps par le poids E en remontant directement, comme AE à AH ; donc le poids E pour faire l'équilibre doit être au poids b comme EA à AH par le principe universel; & parce que la boule tombe encore d'un peu plus haut que le point F , sçavoir du

28 *Du Mouvement des Eaux.*

point *e*, il s'ensuit que les poids étant selon cette raison le poids *b* descendra, & fera élever le poids *E*, ce que j'ay trouvé conforme à l'expérience: car ayant disposé le bras *AC* en sorte qu'il faisoit un angle de 60 degrez avec le bras horizontal *AHK*, j'observay que le poids *b* étant double du poids *E* il faisoit équilibre avec luy quand je l'avois arrêté pour l'empêcher de rouler, mais l'ayant laissé libre après avoir mis une glace de miroir représentée par *CG* pour l'empêcher de rouler à côté, il fallut mettre le poids double en *E* & le simple en *b* pour faire l'équilibre, & même ajouter un petit poids en *E*. On prouvera par les mêmes raisons que si l'angle *KAC* étoit de 45 degrez, il faudroit pour faire l'équilibre que le poids *E* fût le plus grand en la raison de la diagonale d'un quarré à son côté. On ne considère point icy que le centre de la boule *F* est un peu à côté du point d'appuy.

Ces choses étant supposées, on peut expliquer assez bien les équilibres des corps fluides.

Le plus léger, c'est-à-dire le moins pesant des corps fluides est la flamme, mais parce qu'elle s'éleve dans l'air, & qu'elle ne se tient pas étendue sur quelques autres corps, elle ne peut faire d'équilibre par
son

son poids, mais seulement par son choq & par son ressort.

L'air qui s'étend au dessus de la terre & de l'eau peut faire équilibre par son poids, par son choq & par son ressort avec les autres corps fluides plus grossiers, & même avec les corps serines & durs. On prouve la pesanteur de l'air par les effets du Barometre, c'est un tuyau étroit de verre de deux pieds & demy ou de 3 pieds de longueur scellé hermetiquement par un bout, on l'emplit de Mercure sans y laisser aucun air, & l'on ferme l'autre bout avec le doigt, & après avoir tourné en haut le bout scellé, on trempe le doigt dans d'autre Mercure mis dans un vaisseau, on ôte le doigt qui soutenoit le Mercure du tuyau, & alors il en tombe une partie dans le vaisseau, & après quelques balancemens il s'arrête enfin dans le tuyau à la hauteur de 27 ou 28 pouces; car selon les changemens des vents & de l'air, il monte quelquesfois à 28 pouces & demy & d'autres fois seulement à 26 & demy, & ordinairement il s'arrête à Paris à 27 pouces & demy environ.

Or cette élévation de Mercure ne peut être bien expliquée, qu'en supposant que la colonne d'air de même largeur que le diametre interieur du tuyau pese autant que les 27 ou 28 pouces de Mercure éle-

vez dans le tuyau, en prenant cette colonne depuis la surface du Mercure qui est dans le vaisseau jusques à l'extrémité de la plus haute region de l'air ; Car si l'on porte le Barometre au haut d'une montagne ou d'une tour fort élevée, on voit diminuer peu à peu la hauteur du Mercure, & se reduire à 24 ou 25 pouces, comme étant alors chargé d'une moindre quantité d'air ; & si l'on descend dans des caves ou dans des mines fort profondes, il se hausse peu à peu à mesure qu'on descend, comme étant successivement chargé d'une plus grande quantité d'air.

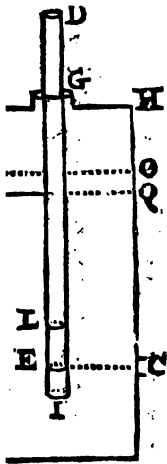
On peut encore connoître le poids de l'air & l'équilibre qu'il fait avec l'eau par les mêmes Regles en supposant qu'un pouce de Mercure pese autant à peu près que 13 pouces d'eau, comme j'ay l'ay connu par des experiences que j'en ay faites : car 28 pouces de Mercure peseront autant à peu près que 383 pouces d'eau, qui font un peu moins que 32 pieds ; d'où il s'enfuit que lorsque le poids de l'air fera monter le Mercure à 28 pouces quelques lignes, il fera monter l'eau dans un tuyau de 35 ou 40 pieds jusques à 32 pieds, & que lorsqu'il ne s'éleve qu'à 27 pouces $\frac{1}{2}$; l'eau ne doit s'élever qu'à 31 pieds à peu près, ce qui s'est trouvé assez conforme à quelques

experiences que j'en ay faités à l'Observatoire en la maniere suivante; je fis faire à Monsieur Hubin Emailleur un tuyau de verre de 40 pieds de hauteur qu'il ajusta dans du bois creusé afin qu'il ne se rompît pas en le maniant, il étoit de 5 ou 6 pieces qu'il souda dans la grande Salé de l'Observatoire, & on éleva l'un des bouts jusques au haut de la plate-forme par l'ouverture qui y est, qui répond perpendiculairement au noyau creux du degré de la cave; on le descendit ensuite peu à peu jusques dans ce noyau & on l'arrêta en le liant en plusieurs endroits à la rempe de fer, ensuite ayant été rempli d'eau après avoir fermé le bout d'embas, on appliqua au haut un bouchon de verre qui fermoit exactement le tuyau & on y mit encore une vessie pour le mieux sceller; on emplit aussi d'eau un petit vaisseau qui étoit au dessous de l'autre bout jusques à ce qu'il trempât dans l'eau, & après qu'il fut débouché, l'eau tombant descendit jusques à 12 pieds environ; mais il en sortit tant de bulles d'air qu'on ne put remarquer où elle étoit remontée, enfin elle demeura à la hauteur de 29 pieds à cause du ressort de l'air des bulles qui étoient sorties de l'eau & montées au haut du tuyau. Deux jours après on y remit de l'eau qui avoit été bouillie un peu auparavant pour

en faire sortir la matiere aérienne; on fit l'expérience de même, & l'eau après quelques balancemens s'arrêta à 29 pieds 4 pouces environ, on la vit monter peu à peu plus haut & s'arrêter à 30 pieds 2 pouces, sans que les autres barometres eussent changé. J'en attribuai la cause à ce que l'eau qu'on y avoit remise étoit mêlée d'un peu de bouë; & par consequent pesoit plus que l'eau nette; mais cette bouë descendit en peu de temps au fond du petit vaisseau, & par ce moyen l'eau devenant peu à peu plus legere elle montoit peu à peu plus haut. Deux jours après j'observay que les barometres communs étant à 27 pouces 9 lignes, l'eau de ce grand tuyau étoit montée à 30 pieds 8 pouces, elle seroit montée un peu plus haut, s'il ne s'y fût pas élevé quelques bulles d'air qui la firent baisser: le Barometre commun étant à 28 pouces, elle monta encore plus haut, & descendit ensuite quand le Barometre commun revint au dessous de 28 pouces, d'où je connus que les Barometres d'eau ont des changemens proportionnez à ceux de Mercure & qu'on peut prendre 32 pieds d'eau pour la plus grande hauteur à peu près de ces Barometres, lorsque l'eau dont ils son remplis est de celles qui sont les moins pesantes & que la matiere aérienne en est sortie.

la facilité du calcul on suppose icy poids de l'atmosphère fait précifément en équilibre avec 32 pieds d'eau douce, le Mercure pefe 14 fois davantage ment.

prouve encore le poids de l'air par expérience affez curieufe : On prend une bouteille de verre A B à laquelle on fait une ouverture de deux ou 3 lignes comme on met dans le col G un tuyau de DE d'environ deux lignes de diamètre & on l'y soude avec un mélange de terre bentine ou avec de la poix,

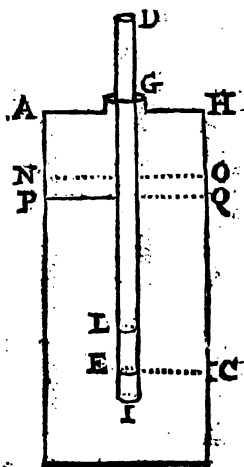


en sorte que l'air ne puisse passer entre-deux ; ensuite on remplit la bouteille d'eau par l'ouverture C en la couchant & même le tuyau E D en tenant fermé le bout D, & lors qu'on pose la bouteille en sa situation perpendiculaire ; l'eau qui est dans le tuyau descend jusques en E, & il en sort autant par l'ouverture

l'extrémité E du tuyau est à la même

94 *De Mouvement des Eaux.*

hauteur que le milieu de l'ouverture C ; que si le tuyau s'étend au dessous de l'ouverture comme jusques en I l'eau cessera de couler , le tuyau étant vuide jusques à E , & la bouteille demeurera pleine d'eau jusques à la soudure vers G ; que si le bout du tuyau est un peu plus haut que le dessus de l'ouverture C comme en L , & qu'il ait deux ou trois lignes de largeur , alors on verra sortir de l'air par ce bout ouvert & remonter au haut de la bouteille & l'eau sortir en même temps par l'ouverture C jusques à ce qu'il n'y en ait plus au dessus du point C , ces effets s'expliquent en la maniere suivante.



Le poids de l'air extérieur fait effort vers l'ouverture C , pour repousser l'eau qui fait effort par son poids pour sortir , & l'air qui est au dessus du tuyau E D fait aussi un effort & agit par son poids sur l'eau qui y est contenuë ; & se joignant au poids de cette eau , il doit forcer le poids de l'air qui agit

vers C, ce qui fait que l'eau du tuyau descend jusques en E, & alors l'air fait effort d'un côté en E, & de l'autre en C & soutiennent conjointement l'eau de la bouteille depuis E & C jusques à A H, & elle la soutiendrait quand même la hauteur CH seroit de trente pieds le Bout du tuyau étant au dessous du bas de l'ouverture C; mais lorsque le tuyau ne descend que jusques en L, alors l'eau depuis E jusques en E jointe au poids de l'air qui pese sur L, force l'air en C & l'eau coule par C pendant que l'air descend de D en L & entre goutte à goutte dans l'eau par le bout ouvert L, & s'éleve au dessus de la surface de l'eau qui est au dessous du col de la bouteille; si l'on panche la bouteille en sorte que le point L & le milieu de l'ouverture C soient en une même ligne horizontale, on verra la moitié d'une goutte d'air qui passera au dessous du point L, mais qui ne se separera pas du reste, si l'on ne rehausse un peu le bout L.

Lorsqu'on a laissé entrer de l'air dans la bouteille en sorte que la surface de l'eau soit en NO & qu'on échauffe cet air avec la main pour le faire dilater, on fait sortir quelques gouttes d'eau par C quoy que le bout du tuyau soit au dessous de cette ouverture, & l'eau descendra com-

25 *Du Mouvement des Eaux.*

me jusques en *pq*, mais si on laisse refroidir cet air, on verra pendant quelques temps entrer des gouttes d'air par *C* à cause que l'air qui étoit descendu jusques en *PQ* se remet dans sa premiere étendue depuis *NO* jusques à *AH*, & n'y ayant point d'eau pour remplir l'espace *NO PQ*, il faut que l'air y vienne du dehors par l'ouverture *C*.

L'eau n'a point de ressort sensible, & elle ne fait équilibre avec les autres matieres, que par son seul poids ou par son choc, le premier équilibre qu'on y peut remarquer à l'égard de l'air, est qu'étant reduite à de tres-petites gouttes, elle devient plus legere que l'air, & s'eleve en vapeur, comme il a été dit cy-devant. On ne peut dire quelle petiteffe doit avoir une petite parcelle d'eau pour faire équilibre avec l'air proche de la terre, parce que celles qui sont un peu plus legeres que cet air ou un peu plus pesantes sont invisibles séparément. On peu encore difficilement trouver la cause de ce qu'elles s'elevent, car ce n'est pas le mélange de l'air puisqu'elles peseroient encore plus que l'air pur; ce n'est pas la chaleur, parce qu'on voit des eaux tres-froides jeter des vapeurs. On pourroit penser qu'il y a de tres-petits pores dans l'air, où il n'y a aucune matiere pesante, dans lesquels les tres-petites parcelles d'eau se peuvent insinuer & y monter, & celles

celles qui sont un peu plus grosses n'y pourroient passer. Ces petites parcelles sont enfin équilibre avec l'air, à une distance d'une lieuë ou de deux de la terre, & elles y demeurent long-temps suspenduës jusqu'à ce que plusieurs s'étant jointes ensemble, deviennent plus pesantes; & si l'air devenoit tres rarefié. elles pourroient tomber.

On en voit l'expérience dans les machines pneumatiques; car lorsqu'on a pompé une partie de l'air, on voit troubler le recipient par la chute des vapeurs qui ne pouvant plus être soutenuës dans l'air, à cause de la trop grande rarefaction, tombent en petites goutelletes sur le verre qui les environne. Dans les endroits où il se fait de grandes chutes d'eau, on y voit s'élever perpetuellement des vapeurs qui ne sont autre chose que les parcelles de l'eau brisées par le choc; & quand une bouteille de savon vient à se rompre, une partie de l'eau dont elle est composée, tombe, & le reste qui se reduit en des goutelletes trop petites, s'éleve comme des vapeurs.

I. R E G L E.

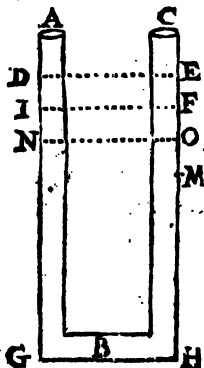
Pour l'équilibre de l'eau par son poids.

L'Eau étant dans un vaisseau ou dans plusieurs qui se communiquent, a tou-

98 *Du Mouvement des Eaux*
 jours les parties superieures en m
 veau; c'est-à-dire, en égale distanc
 tre de la terre.

E X P L I C A T I O N

Soit le tuyau recourbé A B C d'ég



leur , dans le
 verse de l'eau
 bout A , elle
 aussi haut da
 branche du tuy
 à-dire que si
 une ligne hori
 & que l'eau
 branche A G ,
 jusques en D ,
 dans l'autre ju
 E , quand on a
 de verser , & c
 demeurera er

Car premierement si les branches
 gale largeur & également inclinée
 rizon , tout étant égal de part &
 l'eau ne pourra pas demeurer dans
 leurs inégales A & F , parce que
 de l'eau A G sera plus grand que
 l'eau H F; & par conséquent , en del
 il pourra prendre une plus grande
 de mouvement qu'il n'en donnera
 en montant ; puisque leurs vitess

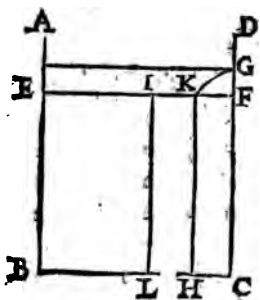
égales & leurs directions semblables. Donc par le principe universel, l'eau ne pourra s'arrêter si elle n'est à une même hauteur dans ces deux branches. Que si l'on ferme avec le doigt le bout C avant que de verser de l'eau par le bout A, & qu'on emplisse d'eau la branche A G jusques à A, l'autre demeurera vuide, & il n'y montera point d'eau ou tres-peu à cause de l'air qui l'occupe, si la branche A G n'est que de deux ou trois pieds de hauteur ; alors si on leve le doigt l'eau de la branche A G descendra, & une partie passera dans l'autre branche, & s'élevra comme jusques en E pendant que de l'autre part elle descendra comme jusqu'en N & derechef elle montera comme jusqu'en D : & descendra jusques en M ; & enfin après plusieurs balancemens elle s'arrêtera de part & d'autre à une même hauteur comme I F.

Lorsqu'en cette experience l'eau commence à descendre de la branche A pour passer dans l'autre, elle accelere son mouvement, jusques à ce qu'elle soit en égale hauteur dans les deux branches, comme en I & F où doit être l'équilibre, & diminuë ensuite de vitesse peu à peu, jusques à ce qu'elle soit aux points N & E ; elle redescendra de même en accelérant depuis la hauteur E jusqu'à ce qu'elle ait passé le même niveau I F, & diminuëra son mouve-

170 *Du Mouvement des Eaux.*

ment jusqu'à ce que l'une des hauteurs soit en D, & l'autre en M; & ces balancemens continuëront jusqu'à ce que l'eau soit arrêtée en I & F, de la même maniere que le plomb d'une pendule accelere son mouvement jusques au point de repos, qu'il le diminuë en remontant, & qu'il s'arrête enfin après plusieurs balancemens.

La même chose arrivera dans un vaisseau ABCD, où il y aura de l'eau jusqu'en EF; car si l'on y verse de l'eau vers F, en sorte qu'elle s'éleve comme jusques en G,

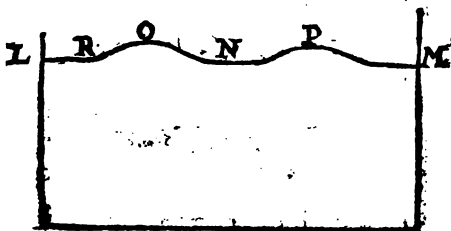


elle ne demeurera point en cet état, lors qu'on cessera de verser de l'eau nouvelle : car le poids de l'eau G K H C, étant plus grand que celui de l'eau

KILH, LH & HC étant supposées égales, il forcera cette dernière par les mêmes raisons, & fera élever l'eau vers IK, & en même temps la surface supérieure GK étant en pente, l'eau coulera de G vers I; & par les mêmes raisons l'eau EBLI s'élevera aussi : & enfin après plusieurs mouvemens la surface supérieure de l'eau se mettra de niveau. De là on pourra expliquer ce qui

II. Partie.

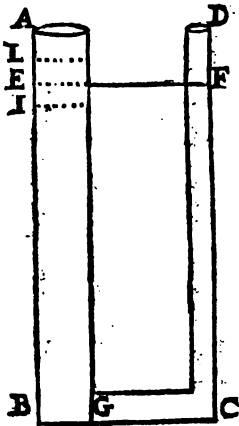
arrive dans une eau dormante LM, lorsqu'on y jette une pierre comme en N, car la pierre faisant élever autour de soy l'eau en une vague circulaire, dont O & P représentent l'élevation, elle ne pourra demeurer en cette position ; mais la partie O coulera vers L, & en coulant elle poussera &



élevera l'eau voisine R, qui poussera & élevera la suivante, de manière qu'il semblera que la même eau élevée en O, s'avance jusques en L.

La même chose arrivera à la partie élevée P, & par ce moyen il se fera une vague circulaire qui s'éloignera du point N en s'étendant toujours jusques aux rivages L & M, s'ils ne sont pas trop éloignés ; & en réfléchissant, il se fera une vague circulaire nouvelle, qui s'avancera de part & d'autre vers N, & s'agrandira toujours en conférence en diminuant de hauteur, jusques à ce que toute l'eau supérieure se soit mise de niveau.

Soient maintenant les deux branches inégales en largeur comme en la figure ABCD, l'eau se mettra encore à même hauteur, comme EF dans les deux branches, & l'eau E B ne forcera point l'eau C F ; car soit la



baze B G qu'on suppose quarrée, seize fois plus grande que la baze C, & s'il est possible, que l'eau descende de E jusqu'en I, & qu'elle monte de l'autre part jusqu'en D, celle qui sera descendue de E en I, sera égale à celle qui est en FD, & les deux petits cylindres F D, EI, auront leurs hauteurs reciproques à

leurs bazes : Donc comme 16 à 1, ainsi la hauteur FD à EI : Or le cylindre E B étant 16 fois plus grand que le cylindre C F, il pesera 16 fois davantage : mais l'espace passé en même temps par le petit cylindre, sera aussi 16 fois plus grand que l'espace passé par le grand cylindre, & leurs directions sont les mêmes étant perpendiculaires : donc leurs vitesses auroient été reciproques à leurs poids, & ils auroient en

une égale quantité de mouvement, ce qui est impossible ; car par le principe universel ces cylindres d'eau doivent faire équilibre, & l'un ne peut pas faire mouvoir l'autre, puisqu'ils sont disposez à prendre une égale quantité de mouvement selon la même direction.

Que si l'on verse de l'eau dans ce tuyau étroit jusques en D, elle ne pourra s'y arrêter que lorsque l'autre branche sera pleine jusques à A: car soit la hauteur FD d'un pouce & sa baze un pouce, & FC 10 pouces, donc toute l'eau CD sera d'onze pouces cubes, & l'eau BE 160 pouces cubes. Si donc toute l'eau CD descend d'un pouce, l'eau EB montera de $\frac{1}{10}$ de pouce, sçavoir de la hauteur EL, & l'espace EL sera à la mesure de la vitesse de l'eau BE, comme DF est celle de l'eau CD: Or 160 multipliez par $\frac{1}{10}$ donne 16 de quantité de mouvement, & 11 multiplié par 1 donne 11; donc la quantité de mouvement de l'eau DC fera plus grande que celle de l'eau BE, ou ce qui est la même chose, la vitesse de l'eau de la petite branche aura plus grande raison à la vitesse de l'eau de la grande branche, que le poids de cette dernière au poids de l'autre; & par le principe universel l'eau du petit tuyau descendra. On tirera les mêmes conséquences pour les autres hauteurs inégales jusqu'à ce

que les deux surfaces des eaux de ces branches soient de niveau, & elle ne s'arrêteront point qu'elles ne soient à même hauteur.

On peut encore considérer l'eau en A G, comme si elle étoit divisée selon sa longueur en seize petites colonnes carrées chacune égale à la petite colonne carrée C D : & parce qu'aucune de ces petites colonnes ne peut monter plus haut ny descendre plus bas que les autres, on doit juger de même de la petite colonne C D, quoy qu'elle ne leur soit pas contiguë.

De là il s'ensuit que si on met un corps flottant sur l'eau de la branche A B, & que le poids de ce corps soit égal à celui de l'eau qui occuperoit la hauteur A E après qu'on l'auroit ôté, l'eau de la petite branche demeurera toujours à la hauteur C D, & il se fera équilibre entre l'eau C D & l'eau B E jointe au poids du corps flottant par les mêmes raisons cy-dessus.

Lorsque la petite branche est tres-menue comme d'une demy-ligne, ou d'un tiers de ligne, l'eau y monte plus haut qu'en l'autre branche d'un pouce ou de deux, ce qui arrive aussi quand on trempe dans l'eau un tuyau de verre, dont le diametre est moindre qu'un quart de ligne, car elle s'y élève à la même hauteur d'un pouce ou de deux pardessus le reste.

de la surface de l'eau, & toute cette eau qui s'éleve au dessus du niveau dans les tuyaux tres-menus ou dans ceux qui le sont mediocrement, comme d'une ligne ou d'une demy-ligne est égale sensiblement à une grosse goutte d'eau qui étant attachée à quelques corps, demeure suspendue sans tomber.

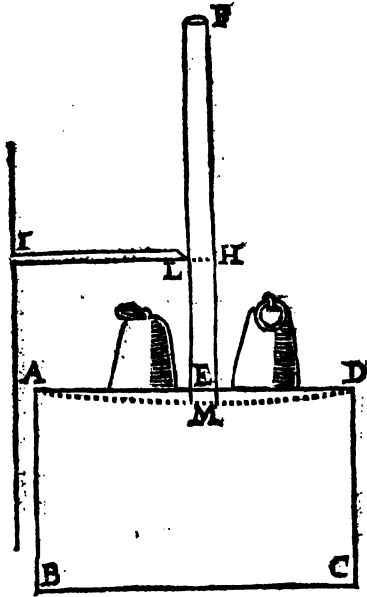
On voit le même effet dans l'expérience de la bouteille cy dessus, car si le tuyau est tres-étroit comme d'une demy-ligne, l'eau n'y descendra que jusques vers L environ un pouce au dessus de E, & alors cette cause particuliere d'adhesion resiste à l'effort de l'air qui est sur l'eau dans le tuyau; & plus le tuyau est étroit, plus le point L sera élevé.

Quelques-uns attribuent la cause de cet effet au poids de l'air qui agit pleinement sur l'eau du tuyau large, & ne peut bien agir sur celle du tuyau étroit; mais on doit rejeter cette cause. Car si l'on plonge un semblable tuyau dans du Mercure, il n'y monte pas si haut que le niveau du reste du Mercure, & toutesfois le poids de l'air y doit agir de même qu'à l'égard de l'eau: & même si l'on trempe dans l'eau un de ces tuyaux étroits qui n'ait qu'un demy-pouce de hauteur, l'eau y monte jusques au haut, quoy qu'alors l'air n'ait point de peine à s'y insinuer: joint à cela

que si ce tuyau est gros ou qu'il ait été laissé long-temps sans être mouillé, il contracte un certain enduit où l'eau ne s'attache point; & alors l'eau ne s'y élève pas au dessus du niveau quoyque la cause du défaut du poids de l'air demeure la même sans changemens. Il faut donc expliquer cet effet par les mêmes causes qui font élever l'eau qui est dans un vaisseau de bois vers les bords jusques à plus d'une ligne & demie de hauteur avec une petite concavité, & qui fait joindre deux gouttes d'eau l'une à l'autre quand elles se touchent, desquelles causes on a parlé dans le premier discours assez au long.

On voit un effet surprennant de l'équilibre dans l'expérience suivante Ayez un tonneau de bois large de deux ou trois pieds ABCD, plein d'eau enfoncé par les deux bouts: Faites une ouverture au fond d'en haut comme en E, pour y mettre un tuyau d'un pouce de largeur, si bien joint avec de la poix & de la fillace ou avec quelque autre matiere, que l'air n'y puisse entrer, & que ce tuyau étroit, sçavoir, EF ait 12. ou 15. pieds de hauteur; emplissez d'eau le tonneau par quelques trous qu'on fera au fonds supérieur, & posez sur le fonds sept ou huit cens livres de poids qui le feront courber en concavité comme AMD; si l'on met une marque blanche au dehors

du tuyau, comme au point H, & à côté un peu plus haut une règle I L, plantée dans



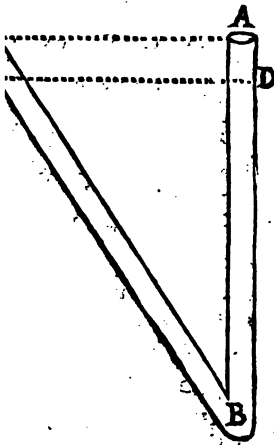
le mur voisin, & affermie de maniere qu'elle demeure immobile; en versant de l'eau ensuite peu à peu dans le tuyau étroit EF, vous verrez que quand il sera plein, le fond AMD se sera élevé avec les poids de 800 livres dont il est chargé, non seulement à son premier état AED.

108 *Du Mouvement des Eaux.*

mais même quand il aura pris une courbure convexe, & que son élévation dans le milieu sera autant élevée par dessus le point E, que le point M étoit au dessous auparavant; ce que l'on connoitra parce qu'on verra élever la marque blanche H, & passer peu à peu plus haut que la règle IL, dont on pourra mesurer la différence. Que si le tuyau est encore plus haut l'élévation des poids sera encore plus grande: d'où l'on juge que le peu d'eau qui est dans le tuyau, a autant de force pour élever ce grand poids & courber le fonds du tonneau en convexité, que si ce tuyau étoit de même largeur que le tonneau. Cet effet le prouvera par les mêmes raisons cy-dessus touchant l'eau de la petite branche CD, qui fait élever l'eau de la branche BA, lorsqu'elle n'est que jusques à E, quand même elle peseroit 1000 fois davantage: Car la vitesse que prendra l'eau du petit tuyau FE en descendant, sera à celle de fond AD avec ses poids en s'élevant, comme la surface de ce fond est à la surface de ce tuyau; c'est-à-dire que si le tuyau a un pouce de diamètre & le fond 30 pouces, la surface du fond sera 900 fois plus grande que celle du haut de l'eau du tuyau: dont si l'eau du tuyau descend d'un pouce, celle qui touche le fond supérieur du muid

l'éleva que de $\frac{1}{900}$ de ponce; & par
 equent si l'eau du tuyau pese une li-
 elle fera équilibre avec 900 livres,
 elle fera élever les 800 livres qui
 sur le fond avec le peu d'eau qui
 ra au dessus de A E D; mais il faut sup-
 r que le fond s'éleve tout entier en
 ie temps pour la justesse du calcul &
 aisonnement.

orsque dans un syphon l'une des bran-
 est inclinée, & l'autre perpendicu-
 étant toutes deux à peu près de mê-



me largeur,
 l'eau s'y met-
 tra aussi de
 niveau; Car
 soit le syphon
 A B C posé en
 sorte que la
 branche A B
 soit perpendi-
 culaire, & que
 C B soit en un
 plan incliné,
 il est manifeste
 que le poids
 de l'eau qui
 sera en D B,

au poids de celle qui sera en E B,
 me la grandeur D B est à la gran-
 E B; mais si E D est une ligne horiz

110 *De Mouvement des Eaux.*

zontale, la force totale de l'eau E B pour descendre sera à celle qu'elle auroit elle tomboit perpendiculairement, comme la longueur E B est à la longueur B: Donc elle fera équilibre à l'eau D dont la direction est perpendiculaire suivant le principe universel; Car les deux passes en même temps par les deux de ces deux branches selon leurs directions naturelles vers le centre de la terre, iront en raison reciproque de leurs poids c'est-à-dire de E B à D B, & par conséquent l'eau E B ne forcera point l'eau D; le frottement plus grand dans la longue branche peut faire quelques différences, & donner un peu plus de peine pour faire mouvoir l'eau par le plan incliné B; mais quand l'une ou l'autre des branches seroit plus grosse, cela n'empêcheroit point l'équilibre par les mêmes raisons qui ont été dites cy-dessus.

Lorsque dans les siphons qui ont une branche beaucoup plus grosse que l'autre comme en la figure suivante, on ferme le bout de la petite branche avec le doigt & que la grande étant ensuite remplie d'eau, on leve le doigt tout à coup, le premier mouvement de toute l'eau A est retardé par la difficulté de l'issue G; mais le mouvement par F C, est beaucoup plus vite en son commencement

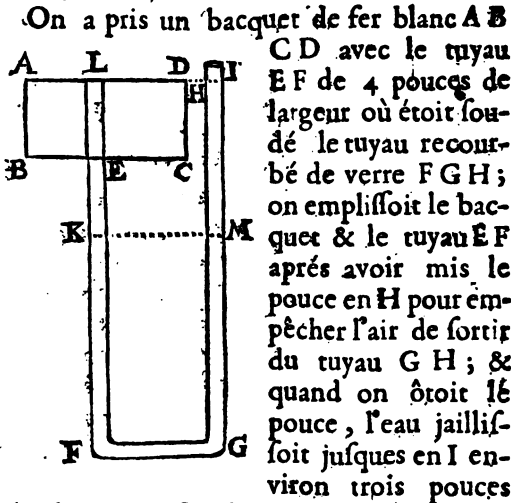


que quand les deux branches sont d'égale largeur ; d'où il arrive que si l'on met un peu d'eau dans la branche F C , jusques à ce qu'elle remplisse le tuyau de jonction B C , & si après avoir fermé le bout F avec le pouce , on remplit l'autre partie A B jusques à la ligne horizontale E D , & qu'on leve ensuite le pouce tout à coup , l'eau montera plus haut que D comme jusques en F , ce qui ar-

rive parce que l'eau de la grande branche descendant quoyque lentement , fait monter tres-vite l'eau dans la petite branche ; & que toute l'eau se mouvant pour arriver à l'équilibre , elle se meut encore après y être arrivée par la vitesse acquise comme dans le syphon uniforme ; ce qui fait que l'eau de la grande branche descend encore , & fait monter l'autre comme jusques à 3 ou 4 pouces au dessus de D d'où elle redescend , & après quelques balancemens elle s'arrête enfin à la même hauteur dans les deux branches au dessous de E F ; & quand le tuyau A B seroit tout plein avant que d'ôter le pouce , l'eau ne

111 *Du Mouvement des Eaux.*

laisseroit pas de jaillir deux ou trois pouces plus haut que F, si la branche A B est beaucoup plus large que la branche C D; car alors la descente & la montée dans cette branche large sera fort petite & presque insensible. Voicy les experiences qui en ont été faites.



plus haut que la surface de l'eau D A; mais lorsque le tuyau de verre alloit jusques à 5 ou 6 pouces plus haut que A D, l'eau y montoit à environ 4 pouces plus haut que H, d'où elle redescendoit, & enfin se mettoit dans l'équilibre. On a fait la même experience dans un tuyau L E F d'égale largeur par tout, G H demeurant toujours

jours plus étroit que LEF , & l'eau s'élève plus haut que le point H , de même que quand le bacquet AD étoit au-dessus de EF : Or en ces cas l'eau commence à monter assez vite par G , & monte encore un peu plus vite quand l'eau LE a acquis du mouvement. Mais cette vitesse par GH commence à diminuer quand l'eau des deux branches est arrivée à l'équilibre, est-à-dire à la hauteur où elle doit demeurer dans les deux branches, comme à celle de la ligne horizontale KM . Que si l'on met des liqueurs différentes dans les deux tuyaux, les plus légères demeureront élevées dans les tuyaux plus haut que les autres selon les proportions réciproques de leurs pesanteurs, dont voicy les règles.

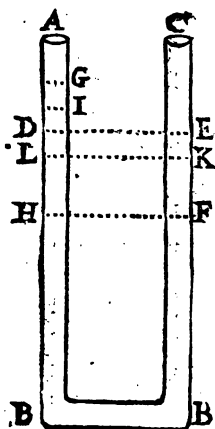
Règle de l'équilibre des liqueurs différentes par la pesanteur.

ON considère icy deux sortes de pesanteurs des corps, l'une qui procède de la masse du corps, comme un pied cube de bois pèse plus qu'un pouce cube de même matière; l'autre procède de la densité des matières ou de quelque autre cause par laquelle un corps pèse plus qu'un autre de pareil volume, comme un pouce cube d'or pèse plus qu'un pouce cube de fer,

114. *Du Mouvement des Eaux.*

nous appellerons pesanteur spécifique cette dernière pesanteur ; ainsi la pesanteur spécifique de l'eau est plus grande que celle de l'huile ; on ne considère point icy le poids de l'air dans lequel on pese les corps, quoy qu'à la rigueur on y doit avoir égard.

Soit donc dans le syphon A B C de l'eau



en équilibre à la hauteur DE qu'on verse tout doucement de l'huile dans la branche CB jusques à ce quelle soit à la hauteur C, il arrivera que l'eau descendra au dessous de E, & s'élèvera au dessus de D en l'autre branche ; soit la descente EF, & DG l'élevation, & soit tiré FH horizontale, alors l'huile FC fera à l'eau HG reciproquement comme la

pesanteur spécifique de l'eau est à celle de l'huile ; car l'eau FB fera équilibre avec l'eau BH, donc l'huile FC fera équilibre avec l'eau HG, or il est nécessaire pour faire que le tout demeure en cet état que les parties H & F soient également pressées selon le principe cy-dessus : Donc la quantité d'huile FC pesera autant sur F

II. Partie.

175

de l'eau H G sur H. La même chose arrivera au mercure & à l'eau ; Car si on met dans le syphon A B C du mercure jusques la hauteur D E & qu'on verse doucement de l'eau par C inclinant un peu le syphon au commencement afin que l'eau se mêle point avec le mercure, & que l'eau soit élevée jusqu'en C, & le mercure jusqu'en I, l'eau descendra comme jusques à la ligne horizontale K L ; & alors au K C avec le mercure K B, fera équilibre avec le mercure B I ; & comme la hauteur spécifique du mercure est à celle de l'eau, ainsi reciproquement la hauteur K C sera à la hauteur L I, & par ce moyen il sera facile de déterminer les pesanteurs spécifiques des liqueurs à l'égard l'une de l'autre, car si le mercure pese quatorze fois plus que l'eau, K C sera quatorze fois plus grande que L I.

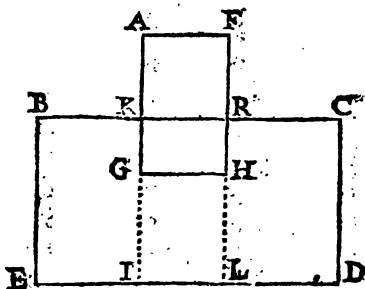
Ayant considéré l'équilibre des différentes liqueurs entr'elles, on peut considérer sur ceux des corps fermes qui n'agent sur l'eau, comme le bois, la cire, &c. En voici les regles.

*Regles de l'équilibre des corps fermes dont
la pesanteur spécifique est moindre
que celle de l'eau.*

F. REGLE.

TOut corps ferme plus pesant que l'air & plus léger que l'eau y étant mis, s'y enfoncera un peu & fera élever l'eau, & toute la partie enfoncée sera au reste comme la pesanteur spécifique à celle de l'eau.

Soit dans la figure suivante B.C.D.E. de



l'eau dont la surface supérieure soit B.C. contenue dans quelque vaisseau ; & soit A.F.G.H. un corps cubique plus léger spécifiquement que l'eau, & plus pesant que l'air ; je dis qu'il ne demeurera pas sur la superficie de l'eau ; Car la colonne carrée d'eau K.R.L.I. seroit plus pressée qu'une co-

me égale BEIK, puisque le poids des
 corps AH y seroit de plus; donc le poids
 descendra, & entrera dans l'eau; mais il ne
 y cachera pas entièrement, parce qu'a-
 vers la colonne K.R.I.L. composée de ce
 corps & d'eau, seroit plus legere qu'une
 égale colonne d'eau BEIK; soit donc
 un enfoncement jusques en K.R., & que
 l'eau qui l'environne se soit élevée jusques
 à B.C., qui sera plus haute qu'elle n'étoit
 auparavant à cause que la portion K.G.H.R.
 le corps occupe la place d'une partie qui
 est obligée de s'élever: je dis que l'eau con-
 nue en K.G.H.R., dont le corps occupe
 la place, sera d'un poids égal au poids de
 tout le corps, c'est-à-dire que si une quan-
 tité d'eau égale en volume à K.G.H.R. pe-
 sant autant dans l'air que le corps entier A.F.
 H, il demeurera dans cette situation; &
 la portion K.R.G.H. de ce corps sera au to-
 tal; comme la pesanteur spécifique de tout
 le corps sera à celle de l'eau.

Ainsi si le corps A.F.G.H. est à l'eau en pe-
 santeur spécifique comme 3 à 4, la partie
 F.K.R. qui passera au dessus de l'eau se-
 ra le quart de toute sa hauteur; car s'il
 étoit 12 livres dans l'air, autant d'eau pe-
 seroit 16 livres; & par conséquent la partie
 R.G.H. peseroit 12 livres si elle étoit
 dans l'eau, elle ne pesera donc que 9 livres; &
 la partie au dessus de l'eau A.F.K.R. sera de

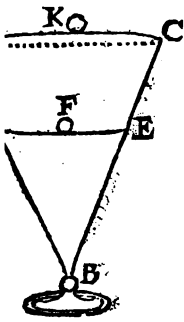
118. *Du Mouvement des Eaux.*

3 livres & le tout pesera 12 livres comme l'espace d'eau occupé par la partie du poids qui y entre qui sera 16 livres dans la même raison de 3 à 4 : & par la première règle le poids demeurera en cet état dans l'eau. Et parce que le liege est 4 fois moins pesant que l'eau, si l'on met dans de l'eau B C E D un cylindre de liege A F G H, il descendra, & si la superficie de l'eau est double de celle de la baze du cylindre, l'eau ne s'éleva que de la huitième partie de la hauteur du cylindre, & le cylindre ne descendra dans l'eau que de son quart, en sorte que la partie qui restera hors de l'eau fera les 3 quarts de tout le cylindre.

L'eau s'attache quelquesfois aux corps légers, & s'éleve un peu en concavité contre la partie au dessus de K, & quelquesfois il se fait un petit enfoncement au dessous, comme il a été expliqué cy-devant, ce qui pourroit faire quelque difficulté; mais ce peu d'eau qui s'éleva au dessus du reste de la surface de l'eau n'y pourra faire qu'un très-petit changement, & on ne le considère point icy.

Cette propriété de l'eau de s'attacher ou de ne pas s'attacher à de certains corps, fait quelquesfois paroître des effets assez surprenants. En voicy des exemples.

A B C est un verre à demy plein d'eau.

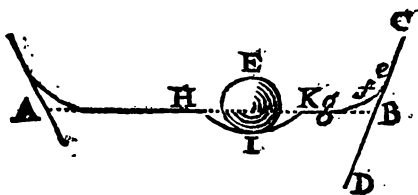


surface superieure est DE : s'il y a une petite bulle d'écume pleine d'air comme F, ou une petite balle creuse de verre pleine d'air plus legere que l'eau ou quelques autres corps semblables, elle ira vers les bords E ou D, &

dra comme collée ; mais au con-
 i le verre est tout plein d'eau com-
 C, alors la petite balle K ne pourra
 er du bord, si on l'y pousse elle re-
 vers le milieu en K. Mais il y a d'au-
 ts corps legers qui font des effets
 traires. Prenez une petite balle de
 mouillée, & la posez doucement
 en F, quand le verre n'est pas plein,
 ra les bords, & si on la met en K
 milieu quand le verre est plein, elle
 recipiter vers C jusques à ce qu'elle
 le bord du verre. On peut expli-
 s effets en cette sorte.

est la surface de l'eau quand le ver-
 pas plein, CD est le bord du
 l'eau fait une petite élévation
 efg, E est la boule de cire qui
 cassé & posée doucement sur l'eau

120 *Du Mouvement des Eaux.*
 y. fait un petit creux H I K à cause que



l'eau ne s'y attache pas, & la balle entre au dessous de la face de l'eau A H K B jusques à ce que la partie qui est au dessous avec l'air qui est compris au dessous de la ligne horizontale ponctuée pese autant que l'eau qui y étoit contenuë dans l'espace compris de cette ligne ponctuée H K & de la ligne courbe H I K, or si l'on fait avancer cette balle jusques vers g, lorsque le point K de l'extrémité de la concavité H I K veut s'approcher plus près du bord du verre que le point g, alors l'eau qui est en ef n'étant plus soutenuë par celle qui est au point g descend, & repousse la boule jusques à ce que le point K soit joint au point g la courbure efg demeurant en son premier état.

Mais si ce verre est tout plein & que l'eau passe par dessus les bords sans se renverser comme il se peut faire aisément, & comme on le voit en la figure

II. Partie. 121
 vivante où l'eau fait une convexité



is L jusques au bord du verre B, alors
 id la boule E se fera avancée jusques à
 ue la section HIK rencontre la con-
 é LB, comme en P, ce point P se-
 lus bas que le point H de l'autre
 de la balle ; & par ce moyen la bal-
 : trouvera dans un penchant qui fera
 re plus grand quand la même se-
 s'approchera plus près de B, & cette
 e deviendra toujours plus roide jusques
 que la balle touche le verre au point
 omme on le voit en la même figure
 autre côté du verre.

et ces mêmes raisons lorsque deux
 es balles sont mises assez près l'une de
 re, elle se joignent : car soit la ligne
 DEFB le niveau de la surface de l'eau,



re E, D e b F les deux creux que font le
 L

balles, & le point *e* l'interfection des creux, il est évident que le point *e* sera plus bas que le niveau de l'eau *ACFB*, & que par consequent il y aura une pente de part & d'autre ; ce qui fera que les balles couleront jusques à ce qu'elles se rencontrent comme on le voit en cette même figure. Que si l'une des balles est mouillée, en sorte que l'eau s'y puisse attacher, elles se repousseront l'une l'autre ; ce qui se prouve de même ; car dans la balle mouillée *B* en la figure suivante ; il se fait une élévation de



l'eau comme *CB* & *BD*, & dans l'autre *E* un creux comme *FGH* ; & si on les pousse l'une contre l'autre, l'eau s'élèvera davantage vers *C* entre les deux balles & en une plus grande quantité, ce qui fera que les balles seront repoussées en arriere l'une de l'autre,

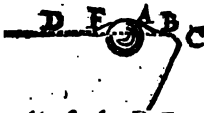
Que si les deux balles de la figure precedente sont mouillées, elles s'approcheront à cause de la concavité qui reste entr'elles & elles se joindront par la même cause que deux gouttes d'eau se joignent & ne font plus qu'une seule goutte. Car les deux élévations d'eau *BC*, *CD* dans la

tre suivante, sont comme deux demy-



antes qui doivent se joindre en se tou-
ant tant soit peu.

C'est par la même raison que deux bal-
moüillées se joignent & qu'elles s'ap-
ochent des bords du verre quand il n'est
plein : car il s'y fait une semblable éle-
ion d'eau ; & quand il est plein & que
au passe plus haut que les bords , la balle
üillée en est repoussée de la même ma-
re qu'elle est repoussée par une balle non
üillée ; car s'approchant du bord du
tre C , la petite élévation d'eau A B fait



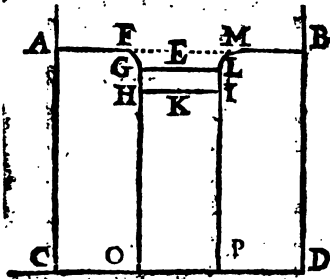
hausser plus haut cel-
le qui est entre B &
C , & alors toute l'é-
vation est plus forte

e la seule D F qui n'est que concave ;
par conséquent la boule sera repoussée
côté de D , ce qui est conforme à l'ex-
rience.

Cette difficulté qu'a l'eau de s'attacher à
cire , fait que quelquefois des corps plus
sans que l'eau ne coulent pas au fond ,
omme si le petit cylindre E K est de bois
de quelque autre bois plus pesant que
au , & qu'il soit frotté de suif , ou enduit

224 *De Mouvement des Eaux.*

de quelque vernix qui empêche l'eau de s'y attacher, il demeurera suspendu & fera un enfoncement dans l'eau comme F G H K I L M ; car l'espace d'air G F L M qui est au dessous du niveau A F M B,



de poids, le fond O P ne sera pas plus chargé que C O qui luy est égal & même on peut pousser un peu avec le doigt en embas le

petit cylindre, sans qu'il aille au fond; pourveu que les courbures F G, M L soient moindres qu'une ligne & demie; car pouvant être de 2 lignes sans que l'eau coule sur G L, il y aura plus d'air au dessus, & dès qu'on ôtera le doigt, le cylindre remontera, non pas à cause que l'air le retire à soy, mais parce que les colonnes d'eau qui sont à côté, dont les bases sont égales à P O, pese plus & font remonter le cylindre G L. On peut mettre par ces mêmes raisons une petite éguille sur de l'eau calme sans qu'elle enfonce, si elle est un peu grasse & seiche; mais dès qu'elle sera mouillée, l'eau s'y attachera, & il ne s'y fera point d'enfoncement où l'air se

puisse loger, & elle ira au fond.

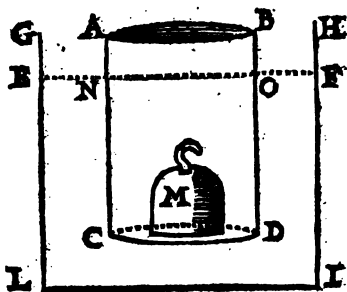
On peut s'étonner pourquoy la glace va au dessus de l'eau, car il semble qu'étant plus froide que l'eau coulante elle doit être plus condensée & par conséquent plus pesante; mais il faut remarquer que la glace est toujours mêlée de quelques bulles d'air, comme il a été expliqué dans la première Partie; & c'est ce mélange qui la rend plus légère: & encore qu'en quelques endroits de la glace ce mélange ne soit pas visible à cause de la petitesse des parcelles d'air, on peut croire qu'il y en a toujours quelque peu, & que ce peu étant joint à la glace dont la condensation à l'égard de l'eau n'est pas fort considérable, peut faire un composé moins pesant que l'eau.

La même chose arrive au plomb à la graisse, à la cire, & à quelques autres matières semblables; car ces matières étant fonduës soutiennent les parties qui ne le sont pas encore, ce qui procede de ce qu'il se fait toujours quelques intervalles vuides entre les parties de ces corps quand ils commencent à se durcir. Si l'on coupe une balle de plomb par le milieu, on y trouve vers le centre un vuide considérable; la graisse en se congelant devient opaque à cause des petits intervalles vuidés qui s'y font qui empêchent la lumière de continuer en ligne droite par les diverses re-

126 *De Mouvement des Eaux.*
 fractions & reflections qu'elle y souffre.

Application de cette Regle.

SI l'on enferme un vaisseau vuide ABCI
 dans l'eau FEIL contenuë dans quel



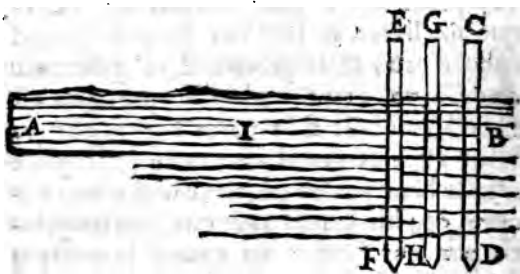
que vaisseau GLIH, tenant ce vaisseau vu
 de en sorte qu'il soit droit, & qu'il
 puisse pas se renverser ; il faut autant
 force pour en tenir une partie arrêtée
 une certaine profondeur au dessous de
 surface de l'eau EF comme celle qu'il fa
 droit pour soutenir en l'air un poids M
 étant mis dans le fond du vaisseau ABCI
 le pourroit tenir en cette situation, leq
 poids avec celui du vaisseau vuide d
 être égal au poids de l'eau qui occuper
 l'espace NODC, comme il a été expliq
 cy-devant.

On peut appliquer cet effet à la glace qui se forme dans les rivières autour des pilotis qui soutiennent les Ponts, pour juger si la rivière venant à s'enfer, la glace qui est attachée aux pilotis les peut soulever & renverser le Pont. Car supposant que la glace ait un pied d'épaisseur, & qu'elle pese avec l'air dont elle est remplie moins d'un douzième que l'eau, on fera aisément le calcul pour sçavoir quelle pesanteur peut l'empêcher de s'élever au dessus de l'eau, comme si elle a 400 pieds de surface, ce sera 400 pieds cubes dont chacun ne pesera que 64 livres au lieu des 70 pour le pied cube d'eau, & le produit de 6 différence de 64 à 70 étant multiplié par 400 est 2400 livres : Or si le poids des pilotis du Pont est plus grand que 2400, la glace n'arrachera pas les pilotis ; car il y aura encore de plus la résistance que font les pilotis par leur frottement contre le terrain ferme où ils sont engagez, pour être arrachez.

Si la glace n'étoit que du côté d'en haut & qu'elle fût extrêmement longue comme AB, elle pourroit servir de levier, comme on le voit en la figure, en faisant son appuy sur le dernier pilotis CD pour arracher les pilotis EF & GH, mais il ne faudroit prendre la portion de sa force que depuis la moitié de la distance AB

128. *De Mouvement des Eaux.*

à cause que chaque partie de la glace A B n'agit que selon sa distance jusques au point d'appuy D ; que s'il y a aussi de la glace de l'autre côté & de la même longueur, alors elle employera tout son effort : Mais comme ordinairement les Ponts ont beaucoup de pesanteur, ils sont plutôt emportez par le choq continuel des grands glaçons qui peu à peu les ébranlent, & les déracinent en les heurtant par en haut, que par le soulevement de la glace qui n'y peut pas faire un grand effort.



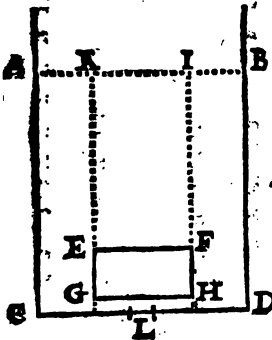
Si l'on met un corps fort léger dans des liqueurs différentes en pesanteur spécifique, la partie enfoncée dans l'une sera à la partie enfoncée dans l'autre, comme la pesanteur spécifique de l'une est à la pesanteur spécifique de l'autre.

Par ces mêmes raisons les Vaisseaux & les Batteaux chargez de marchandises doivent s'enfoncer dans l'eau jusques à ce que l'eau.

ont ils occupent la place au dessous du niveau, pese autant que le Vaisseau avec tout ce qui est dedans : D'où il est arrivé quelquesfois que des Vaisseaux entrant de la mer dans des rivieres couloient à fond ; arce que l'eau douce étant plus legere que celle de la mer, l'espace de l'eau douce égal à celuy qu'occupoit le Vaisseau entier étoit moins pesant que le poids du vaisseau, & que dans la mer ce poids du vaisseau étoit moins pesant.

H. R E G L E.

Les corps plus legers que l'eau étant retenus par force au fond de l'eau, & tant ensuite laissez en liberté s'elevent au dessus de l'eau en la maniere suivante :



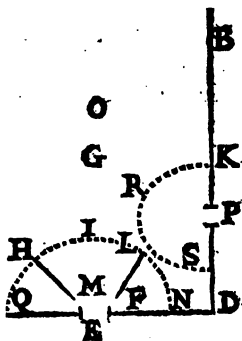
ABCD est l'eau contenuë dans le Vaisseau ; EFGH est le corps dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de l'eau : Or la colonne KIGH pese moins qu'une colonne d'eau de même volume IH

BD, & par consequent l'eau proche du

point H, entre H & D est plus chargée que celle qui est entre G & H, & par conséquent elle s'insinuera & coulera sous le corps GH & le poussera en haut. Les autres parties de l'eau qui sont au fond à la même profondeur que le dessous de ce corps feront le même effet pour le pousser en haut ; & comme il rencontrera plus haut de semblables dispositions, il sera toujours élevé jusques à ce qu'une partie soit au dessus de l'eau ; & parce qu'il s'élèvera avec vitesse, il passera un peu plus haut que l'endroit où il doit s'arrêter ; mais il redescendra un peu plus bas que cet endroit, & enfin après quelques autres balancemens il s'arrêtera dans le lieu de son équilibre selon les regles precedentes.

Que s'il y avoit un trou dans le fond du Vaisseau comme L, par où l'eau couleroit, le corps FH ne s'élèveroit point ; car la même eau qui devoit pousser ce corps en haut, descend par l'ouverture & l'entraîne de son côté par sa viscosité ; & étant pressée par dessus par la colonne d'eau KEIF, il demeurera toujours au fond de l'eau jusques à ce qu'elle soit toute écoulée.

Il est évident par ce qui a été dit cy-dessus, que si ABCD est un Vaisseau plein d'eau ayant une ouverture en E, l'eau qui est à côté comme en F étant pressée par toute l'eau supérieure, sera pressée vers l'ouver-



ture avec plus de force que celle qui est au dessus perpendiculairement, comme en I : si le point G est plus éloigné du point E que le point F, on en verra l'expérience en y laissant tomber un petit

seau de papier tortillé & mouillé, ou quel'autre petit corps un peu plus pesant que l'eau, comme des fragments de bois : Car dès qu'on ôtera le support qui soutenoit l'eau en E, l'eau ne sera suivie du papier en F, ce sera connoître que les parties de l'eau qui sont de ce petit corps, y sont poussées plus vite que les autres parties qui sont plus proches de l'ouverture, & qui sont comprises dans une demie Sphère comme H I L N, celles qui seront les plus proches de l'ouverture, comme en M ou F, iront succéder à celles qui coulent plus vite, que les plus éloignées, comme H ou L, & beaucoup plus vite que celles qui sont comme en G ou plus loin O. On en fera l'expérience en laissant tomber des petites parcelles de quelcune matieres dans l'eau avant qu'ôter le

32 *Du Mouvement des Eaux.*

doigt : Car on verra que celles qui seront en H ou L, & qui tomboient perpendiculairement, seront détournées pour aller par les rayons de la demie Sphère HE & LE avec une plus grande vitesse que de semblables petits corps qui seront en O ou en G. La même chose arrivera si l'ouverture est comme en P au lieu d'être en E : Car les petits corps qui seront dans la demie Sphère KRS, y couleront dès qu'on aura ôté le doigt ; c'est par cette raison que si on perce un tonneau de vin à un doigt au dessus de la lie, & que le trou soit assez grand & les parties de la lie les plus proches monteront pour y passer & rendront le vin trouble. Lorsque les ouvertures E ou P sont fort petites, la demie Sphère ne s'étend pas si loin que quand elles son grandes.

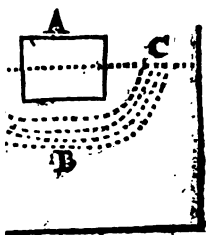
III. R E G L E.

L Es corps dont la pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'eau, tomberont au fond.

EXPLICATION:

S Oit A le corps plus pesant que l'eau ; il descendra de la même manière dans l'eau que dans l'air sinon qu'il descendra moins vite, l'eau B qui sera immediate-

1 dessous sera poussée en bas par ce corps qui choquant l'autre plus bas la poussera à côté vers C & D en circonférence, & toute l'eau du Vaisseau sera mise en mouvement ; &

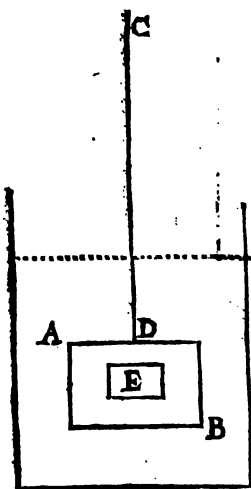


le corps sera descendu comme en fera d'autres tourbillons pour remplacer qu'il quittera jusques à ce qu'il le fond.

IV. R E G L E.

Les corps dont la pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'eau, perdans l'eau autant de leurs poids qu'en l'air dont ils occupent la place.

Pendez le corps AB, dans l'eau par la corde CD, supposé qu'on en ait ôté auparavant la partie E, en sorte que le poids de la partie E pèse autant que l'eau qui rempliroit l'espace AB si ce corps étoit ôté, il est évident qu'il fera alors équilibre avec l'eau d'égale pesanteur d'eau située à côté ; & par conséquent la corde CD ne peseroit rien sur la corde CD, plus que si on la trempoit dans l'eau.



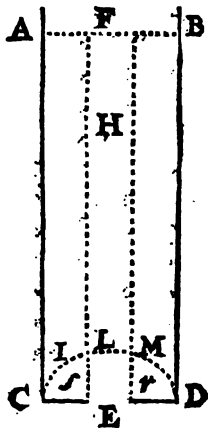
sans le corps: Donc si l'on entend que la partie E y soit remise, tout le corps ne pesera sur CD qu'autant que pese la partie E; d'où il s'ensuit ce qui avoit été proposé: De là on peut trouver le moyen d'examiner la pesanteur spécifique de tous les corps qui pesent plus que l'eau, tant à l'égard de l'eau que des autres

corps; car soit par exemple le corps AB, d'or; il faudra le peser dans l'eau avec une balance l'attachant à l'un des bassins par une cordelette & mettant un poids d'égale pesanteur dans l'autre bassin, on le laissera tremper ensuite entièrement dans l'eau, & s'il faut ôter $\frac{1}{18}$ du poids qui luy faisoit équilibre dans l'air pour continuer l'équilibre lorsqu'il est dans l'eau, on connoitra que la pesanteur spécifique de l'or est à celle de l'eau comme 18 à 1, & si le corps est de plomb & qu'il faille ôter $\frac{1}{11}$ du poids qui luy faisoit l'équilibre dans l'eau; on connoitra que la pesanteur spécifique de l'eau

à l'égard du plomb est comme 1 à 11, & ensuite que celle de l'or à l'égard du plomb est comme 18 à 11; de là on pourra connoître si une piece d'or est fausse sans l'alterer, car si dans une semblable experience elle perd dans l'eau $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{14}$ de son poids, on jugera qu'il y a d'autres métaux mêlez en assez grande quantité, comme le tiers ou la moitié, & qu'elle est fausse; mais si elle ne perdoit que $\frac{1}{17}$ on pourroit la prendre pour bonne, parce qu'il y auroit tres-peu de mélange. Que si l'on suspend dans un seau avec une corde un grand corps cylindrique de verre ou de métal, en sorte qu'il le remplisse à peu près sans toucher le bors ny le fond, & qu'on y verse de l'eau pour remplir les vuides jusques à la hauteur du corps cylindrique; alors celuy qui supportoit le seau facilement avant qu'on y eût mis l'eau aura de la peine à le supporter; car il pesera autant que s'il étoit plein jusques à la hauteur de ce corps après qu'il seroit ôté, & celuy qui soustenoit la corde sera déchargé d'autant de poids que seroit le poids de l'eau dont le corps cylindrique occupe la place; la raison est qu'alors ce corps suivroit les mêmes regles que les corps qui sont soustenus dans l'eau dont le poids diminuë du poids d'un pareil volume d'eau que celuy qu'ils occupent, & par consequent celuy qui soustienendroit la corde

se sentiroit déchargé d'un poids égal a poids de l'eau d'un pareil volume que l corps cylindrique, & l'autre qui auroit l main sous ce seau, outre le poids du sea soustiendrait autant de poids que celui dor l'autre se sentiroit déchargé, & encore ce luy du peu d'eau qu'on y auroit versée.

Quelquesfois les corps plus légers qu l'eau vont au fond par une cause assez facile à expliquer ; en voicy une experien ce : Ayez un verre cylindrique de 7 ou pouces de hauteur & de trois ou quatre d argeur comme *A B C D*, qui ait une ouver



ture *E*, au milieu du fond d'environ 3 lignes, emplissez le verre d'eau tenant le doigt sous *E*, & mettez au dessus de l'eau un petite balle de cire qui puisse passer par l'ouverture *E*, & lorsque l'eau sera calmée & arrêtée, ôtez l doigt & laissez couler l'eau ; la cire descend de même que la surface de l'eau & passe

par *E* avec la dernière eau. Mais si vous donnez un grand mouvement circulaire à l'eau, soit en la versant de travers contre

les bords du verre ou autrement, lorsque vous ôterez le doigt de l'ouverture, vous verrez descendre la balle incontinent après que l'eau aura commencé à couler, & faire un vuide dans le milieu de l'eau où l'air s'insinuë comme depuis H jusques à E, & ce vuide ne se remplit point que toute l'eau ne soit écoulée, & l'on voit toujours comme une colonne d'air torse depuis le haut de l'eau jusques à l'ouverture E.

Cet effet s'explique en cette maniere. L'eau qui est dans la demie Sphère CILMD est poussée vers E, lorsque l'eau est calme & sans mouvement considerable comme il a été prouvé, & elle succede à celle qui sort avant que celle qui est vers H y soit descendüe; mais lorsque l'eau a un grand mouvement circulaire les parties laterales vers M & I ou r & f, ne peuvent arriver vers E qu'après 4 ou 5 tours en spirale, & même elles sont portées vers les bords du verre à cause qu'elles sont poussées selon les tangentes des cercles qu'elles décrivent; d'où il arrive que la colonne entiere FE y tombe d'abord & y passe toute avec la petite balle de cire qui est au dessus; & parce que l'eau qui est à côté de cette colonne qui s'est écoulée, ne peut pas remplir sa place assez vite à cause de son mouvement circulaire qui n'ya pas la direction, il est nécessaire que l'air superieur par

138 *De Mouvement des Eaux.*

son poids & son ressort s'y infnuë, & demeure toujours jusques à la fin de l'écoulement.

Il arrive quelquesfois que la petite balle n'est pas directement sur la colonne, & alors elle est portée un peu à côté entre deux eaux, même si elle revient vers le milieu, la colonne d'air la repouffe par son ressort jusques vers les bords du verre: Mais enfin elle entre dans la colonne vuide & passe ensuite par l'ouverture en tournoyant tres - vite avant que la moitié de l'eau soit écoulée.

C'est par les mêmes raisons que s'il y a une grande ouverture sous le fond d'une eau profonde soit d'une riviere ou de la Mer, par où l'eau s'écoule vers des lieux éloignez plus bas, comme on dit que la mer Caspienne s'écoule dans le Pont-Euxin l'eau entraine les Vaisseaux qui passent par dessus ce gouffre; Car l'eau y tombant de biais prend toujours son mouvement tournoyant & fait le même effet à l'égard des Vaisseaux qui passent par dessus, que l'eau tournant dans le verre A B C D à l'égard de la balle de cire. On dit aussi qu'il y a dans quelque Mer proche de la Suede un semblable tournoyement d'eau où les Vaisseaux s'abaissent, & qu'on en a veu quelquesfois les débris en un endroit d'une Mer voisine qui est plus basse. Il est aisé de ju-

que l'eau employe plus de temps à s'écouler par l'ouverture E quand elle tourne en rond, que quand elle ne tourne point, puisqu'au premier cas l'air occupe une partie de cette ouverture.

SECOND DISCOURS.

De l'Equilibre des corps fluides par le ressort.

L'Air & la flamme agissent par leur ressort pour faire équilibre avec les autres corps ; le ressort de l'air se manifeste par plusieurs expériences soit dans les barometres où il se dilate beaucoup, soit dans les arquebuses à vent où il se condense extrêmement ; mais il est très-difficile de bien expliquer ces dilatations & ces condensations. Pour en donner quelque idée, on peut considerer toute l'étendue de l'air de bas en haut, comme un grand amas d'éponges ou de balles de coton, dont les plus hautes auroient leur étendue naturelle ; mais celles du dessous étant pressées par le poids des supérieures se réduiroient à une très-petite épaisseur, & elles reprendroient leur première dilatation, lorsqu'elles seroient déchargées du poids les autres. Suivant cette hypothese on peut

140. *Du Mouvement des Eaux.*

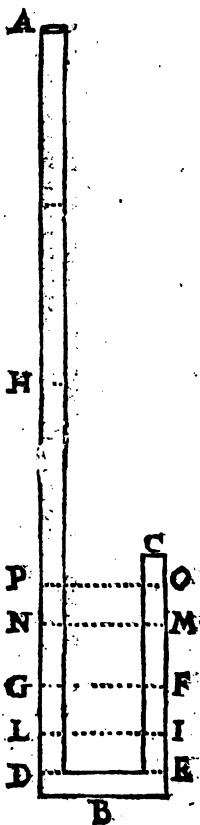
dire que l'air d'icy-bas fait équilibre par son ressort avec le poids de tout le reste de l'air dont il est chargé ; en sorte que si cet air supérieur devenoit plus pesant ou qu'on y en mît davantage , l'air inférieur se condenserait un peu plus qu'il n'est ; & si le supérieur devenoit moins pesant ou s'il avoit moins d'étendue , l'inférieur se dilateroit davantage. On peut comparer aussi le ressort de l'air à un ressort d'acier qui se presse & se ferre davantage quand on le charge d'un plus grand poids , & qui se relève & s'étend quand on ôte une partie du poids ; & comme on peut dire qu'un ressort d'acier étant pressé & réduit à une certaine figure par un poids , fait équilibre dans cet état avec ce poids ; on peut dire de même que l'air d'icy-bas condensé comme il est , fait équilibre par son ressort avec tout le poids de l'Atmosphère.

Plusieurs expériences font voir que la condensation de l'air se fait selon la proportion des poids dont il est chargé : Envoicy une assez facile. Prenez un tuyau de verre recourbé A B C fermé au bout C & ouvert à l'autre ; versez - y un peu de mercure jusques à la hauteur horizontale D E , afin que l'air enfermé C E ne soit ny moins ny plus dilaté que celui qui est dans l'autre branche : car si le vis-argent étoit un peu plus haut dans une des branches que

lans l'autre, l'air y seroit moins pressé. Il faut que la hauteur $E'C$ soit mediocre comme le 12 pouces telle qu'on l'a supposée en cette figure, & l'autre DA tant grande qu'on pourra. Le mercure étant donc de part & d'autre à la même hauteur vers D & E , & n'y ayant plus de communication de l'air $E'C$ avec celui de DA , versez par le bout A avec un petit entonnoir de verre, du mercure nouveau, prenant garde de ne point faire entrer d'air dans l'espace CE , vous remarquerez que le mercure montera peu à peu vers C , & condensera l'air qui étoit en CE , & que si EF est de six pouces, FG étant une ligne horizontale, le mercure sera monté dans l'autre branche jusques en H si ce point est distant de 28 pouces du point G , & que les barometres soient alors à la hauteur de 28 pouces dans le lieu de l'observation; car s'ils n'étoient qu'à 27 & demy, aussi GH ne seroit que de 27 pouces & demy. Or en cet état l'air en FC est pressé par le poids de l'Atmosphère qu'on suppose égal à celui de 28 pouces de mercure, & encore des 28 pouces qui sont en l'espace GH ; & par consequent il est chargé d'un poids double de celui dont est chargé l'air, qui est dans le lieu où se fait l'expérience & qui est semblable à celui qui étoit en EC avant qu'il fût condensé par le poids du mercure GH .

142 *Du Mouvement des Eaux.*

On verra donc manifestement dans
 experience que l'air
 aura suivy en sa con-
 fation la proportion
 poids : On trouve
 même proportion
 les autres experienc
 faisant le calcul en
 te sorte ; il faut
 dre pour premier
 me la somme du
 de l'Atmosphere
 mercure qui sera n
 plus haut que le b
 l'air dans la branche
 pour second terme
 poids de l'Atmosph
 c'est-à-dire 28 po
 de mercure ; pour
 sième, la distance
 & le quatrième pr
 tionnel sera l'espac
 hauteur où se re
 l'air enfermé da
 tuyau E C : com
 l'air étoit seulem
 duit à l'espace I C
 pouces, on trou
 que le mercure
 en l'autre tuyau seulement 14 pouce
 haut que la ligne horizontale I L. C

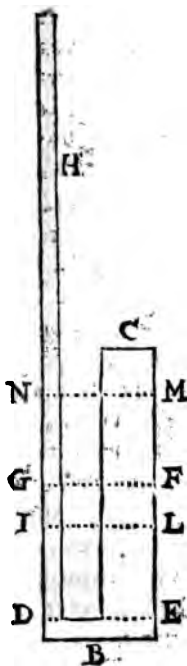


14 pouces avec les 28 de l'Atmosphère sont 42; il faut donc dire suivant cette règle comme 42 pouces est à 28 pouces, ainsi l'étendue de l'air E C, est à l'étendue I C. Que si on vouloit réduire ce même air en l'espace M C de 3 pouces qui est le quart de E C; il faudroit mettre 84 pouces de mercure dans la branche D A au dessus de la ligne horizontale M N, & on trouveroit cette proportion par le calcul suivant : comme M C 3 pouces est à M E 9 pouces, ainsi 28 pouces poids de l'Atmosphère, est à 84; car en changeant 84. fera à 28 comme 9 à 3, & en composant 84 plus 28, c'est-à-dire 112. fera à 28 comme 9 plus 3 c'est-à-dire E C 12 à 3, & si l'on veut sçavoir quelle hauteur de tuyau il faudroit pour réduire cet air en l'espace O C d'un pouce, il faut dire, comme O C un pouce, est A O E 11 pouces, ainsi 28. pouces de mercure poids de l'Atmosphère, à 308, & 308 sera la hauteur verticale qu'il faut donner au mercure au dessus du point O ou P par où l'on connoitra que pour faire cette expérience il faut que la branche D A soit plus haute que 308 pouces, c'est-à-dire qu'il faut qu'elle soit d'environ 320 pouces afin qu'il reste un espace au dessus du mercure pour empêcher qu'il ne verse.

La même chose arrivera si la branche

144 *Du Mouvement des Eaux.*

E C est beaucoup plus large ou be-



moins que la **bi**
D A : Car si l'on
 se du mercure jus
 ce qu'il monte à
 teur **G F**, **G H** h
 du meteur dans
 branche sera de 2
 es : car comme le
 cure **D G** fait l'éq
 avec le mercure
 quoy qu'en bea
 plus grande qu
 comme il a été

cy - devant à l'éq
 l'eau, aussi le res
 l'air en **F C** fera
 libre avec le m
G H ; puisqu'il le
 tiendrait si **G H**
 de même largeu
F C ; & par cons
 il fait aut. ent
 que si la brançh


étoit aussi haute que l'autre, &
 eût du mercure jusques à la mêm
 teur **H** : j'en ay fait les experienc
 vantes. Ayant fait verser du mercur
 ques à **L** qui étoit le tiers de **E C** ,
 trouva 14 pouces moins $\frac{1}{4}$ au dess
L dans l'autre branche, & il s'y e

à 27 pouces $\frac{1}{2}$ au dessus de G F, quand l'espace E F moitié de E C en fut plein, y en ayant fait mettre jusques à 44 pouces $\frac{1}{2}$ au dessus de N M ; M C se couvrera de trois parties $\frac{1}{7}$ un peu plus de celles parties que E C en contenoit 10 ; ce qui fait toujours la même proportion ; car les barometres étoient alors à 27 pouces $\frac{1}{2}$: Par de semblables raisons si la branche E C étoit beaucoup plus étroite que l'autre, l'air qui y seroit enfermé, seroit de semblables équilibres par son ressort avec le mercure de l'autre branche. On verra les mêmes proportions lorsque l'air sera plus rarefié que celui du lieu où se fait l'expérience ; ce qu'on éprouvera en cette sorte.

Ayez un barometre A B de telle grandeur que vous voudrez, comme par exemple de 38 pouces, faites y une marque à un point comme Z, à un pouce au dessus du bout ouvert B, afin que ce bout étant plongé dans le mercure du petit vaisseau C D E jusques à cette marque, il reste 37 pouces au dessus. Emplissez le tuyau de mercure & y laissez 9 pouces d'air, afin que quand le tuyau sera renversé comme on le voit en la figure, & soutenu avec le doigt, il y ait 9 pouces d'air au haut du tuyau ; lors si vous trempez le doigt avec le bout du tuyau dans le mercure du petit vaisseau.

& que vous ôtiez ensuite le doigt, le mercure descendra & s'arrêtera après quelques balancemens à 22 pouces, ce qui doit arriver pour conserver la proportion des poids & des condensations expliquées cy-devant: & on peut le prouver en cette sorte.

DEMONSTRATION.



Soit le tuyau A B de 32 pouces, Z B d'un pouce; A H de l'air enfermé au dessus du mercure H B de telle étendue qu'on voudra, soutenu avec le doigt en B; je dis premièrement que si on ôte le doigt, le mercure descendra; car d'autant que l'air A H est condensé de la même manière que celui du lieu où se fait l'expérience, il doit faire par son ressort équilibre avec tout le poids de l'Atmosphère, comme il a été éprouvé; & étant joint avec le poids du mercure en Z H, ces deux puissances ensemble surpasseront le poids de l'Atmosphère; & il faudra de nécessité que l'air A H se dilate, & qu'une

partie du mercure descende ; mais il ne
descendra pas entierement : car s'il descen-
loit entierement, l'air AH se dilateroit
beaucoup, & en cet état il ne pourroit
plus faire équilibre avec le poids de l'At-
mosphère : d'où il suit qu'une partie du
mercure doit demeurer dans le tuyau. Je
dis encore que si AH est de 9 pouces, qu'il
se dilatera & repoussera le mercure, en sorte
qu'il demeurera élevé de 16 pouces au-
dessus de la surface supérieure du mercure
ZG, soit cette élévation ZL. Or alors
il y aura équilibre entre le poids de toute
la colonne d'air de l'Atmosphère, & le
ressort de l'air dilaté AL joint au poids
des 16 pouces de mercure ZL ; & parce
que le complement de 16 à 28 est 12,
l'air dilaté AL fera équilibre par son res-
sort au poids de 12 pouces de mercure qui
estent pour le poids de l'Atmosphère au-
delà des 16 pouces ; mais comme 28 à 12,
ainsi AL de 21 pouces est à 9 ; d'où il suit
que le mercure doit demeurer à 16 pouces
d'élévation au dessus de la marque Z, lors-
qu'on laisse 9 pouces d'air dans le tuyau
au dessus du mercure, à cause que l'air se
condense à proportion des poids dont il est
chargé. Que si le mercure dans une autre
expérience se mettoit à 21 pouces, on
pourra juger suivant la même Règle, que
il faut que ces 21 pouces de mercure font

148 *Du Mouvement des Eaux.*

équilibre avec les $\frac{3}{4}$ du poids de l'air, le quart restant qui doit valoir 7 pouces, sera soutenu par le ressort de l'air rarefié qui est renfermé dans le tuyau, selon la distinction de l'équilibre des ressorts : Or 28 pouces de mercure poids entier de l'Atmosphère est à 7 pouces, comme 16 pouces d'air dilaté est à 4 pouces d'air, d'où l'on jugera qu'il faut laisser 4 pouces d'air dans le tuyau au dessus du mercure, afin qu'il se mette à 21 pouces, & que l'air se dilate à 16 pouces. Que si on veut réduire le mercure à 14 pouces qui est la moitié du poids de l'Atmosphère dans le même tuyau au dessus de la marque Z, il faut considerer qu'il restera 23 pouces jusques à A, & que l'air dilaté de 25 pouces doit faire équilibre par son ressort à la moitié restante du poids de l'Atmosphère. Il faudra donc dire, que comme 28 est à 14, supplément de 14 à 28, ainsi 23 d'air dilaté qui remplit le tuyau au dessus des 14 pouces, est à $11\frac{1}{2}$, ce qui fera connoître qu'il faut laisser 11 pouces & demy d'air au dessus du mercure dans le tuyau de 38 pouces avec l'expérience, & il paroîtra manifestement que le ressort de l'air enfermé ne faisant alors équilibre qu'avec la moitié du poids de l'air de l'Atmosphère, puisque les 14 pouces de mercure sont équilibre avec le reste, il se sera ra-

est en proportion double : & par toutes ces expériences on pourra juger en se servant de la Règle expliquée cy-devant, quelle quantité d'air il faudra laisser dans un tuyau grand ou petit, afin que le mercure s'y mette à telle hauteur qu'on voudra ; car quand le tuyau seroit seulement le six pouces au dessus de la marque Z, on trouvera les mêmes proportions en faisant le calcul de même, comme par exemple si 2. pouces est la hauteur donnée du mercure, & qu'on ait trouvé que comme 8 est à 26 complément de 2 à 28, ainsi l'espace de l'air dilaté au dessus des deux pouces de mercure est à $3\frac{4}{7}$; 3. pouces $\frac{5}{7}$ sera la quantité d'air qu'il faudra laisser dans ce tuyau, afin que le mercure se mette à deux pouces de hauteur dans un tuyau de six pouces, plongé d'un pouce dans le mercure du vaisseau.

Que si la quantité de l'air enfermé dans ce tuyau étoit donnée, & qu'on voulût sçavoir à quelle hauteur demeureroit le mercure après l'expérience on pourra se servir du calcul algebrique, en y appliquant ces mêmes regles, comme je l'ay enseigné dans l'Essay de Logique, & dans le Traité de la nature de l'air.

On trouvera de semblables équilibres au ressort de l'air dans les tuyaux pleins d'eau & d'air, en supposant que le plus

grand poids de l'Atmosphère est égal au poids de 31 pieds d'eau; ce qu'on a trouvé par expérience; car le barometre étant à 27 pouces 8 lignes, le barometre d'eau étoit à 31 pieds 1 pouce; & étant à 28 pouces l'autre étoit à 31 pieds 4 pouces: & s'il eût été à 28 pouces 7 lignes, comme il s'y met quelquefois, l'eau auroit été à 32 pieds. Si le tuyau est de 40 pieds, & qu'on veuille reduire l'eau à 16 pieds, il faudra mettre 12 pieds d'air au dessus de l'eau; car l'air se dilatant au double & occupant 24 pieds, il fera équilibre par son ressort avec la moitié du poids de l'Atmosphère, & les 16 pieds d'eau qui restent, feront équilibre avec l'autre moitié. On suppose qu'une petite partie du tuyau étant plongée dans l'eau où on le trempe, pour faire l'expérience de même que celle du mercure, il en reste 40 pieds au dessus.

De là on voit manifestement que si on plonge dans de l'eau fort profonde une bouteille renversée pleine d'air, ayant des poids autour de son goulet suffisants pour la faire aller au fond, lorsqu'on la descendra peu à peu, l'eau y entrera & montera peu à peu dans le goulet; & que quand elle sera descendue à 32 pieds de profondeur, l'eau qui y entrera, reduira l'air à la moitié de l'étendue qu'il avoit dans la bouteille avant que de la plonger, ce que

J'ay expliqué plus amplement dans l'Essay de la nature de l'air.

On voit encore l'erreur de ceux qui croyent que dans une pompe on peut faire monter l'eau jusques à 32 pieds en l'attirant avec un piston, puisque selon le jeu du pistort on ne peut l'élever qu'à une certaine hauteur déterminée : Car soit par exemple un corps ou tuyau de pompe uniforme de 20 pieds ayant au dessus de 20 pieds un piston de même largeur, & qui ne puisse être élevé & baissé que de l'espace d'un pied ; je dis que s'il y a une soupape au bas de la pompe, & qu'on fasse jouer le piston, l'eau ne pourra pas s'élever jusques à 12 pieds. Car qu'elle soit élevée s'il est possible à 11 pieds, ou qu'on verse sur la soupape de l'eau jusques à 11 pieds de hauteur, & qu'on raccommode le piston, il restera 9 pieds d'air jusques au piston : & cet air qui se rarefiera en élevant le piston d'un pied, ne pourra être rarefié que comme 9 à 10 ; & parce que 21 complément de 11 pieds à 32, qui est le poids de l'Atmosphère, est à 32, comme 9 à 13 $\frac{1}{7}$, il faudroit pour soutenir l'eau à 11 pieds, que le piston s'élevât à 4 pieds $\frac{2}{7}$ pour faire l'équilibre entre le poids de l'Atmosphère, & le ressort diminué de l'air enfermé joint au poids des 11 pieds d'eau, comme il a été expliqué cy-devant : d'où

il s'ensuit que par l'élevation du piston à un pied seulement, la soupape ne s'ouvrira point & l'eau ne montera pas plus haut que les 12 pieds.

Pour donner des regles de ces elevations d'eau dans les pompes, on se servira du calcul algebrique en cette maniere. On appellera *A* la hauteur où doit monter l'eau dans le tuyau de pompe par le jeu du piston, faisant abstraction du poids de la soupape. Soit le tuyau de pompe au dessus de la surface de l'eau qu'on veut élever de 12 pieds, & supposé qu'on la veuille élever jusques à ces 12 pieds par un seul coup de piston, on fera cette analogie : comme 20 complément de 12 pieds à 32, est à 32, ainsi 12 pieds d'air ordinaire à un 4^e proportionnel, ce 4^e proportionnel sera $19\frac{1}{5}$, ce qui fera voir qu'il faudroit que le tuyau de pompe fût assez grand pour élever le piston jusques à 19 pieds $\frac{1}{5}$ au dessus de douze pieds pour faire monter l'eau jusques à 12 pieds par un seul coup de piston; mais si le jeu du piston étoit limité à 2 pieds, on dira; comme 32—*A* est à 32, ainsi 12—*A* est à 14—*A*, le 1^{er} terme est le complément de la hauteur inconnue où montera l'eau, à 32 pieds d'eau qui est le poids de l'Atmosphere, le 3^e terme est les 12 pieds moins cette hauteur, & le 4^e est les 2 pieds où le piston;

l'Éleve joint aux 12 pieds moins la même hauteur : Or le produit de $14 - A$ par $12 - A$ est $448 - 46A + A^2$, & le produit des deux termes du milieu est $384 - 32A$, l'équation étant réduite il y aura égalité entre A^2 & $14A - 64$, & parce qu'on ne peut ôter de 49 quarré de 7 moitié des racines, 64, c'est une marque qu'en continuant de pomper on fera monter à plusieurs fois l'eau jusques au piston ; & pour sçavoir combien elle montera au 1^{er} coup, il faut supposer que le piston soit élevé de deux pieds : il y aura donc un tuyau uniforme de 14 pieds. Et suivant ce qui a été dit dans l'Essay de Logique & le Traité de la nature de l'air, on fera ce calcul. L'air enfermé étoit de 12 pieds, 12 pieds $+ A$ est à A , comme 32 à $2 - A$, l'équation étant réduite on trouvera que A^2 sera égal à $24 - 42A$; & enfin que la valeur de la racine sera un peu moins de $\frac{4}{7}$ laquelle ôté de 2 restera $1\frac{3}{7}$ un peu plus ; & par conséquent l'eau ne montera par le 1^{er} coup de piston, qu'à un pied $\frac{2}{7}$ un peu plus.

Si on avoit supposé le jeu du piston d'un pied, on sçauroit par le même calcul jusques où l'eau s'éleveroit par le 1^{er} coup de piston ; & si l'on veut sçavoir jusques où elle peut s'élever après plusieurs coups, il faut dire comme $32 - A$ est à 32, ainsi

154 *Du Mouvement des Eaux.*

douze—A est à 13—A, l'équation étant réduite on trouvera 13; A 32 égal à A. A le carré de $6\frac{1}{2}$ moitié des racines est $42\frac{1}{4}$, dont ôtant 32 reste $10\frac{1}{4}$, dont la racine est 3 & $\frac{5}{24}$ un peu moins, ôtez-la de $6\frac{1}{2}$, reste 3, & $\frac{7}{24}$ ajoutez-la à $6\frac{1}{2}$, ce sera $9\frac{17}{24}$, & ces nombres 3 $\frac{7}{24}$ & $9\frac{17}{24}$ seroient les 2 racines; ce qui fera voir que jamais l'eau ne peut monter quand le tuyau est vuide, qu'à trois pieds & $\frac{7}{24}$ un peu plus, encore qu'on fasse joier le piston tant qu'on voudra; mais que si l'on avoit remply le tuyau jusques à 9 pieds $\frac{18}{24}$ on acheveroit de faire monter l'eau jusques aux 12 pieds par plusieurs coups de piston.

Supposons maintenant que le tuyau jusques au piston soit de 14 pieds, & que le jeu du piston soit de 2 pieds, 32—A sera à 32 comme 14—A à 16—A. Pour trouver facilement l'équation, il faut multiplier 32 par deux différence de 14 & de 16: le produit est 64 pour le nombre absolu, & de 16 A fera le nombre des racines, & A A sera égal à 16 A—64; le carré de la moitié des racines est 64, dont ôtant 64, reste zero, dont la racine est zero, qui ôté & ajouté à 8, fait toujours 8, ce qui marque qu'il n'y a qu'une racine & que l'eau ne peut monter qu'à 8 pieds; mais que si peu qu'on fasse joier le piston plus haut que les deux pieds, l'eau montera jusques

à 14 pieds. L'analogie est facile, car le piston étant monté à 2 pieds, le tuyau sera de 16 pieds, & l'eau étant à huit pieds, il restera 6 pieds d'air; mais 32 est à 24 complément de 8 pieds à 32, comme huit pieds d'air dilaté à 6 pieds d'air commun: donc l'eau ne montera pas plus haut que les 8 pieds si le piston ne joue que de 2 pieds.

De là on voit que pour faire monter de l'eau par aspiration à une hauteur considérable comme de 20 pieds, il faut diminuer le tuyau de pompe de largeur & donner un jeu suffisant au piston: car supposé que la surface du piston soit 4 fois plus large que la base du tuyau, un pied d'élevation du piston en vaudra 4 si le piston n'étoit pas plus large: si donc le jeu est d'un pied & demy, ce sera de même que si on l'élevoit à 6 pieds étant de même largeur: Or les 4 termes de l'équation étant de $32 - A$, 32 , $20 - A$, $26 - A$; il y aura 6 fois 32 scavoir 192 pour un terme de l'équation & l'autre $26 A$ suivant ce qui vient d'être dit; ce fera donc AA égal à $26 A$ moins 192, le quarré de la moitié des racines est 169 moindre que 192; & par conséquent en pompant long-temps, on fera monter l'eau jusques à 20 pieds.

Si dans l'exemple cy dessus on prend les 8 pieds pour le plus haut terme de l'eau:

156 *Du Mouvement des Eaux.*

quand le tuyau est de 14 pieds & le jeu du piston 2 pieds, il est aisé de prouver que si l'on suppose 9 pieds d'eau sur la souspape, elle achevera de monter par le jeu du piston à 2 pieds ; car il restera 5 pieds d'air. Or il y a moindre raison de 5 à 7 que de 27 complément de 5 à 32, à 32 ; & par conséquent l'eau montera plus haut que les 9 pieds. La proportion sera toujours plus inégale en prenant 10 pieds ou 11 pieds, & si l'on prend 7 pieds au lieu de 8 pieds, l'eau montera encore, car il restera 7 pieds d'air ; or 25 complément de 7 à 32 est à 32 comme 7 à $8\frac{24}{25}$; donc si le piston va jusques à 2 pieds il fera monter l'eau plus haut que les 7 pieds ; elle montera encore plus aisément si on n'en verse que jusques à 6 pieds : Car il y aura 8 pieds d'air : Or 26 complément est à 32 comme 8 à $9\frac{22}{16}$; donc si au lieu de $9\frac{22}{16}$ qui fait l'équilibre, le piston va jusques à 10 pieds, il fera encore mieux monter l'eau que quand elle étoit à 7 pieds, & encore mieux quand elle sera à 5 pieds &c. Si on vouloit sçavoir quel jeu de piston seroit nécessaire pour faire monter l'eau à 30 pieds, il faut prendre un nombre un peu plus grand que la moitié de 30 comme 16 où sera à peu près la plus grande difficulté d'élever l'eau, le complément est 16, le reste de l'air est 14, comme seize à 32 ;

ni 14 à 18: il faudra donc que le piston éleve de 14 pieds, ou que si le tuyau a 7 pouces de diamètre, celui du piston soit de 7 pouces $\frac{1}{2}$; car le quarré de 7 $\frac{1}{2}$ est 56 qui est un peu plus que 14 fois 4 quarré de 2 pouces, & alors il suffira que le tuyau du piston soit d'un pied; mais comme 18 pieds l'élevation est encore plus difficile, il faudra 8 pouces de diamètre au piston afin que son jeu étant d'un pied, il éleve l'eau plus haut que les 18 pieds. On explique facilement par la même force du ressort de l'air l'expérience suivante, qui est assez curieuse:

Ayez un tuyau A G fermé par embasarge d'environ 12 ou 15 lignes, mais un peu plus étroit vers A, afin qu'on le puisse fermer exactement avec le pouce; emplissez-le d'eau & y mettez quelque petite figure de verre ou de cuivre creuse au dedans & percée comme en D d'un petit trou à mettre une épingle afin que l'air & l'eau y puissent entrer, & que sa pesanteur à l'égard de l'eau soit si bien proportionnée, que si on ajoute un petit poids elle aille au fond, & que si on l'ôte elle nage au dedans comme de la cire. Appliquez le doigt sur le bout ouvert A & le pressez bien fort, la petite figure descendra jusques en B ou plus bas & jusques au fond; relevez le pouce, elle remontera; & si

258 *Du Mouvement des Eaux.*

étant remontée comme en E ou C, on remet le ponce elle recommencera à descendre. La cause de ces effets, est que lorsqu'on presse l'eau avec le ponce on presse aussi l'air qui est dans la figure, & on le condense quoy qu'on ne condense pas l'eau, & par consequent on fait entrer un peu d'eau dans la figure par le petit trou D, ce qui fait que sa pesanteur spécifique est alors plus grande que celle de l'eau, & elle descend; Mais lorsqu'on leve le ponce, l'air enfermé repousse l'eau par ce même trou



par la vertu de son ressort qui est mis en liberté, & reprenant sa dilatation, la figure avec l'eau & l'air enfermé, reprend sa première disposition & remonte. Que si on leve le ponce bien vite, une petite partie de l'air sortira soudainement avec l'eau par le petit trou; & l'un & l'autre fera par son choc contre l'eau du tuyau, pi-

solletter la figure. Il arrive quelquefois qu'il sort trop d'air de la figure, & qu'étant au fond elle ne peut remonter quoy qu'on ait levé le ponce, alors il faut plonger le:

pouce bien avant dans le tuyau & le retirer en sorte qu'il remplisse le canal exactement, afin qu'il n'y entre point d'air extérieur en la place du pouce ; & il arrivera que l'air de la figure étant alors beaucoup moins pressé se dilate beaucoup plus qu'à l'ordinaire, & fait sortir plus d'eau par la petite figure ; ce qui la rendra plus légère & la fera monter en haut pourvu qu'on tienne toujours le pouce dans le tuyau sans l'ôter entièrement ; Quelquefois le poids de la figure & de l'air qui y est enfermé est si bien proportionné à la pesanteur spécifique de l'eau, qu'en mettant le pouce en A, la figure descend comme jusques en F, & en relevant le pouce elle remonte ; mais si on la fait descendre comme jusques en B & qu'on leve le pouce, elle acheve de descendre ; ce qui procede de ce que le poids de l'eau A C ne presse pas assez l'air de la petite figure pour y faire entrer de l'eau suffisante pour la rendre d'une pesanteur spécifique égale à celle de l'eau, & que le poids de l'eau A B presse assez l'air pour cet effet ; ce qui la fait descendre jusques au fond où le poids de l'eau étant encore plus grand, fait condenser l'air de la petite figure plus qu'auparavant, & y fait entrer un peu plus d'eau : d'où il arrive qu'on a plus de peine à la faire remonter. De là on voit l'ex-

reur de ceux qui croyent que l'eau & l'air ne
 pesent rien sur les corps qui sont au des-
 sus, & le jugent ainsi parce que nous ne
 sentons point le poids de l'air. Mais il faut
 considerer que nôtre corps est disposé na-
 turellement pour la pression de l'air telle
 qu'elle est icy-bas ; c'est pourquoy nous
 n'en souffrons aucune incommodité. Mais
 si nous étions transportez en un air deux
 fois plus rarefié, la matiere aérienne
 qui seroit dans nôtre sang & dans les au-
 tres parties de nôtre corps qui sont fort
 chaudes, se remettreroit en air & seroit des
 bouillonnemens qui enseroient nôtre
 corps & nous seroient tres-incommodes.
 On en voit l'experience quand on enferme
 un oiseau dans la machine du vuide ; car
 quand on a reduit l'air à une dilatation
 double ou triple, de celle qu'il a près de
 la terre, l'oiseau meurt en peu de temps
 à cause que son sang chaud n'étant plus
 pressé par le ressort ordinaire de l'air, jette
 quantité de bulles de même que l'eau
 chaude qu'on y enferme en même temps.
 Que si au contraire on étoit dans un air
 qui fût doublement condensé, on en
 souffroit beaucoup quoy qu'on eût de la
 peine à ressentir son pressement ; parce
 que si d'un côté il pressoit la poitrine pour
 empêcher la respiration, d'autre côté l'air
 qui y entreroit par la respiration ayant un
 ressort

effort empêcheroit l'action de l'air externe : D'où il s'ensuit que ceux qui vont 7 ou 8 pieds sous l'eau n'en doivent ressentir aucun poids sensible , parce qu'elle les presse également de tous côtez , & que le poids de l'Atmosphere étant égal au poids de 32 pieds d'eau , ces huit pieds ajoutés n'augmentent la pression que d'environ 1/4 , ce qui ne peut être bien sensible. Quelques-uns objectent contre ces raisonnemens & ces effets du ressort de l'air , que lorsqu'on se sert d'un tuyau percé par les deux bouts pour faire les expériences de l'air enfermé au dessus du mercure , & que quelqu'un ferme le bout supérieur du tuyau avec le doigt pour empêcher la communication de l'air avec celui qui est enfermé , il arrive que lorsqu'on fait l'expérience , il semble à celui qui ferme le bout supérieur , que son doigt soit comme sucé & attiré par le mercure qui descend , & même il en reçoit de la douleur comme d'un pincement ; d'où ils concluent que l'air dilaté dans le tuyau ne fait pas effort pour soutenir une partie de l'air de l'Atmosphere , puisqu'il s'appuyeroit contre ce doigt & le pousseroit plutôt que de l'attirer. Pour satisfaire à cette difficulté il faut considérer que lorsqu'on enferme quelques corps comme une pomme ridée dans les machines du vuide , & qu'on a pompé une

grande partie de l'air qui y étoit enfermé ; ces corps s'enflent & se dilatent , & que si on y avoit enfermé la moitié du doigt par le moyen d'une vessie coupée par les deux bouts ou par quelque autre moyen ; cette partie du doigt s'enfleroit extrêmement & on y sentiroit beaucoup de douleur ; d'où il suit que la partie du doigt qui ferme le bout supérieur du tuyau du barometre étant contiguë à de l'air beaucoup dilaté , & le reste étant pressé par tout le poids de l'Atmosphère , cette petite partie doit s'enfler & faire une grande convexité vers l'intérieur du tuyau , ce qui ne se peut faire sans douleur ; & plus l'air sera rarefié dans le tuyau , plus cette enflure & cette douleur sera sensible , & le foible repoussement de cet air rarefié ne sera pas suffisant pour empêcher cette enflure du bout du doigt puisque le reste qui est dans l'air libre sera beaucoup plus pressé.

On peut encore objecter que quand il y a 28 pouces de mercure suspendu dans le tuyau , si on le souleve sans le mettre hors du mercure , le vaisseau en sent un poids égal à celui du mercure enfermé , ce qui ne devroit point être s'il faisoit équilibre avec le poids de l'Atmosphère. On répond à cette difficulté , en disant que l'air supérieur qui est au dessus du tuyau n'a point alors d'autre air qui luy fasse équilibre ; car ce-

Le tuyau qui devoit la soutenir au dessous du tuyau soutient le mercure qui y est : donc on doit soutenir tout le poids de l'air supérieur qui pese 28 pouces de mercure ; & si le tuyau n'étoit que de quatorze pouces & que le mercure y demeurât jusques au haut, alors on ne sentiroit que quatorze pouces de mercure de poids, parce que l'air qui s'appuye sur le mercure du petit vaisseau soutiendrait ces 14 pouces, & feroit encore effort de 14 pouces vers le haut du tuyau interieurement : ainsi il feroit équilibre avec la moitié du poids supérieur de l'air, & la main soutiendrait le reste.

La flâme peut faire aussi équilibre par son ressort avec les autres corps ; mais comme il n'y a que la flâme de la poudre à canon qui puisse souffrir d'être comprimée sans s'éteindre, & que cette flamme dure tres-peu de temps, il est difficile de faire des experiences de son équilibre ; & la force de son ressort est si grande, qu'on n'a pû encore trouver de poids si grand qu'elle ne surmonre, puisqu'elle peut renverser des Bastions entiers & même des Montagnes.

Pour entendre comme se fait un si grand effort, on peut supposer qu'il y ait une certaine quantité de poudre allumée qui remplisse un tuyau assez large situé perpendiculairement & qu'un grand poids dont la largeur occupe & remplit précisé-

ment celle du tuyau en pressant la flamme de cette poudre, la fasse reflerrer jusques à ce qu'étant reduite à un petit espace il se fasse équilibre entre ce poids & le ressort de la flâme, sans qu'elle s'éteigne; ce qu'on peut concevoir se faire pendant l'espace d'une seconde, & en cet état le ressort de cette flâme feroit équilibre avec le poids, en sorte que si le poids étoit augmenté, cette même flâme se reduiroit à un plus petit espace supposé qu'elle ne s'éteignit point; & son ressort qui seroit alors plus fort, feroit encore équilibre avec ce plus grand poids. Or si on conçoit qu'en ce moment il s'allume quelque quantité de nouvelle poudre, le ressort de la flâme sera augmenté, & le poids ne pouvant plus faire équilibre sera poussé en haut, & étant une fois en mouvement la continuation de l'extension du ressort de la flamme qui se développera & s'étendra de plus en plus, accélérera son mouvement de plus en plus, & enfin le poussera jusques bien haut dans l'air.

Cela supposé il est aisé de concevoir que si l'on met 10 ou 12 milliers de poudre dans une mine; & que toute cette poudre étant allumée puisse occuper une espace de 200 pieds de hauteur & de 100 pieds de largeur, il arrivera qu'il s'en allumera au commencement une petite quantité qui ne sera pas suffisante pour enlever tout le

on : Mais parce que cette flâme a la
 rieté de ne point s'étouffer pour être
 e, il s'en allumera 30 ou 40 fois da-
 ge que ce qu'en pourroit tenir la
 bre de la mine si elle étoit décou-
 ; & alors si son ressort est assez fort,
 commencera à élever la terre qui est
 effus, laquelle étant une fois en mou-
 nt & le reste de la poudre continuant
 iflâmer & remplissant l'espace que la
 a quitté en commençant à s'élever, en
 que son ressort soit encore plus fort
 e poids de la terre qui est déjà en
 vement ; elle accélérera sa vitesse de
 en plus, & poussera enfin le Bastion
 ut & à côté, ou du moins une partie,
 à ce que toute la flâme ait acquis l'é-
 iè qui luy est naturelle dans l'air libre.
 i peu de poudre fait de semblables
 dans les canons ; car elle s'allume
 livement, quoy qu'en tres-peu de
 s sans pousser le boulet jusques à ce
 e ressort de la flâme pressée surmonte
 résistance du boulet ; & lorsqu'elle
 nncé à l'émouvoir, le reste de la
 re qui s'allume promptement, augmen-
 n ressort & accélère la vitesse du bou-
 usques à le pousser à 7 ou 800 toises.
 : là on voit qu'un canon de 20 pieds
 porter son boulet plus loing qu'un de
 eds parce que la poudre a plus de

temps pour s'allumer & augmenter son ressort pendant que le boulet parcourt ces espaces.

On voit aussi que si un gros de poudre allumée a la force d'ébranler un boulet qui ne soit pas bien joint au canon, il ne sera pas poussé si loin que s'il étoit bien bouré & pressé avec du liege ou autres choses qui l'empêchât d'être mis en mouvement jusques à ce qu'il y eût 2 ou 3 gros de poudre allumée : car en ce dernier cas le commencement de son mouvement seroit plus vite & son accelleration plus grande.

Par la même raison la poudre étant bien fine & facile à être enflammée poussera le boulet plus loin que si elle est grossiere, parce qu'il s'en allume davantage pendant que le boulet est dans le canon.

TROISIÈME DISCOURS.

De l'Equilibre des corps fluides par le choq.

LA flâme peut faire équilibre par son choq avec des poids ; on peut en mesurer la force, si en la faisant sortir par un tuyau assez large on la fait choquer contre les aïles d'une rouë située horizontalement, pourvû que ces aïles soient toutes

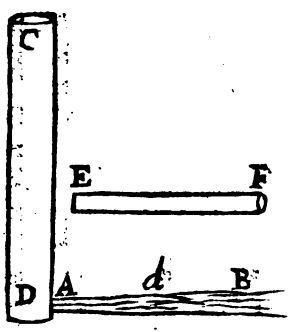
nées obliquement en un même sens
 comme celles des moulins à vent. On se
 sert en plusieurs lieux de la flâme qui mon-
 dans les cheminées, pour faire tourner
 quelques petites machines auprès du feu ;
 mais le feu est grand, plus le mouvement
 de la flâme est vite : Mais ce mouve-
 ment ne peut être augmenté beaucoup
 par l'art, & son choq n'a pas beaucoup de
 force ; une fusée-volante s'éleve par le
 choq de sa flâme contre l'air, mais si elle
 se trop elle ne peut s'élever, ainsi on
 ne peut mesurer son équilibre. La flâme du
 minerre qui va fort vite fait des efforts
 considérables : Car elle renverse des
 murs & des Rochers, la vitesse de la flâ-
 me augmente aussi la force de brûler,
 comme on le remarque souvent dans les
 incendies quand le vent est tres-grand. On
 voit aussi des effets tres-sensibles quand
 les Emaillieurs soufflent le feu de leurs lam-
 pes contre du verre ou contre des métaux
 pour les fondre : Mais parce que la flâme
 ne se gouverne pas facilement pour de-
 meurer dans une même vitesse ou dans
 la même largeur, & qu'il coûteroit trop
 pour l'entretenir, on s'en sert tres-rare-
 ment dans les machines ; c'est pourquoi
 il n'est point nécessaire d'examiner icy sa
 force ny de la comparer avec celles des
 tres corps fluides.

L'air & l'eau sont employez dans les machines pour les faire mouvoir par leur choq, On peut connoître l'équilibre qu'ils font entre-eux & avec les corps fermes qu'ils choquent, par les Regles suivantes.

I. R E G L E.

L Es jets-d'eau ne choquent pas par l'effort de toutes leurs parties comme les corps fermes.

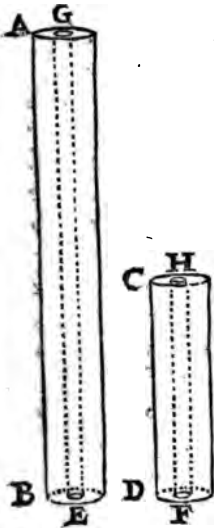
E X P L I C A T I O N.



AB est un jet d'eau sortant du cylindre C D, & EF est un cylindre de bois; il est manifeste que les parties qui composent E-F étant liées & unies ensemble, elles font toutes ensemble

leur effort en choquant un corps par l'extremité F; mais un jet d'eau comme AB étant porté selon la direction A-d-B; ne peut agir que par ses premieres parties: Car l'eau étant fluide & comme composée d'une

une infinité de petits corpuscules qui glissent les uns sur les autres; comme feroient tres petits grains de sable; il n'y a que premiers vers B, qui puissent faire le premier effort sur les corps qu'ils rencontrent, ils se réfléchissent ou s'écartent avant que les autres qui sont comme en *d* ayent loqué à leur tour. Pour bien entendre cy, il faut considerer que la vitesse qu'a l'eau au bas d'une petite ouverture faite au bas d'un tuyau fort large, est bien différente de la vitesse de celle qui sort par un tuyau d'égale largeur par tout: d'autant



qu'en ce dernier cas elle commence à sortir avec une vitesse tres-petite & pareille à celle d'un cylindre de glace qu'on laisseroit tomber: Car soit un tuyau uniformément large AB plein d'eau soutenuë en B avec le doigt; il est évident que la même vitesse que prend l'eau B à la sortie, est égale à celle qui est en A, & que tout le cylindre d'eau tombe tout

170 *Du Mouvement des Eaux.*

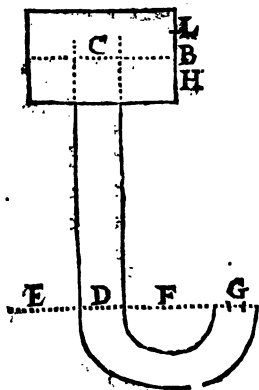
d'une piece, comme s'il étoit solide; & par consequent il suit les mêmes regles à l'égard de la vitesse de la chute, qu'un cylindre de glace de même volume; à sçavoir que commençant par une vitesse tres-petite, elle s'augmenteroit en descendant selon les nombres impairs 1. 3. 5. 7. &c. C'est à dire que si en un quart de seconde elle descendoit d'un pied, le quart suivant elle descendroit de trois pieds, dans le troisième de cinq pieds, &c. D'où il s'ensuit que l'eau qui étoit en A étant arrivée en B, sortira bien plus vite que celle qui sort la premiere.

Galilée a parlé bien au long de l'acceleration de la vitesse des corps qui tombent dans l'air libre; voicy comme je la conçois. S'il y a quelque corps tres-leger qui choque un corps 100 fois plus pesant, il luy donnera la 100^e partie de sa vitesse, & le choquant une 2^{eme} fois, il luy en donnera encore une autre 100^e, en sorte que si le corps choquant avoit 101 degrez de vitesse, le corps choqué en prendra un degre au 1^{er} choq, & sa quantité de mouvement sera 100, & étant choqué une seconde fois avec la même vitesse de 101 degrez par le corps leger, il en recevra un nouveau degre de vitesse, lequel joint au premier fera deux degrez: le 3^{eme} choq luy joütera encore un degre, & ainsi de suit

se, comme il a été prouvé dans le Traité du choq des corps. La même chose arrivera si quelque puissance foible tire à soy un corps tres-pesant, le tirant par reprises. Or soit que les corps soient tirez ou poussez par une matiere fluide tres-legere, il doit arriver que si au premier moment de son effort il passe une ligne par une vitesse uniforme, qu'au 2^{me} choq & au 2^{me} moment il en passera 2, au 3^{me} moment 3 &c.

Or si l'on prend plusieurs nombres de suite, commençant à l'unité, comme 1. 2. 3. 4. &c. jusques à 20, & qu'on compte 20 momens; la somme de cette progression sera 210; & si on compte 40 momens, selon la même progression jusques à 40, la somme de ces derniers nombres sera 820, qui est quadruple à peu près de 210 somme des 20 premiers nombres: mais à l'infiny cette derniere somme sera quadruple de la premiere precisément, parce que la proportion du défaut diminuë toujours; ce que Galilée a aussi conclu dans son Traité de l'acceleration du mouvement des corps qui tombent. Mais si le mouvement se fait au travers d'un corps fluide fort pesant, l'acceleration sera bien-tôt arrêtée, & le corps tombant réduit à une vitesse uniforme; comme aussi si c'est un corps fort leger qui tombe par l'air libre, ainsi qu'il a été prouvé dans le Traité de la Percussion.

On peut juger encore de la lenteur de la sortie des premières gouttes d'eau, lorsque les tuyaux sont uniformément larges, par l'expérience suivante. Ayez un tuyau recourbé de 2 ou 3 pieds de hauteur comme



me CDG d'égale largeur par tout, versez de l'eau par C jusques à ce qu'elle coule par G, fermez le bout G, & achevez d'emplir le tuyau jusques à C, mettez ensuite l'autre doigt sur ce bout, & ouvrez le bout G, l'eau ne coulera point si le

tuyau n'a que 3 ou 4 lignes de largeur; levez le doigt qui ferme le bout C, & le remettez tres-promptement, l'eau ne jaillira par G qu'à 4 ou 5 lignes de hauteur, au lieu que si le tuyau CD est beaucoup plus large que l'ouverture G, par exemple s'il a 9 lignes de largeur, & l'extrémité 2 ou 3 lignes, & que vous ouvriez & refermiez avec la même promptitude la petite ouverture en G, les gouttes d'eau qui sortiront par G, jailliront jusques à fort près de la hauteur C. Vous connoîtrez

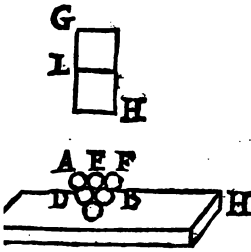
encore la même lenteur de l'eau à sa première sortie du tuyau, comme AB en la figure page 189, & son acceleration, si vous emplissez d'eau ce tuyau, & si le soutenant avec un doigt, vous soutenez aussi une petite pierre avec un autre doigt de la même main: car en tirant la main tout-à-coup vous verrez descendre la pierre & le bas de l'eau avec une même vitesse jusques à 120 ou 130 pieds.

On fait encore une experience fort curieuse pour la preuve de cette regle, en la maniere qui s'ensuit.

Ayez un long tuyau de 8 ou 10 pieds de hauteur comme MN en la figure suivante de la 2^{me} regle marquée 2, le plus poly & le plus égal en dedans qu'on pourra, plein d'eau, laquelle on soutiendra avec le doigt & on la laissera couler tout-à-coup sur l'extremité de la regle QR près du point R, laquelle regle servant de balance doit être horizontale & appuyée par l'autre bout sur un soutien comme OV, & le point R doit être éloigné seulement de 5 ou 6 lignes de la baze du tuyau par où l'eau coule; c'est-à-dire une ligne de plus que l'épaisseur du doigt qui soutient l'eau; alors si à l'autre extremité Q il y a un poids Q plus petit d'un quart ou d'un cinquième, que le poids de toute l'eau du cylindre, ce poids Q ne s'élevera

point au commencement de la chute de l'eau quoy qu'il semble que toute l'eau pese sur R , mais seulement lorsque le tuyau sera presque vuide ; ce qui fait voir que ce sont seulement les premieres parties de l'eau qui font l'impression , & que lorsqu'elles sortent tres-lentement, comme elles font au commencement de leur chute, elles ne peuvent élever qu'un poids bien moindre que le poids de tout le cylindre : Mais que lorsqu'elles ont acquis une grande vitesse en tombant depuis la hauteur M , celles qui restent, élevent par leur grand choq, ce que les premieres ne pouvoient élever par leur petit choq au commencement de leur chute. Que si on éleve le même tuyau deux ou trois pieds au dessus de R , & qu'on y laisse de l'eau au fond seulement d'un pouce de hauteur, si le tuyau a sept ou huit lignes de largeur ; elle fera moins d'impression en tombant sur R pour élever un poids en Q, qu'une boulette de cire ou de bois moins pesante de la moitié tombant de pareille hauteur ; ce qui fait voir que la boulette fait son impression par toutes ses parties, & l'eau d'un pouce de hauteur seulement par les plus proches de sa premiere surface qui choque la balance, & qui sont un peu aidées par les plus éloignées qui coulent à côté. Car quoy que l'eau na-

pas en choquant par toutes les parties, & qu'il soit difficile de déterminer à quelle hauteur de l'eau on doit prendre ; il est pourtant très-semblable que les premières qui tombent, agissent le plus, & celles qui sont un peu plus haut jusques à deux ou 3 lignes, un peu moins, & même jusques à 5 ou 6 lignes, comme il arriveroit à 5



bent, agissent le plus, & celles qui sont un peu plus haut jusques à deux ou 3 lignes, un peu moins, & même jusques à 5 ou 6 lignes, comme il arriveroit à 5

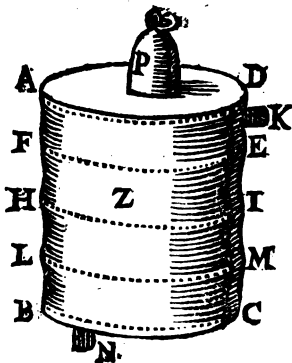
petits grains de sable contigus, A E F tombant sur la regle G H d'une certaine hauteur, n'étant pas tous en la même perpendiculaire, les deux D & B laisseroient pas de contribuer un peu au poids du premier, quoy qu'ils ne le fissent de tout leur poids & de toute leur violence n'étant pas dans la même ligne de direction, les plus hauts A E F y contribuent aussi un peu, & feroient que la regle soit choquée plus fortement que s'il n'y avoit que les seuls B & D.

L'eau étant composée d'une infinité de petits corpuscules contigus beaucoup plus petits que de tres petits grains de sable qui roulent & qui glissent fa-

cilement les uns contre les autres, un petit cylindre d'eau comme GH choquera un peu plus fort qu'un moindre LH, puisqu'il y aura plus de petits corpuscules posez directement les uns sur les autres en la hauteur GH, qu'en la moindre LH.

II. R E G L E.

L'Eau qui jaillit au dessous d'un réservoir par quelque ouverture ronde, fait équilibre par son choc avec un poids égal au poids du cylindre d'eau qui a pour base cette ouverture, & pour hauteur celle qui est depuis le centre de l'ouverture jusques à la hauteur de la surface supérieure de l'eau.



On démontrera cette proposition, & en même temps la force du choc de l'air en cette sorte: A B C D est un cylindre creux dont les deux bases A D, B C sont de bois, & le

de cuir, soutenu & étendu par plusieurs cerceaux de bois ou de fil de fer



FE, HI, LM, en sorte qu'on puisse faire abaisser la base AD fort près de la base BC qu'on suppose inébranlable; N est une ouverture faite dans la base BC, par où l'air enfermé dans le cylindre peut sortir; ce cylindre est chargé d'un poids P posé sur la surface AD, & l'on ajuste au dessous de ce cylindre une balance comme celle de la figure marquée 2, en

que la règle QR étant située horizontalement, le point R qui est proche l'extrémité, soit fort près de l'ouverture, & directement au dessous de son centre: Cela étant, je dis que si l'on met le poids Q sur l'autre extrémité de la règle dont l'essieu CD est supposé tournoier sur les points C & D, & qu'on fait voir que le poids P en descendant fait avec violence par l'ouverture N, pousser l'extrémité de la balance vers R,

178 *Du Mouvement des Eaux.*

fasse équilibre avec le poids Q supposé également distant de l'essieu CD , ce poids sera au poids P en même raison que la surface de l'ouverture N est à la surface entière de la base BC : Car si par le moyen d'un soufflet dont le tuyau ait son ouverture égale à l'ouverture N , on pousse de l'air contre cette ouverture avec une force égale à celle de l'air que le poids P fait sortir, il se fera équilibre entre ces deux forces, & le poids P ne descendra point parce qu'il ne sortira point d'air par l'ouverture ; & alors l'air poussé par le soufflet remplissant cette ouverture soutiendra sa part du poids P , comme les autres parties de la base BC soutiennent le reste de ce poids, & la partie que l'air poussé soutiendra sera au poids entier P dans la proportion de l'ouverture N à la largeur entière de la base BC ; donc réciproquement l'air sortant par cette ouverture après qu'on aura ôté le soufflet, fera équilibre par son choq avec un poids qui sera au poids P comme l'ouverture N est à la base BC . Que si l'on ferme l'ouverture N , & qu'on en ouvre une autre de même largeur tout auprès de la base AD comme au point K , l'air en sortira avec la même vitesse que par l'ouverture N , si la base AD est chargée du même poids P , & fera équilibre avec un même poids par son choq.

Que si le cylindre est chargé successivement de divers poids pour faire descendre plus ou moins vite la surface AD , l'air qui sortira par l'ouverture N , fera équilibre par son choq avec des poids qui seront l'un à l'autre en même raison que les poids qui chargent successivement la base AD : La raison est que la proportion du grand poids P au petit qui fait équilibre, est toujours la même que celle de la base BC à l'ouverture N ; d'où il s'ensuit que les petits poids seront l'un à l'autre en même proportion que les grands poids qu'on mettra de suite sur la surface AD . Que si l'on emplit d'eau le même cylindre, le jet qui se fera par l'ouverture K par l'effort du poids P , fera le même effet que l'air; c'est-à-dire qu'il fera équilibre par son choq avec un poids qui sera au poids P comme l'ouverture K à toute la base BC ; parce qu'alors le poids de l'eau enfermée ne contribuera rien de sensible à la force du jet, puisqu'elle est presque toute au dessous; & que si un jet d'eau de même largeur & de même vitesse choquoit directement en K celui qui sort par cette ouverture, il l'arrêteroit & feroit équilibre avec luy, & soutiendrait une partie du poids P selon la proportion de l'ouverture K à la surface BC ; d'où il s'ensuit un paradoxe assez surprenant, sçavoir,

180 *Du Mouvement des Eaux.*

que l'air & l'eau qui sortent successivement par la même ouverture K. quelque poids qu'on mette sur la base AD. éleveront les mêmes poids par leur choq; quoy que l'eau soit d'une matiere beaucoup plus dense & plus pesante que celle de l'air : Mais il arrive aussi en recompense que l'air sort beaucoup plus vite que l'eau ; car on a trouvé par plusieurs experiences, que quand le cylindre est plein d'air, il se vuide en un temps environ 24 fois moindre que quand il est plein d'eau.

Par exemple, si l'air se vuide en 2 secondes, l'eau ne se vuidera qu'en 48 secondes ; d'où l'on peut conclure qu'afin qu'un jet d'air fasse le même effet par son choq qu'un jet d'eau de pareille largeur, il faut que sa vitesse soit environ 24 fois plus grande que celle de l'eau.

Or le même effet doit arriver, si ABCD est un vaisseau cylindrique plein d'eau, & découvert par le haut : Car l'eau qui doit jaillir par l'ouverture N, étant arrêtée par un autre jet qui la rencontre directement au point N, ce jet soutiendra une partie de l'eau de tout le cylindre ; sçavoir le cylindre qui a pour base l'ouverture N, & le reste de la base soutiendra le reste de l'eau : Donc ce jet étant ôté, le jet qui sortira par l'ouverture N, fera équilibre par son choq. à un poids qu'

VI. Partie.

a égal au poids de ce petit cylindre qui a
la base l'ouverture N & la hauteur égale
à B, si le cylindre ABCD est tout rempli,

III. R E G L E.

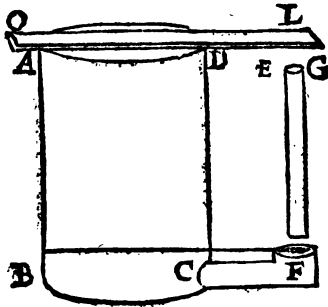
Es jets d'eau égaux en largeur, qui
sortent par des petites ouvertures fai-
s au bas de plusieurs tuyaux pleins d'eau
de différentes hauteurs, sont équilibre avec
des poids qui sont l'un à l'autre en la rai-
son des hauteurs des tuyaux.

EXPLICATION.

Soit un grand tuyau AB & un plus
petit CD, percé aux points E & F
d'ouvertures égales, il a été
Figure de la page 169) montré cy- devant que l'eau
jaillissant par l'ouverture E fe-
ra équilibre avec un poids égal
au poids du cylindre d'eau EG, & que
le jet qui sort par F fera équilibre avec
un poids égal au poids du cylindre d'eau
H: Or ces petits cylindres ayant des ba-
ses égales par l'hypothese auront leurs poids
en la raison de leurs hauteurs: D'où il
ensuit que les poids avec lesquels ces
jets feront équilibre, seront entr'eux com-
me les hauteurs AB, CD; par consequent
il est évident que la premiere vitesse d'un
jet en sortant doit être telle que la premiere

82 *Du Mouvement des Eaux.*

goutte d'eau qui sort soit disposée à s'élever aussi haut que la surface supérieure de l'eau : Car supposé que l'eau fût dans le large cylindre *A B C D* en *A D*, & qu'il y eût un cylindre de glace de la largeur de l'ouverture *F*, qui n'allât que depuis



F jusques en *G*, & qui fût suspendu depuis ce point directement sur l'ouverture *F* à une demy ligne ou environ de distance, & qu'on laissât aller l'eau tout-à-coup, elle feroit monter plus haut par son choq le cylindre *F G*, puisqu'elle peut faire équilibre avec un cylindre de même largeur & de la hauteur *F E* : Donc si l'eau ne jaillissoit que jusques en *G* depuis le point *F*, elle ne pourroit demeurer à cette élévation, puisque la force de l'eau suivante la pousseroit plus haut, si elle étoit

e comme un cylindre de glace ; d'où peut juger que la premiere goutte s'éroit jusques à A E sans la resistance air & quelques autres empêchemens, à cela que l'eau qui sort par F, se portera haut pour faire l'équilibre avec l'eau, la premiere goutte qui s'éleve doit avoir la force de monter jusques à la hauteur de l'eau superieure du reservoir, si on fait abstraction de la resistance de l'air ; mais on l'a expliqué dans le 1^{er} discours, on a fait voir qu'en s'élevant à l'équilibre jaillit même plus haut que l'eau superieure par la vitesse acquise par le grand mouvement que le jet prend pour s'élever à la hauteur de l'eau superieure.

Après avoir rempli d'eau le reservoir ABCD de 5 pouces de hauteur au dessus de l'ouverture du jet en F jusques à ce qu'elle soit par dessus les bords environ d'une ligne : Car comme il a été dit, elle ne jaillit pas par dessus les bords qu'elle ne soit environ à une ligne & demie ou deux lignes au dessus, particulièrement si les bords du reservoir sont frottez de graisse, on a mis par dessus une regle O L en position horizontale, qui étoit par conséquent environ une ligne plus basse que la surface superieure de l'eau ; & l'on a remarqué que laissant jaillir l'eau un peu obliquement par l'ouverture F, & entretenant

Le tuyau A B C D toujours plein à une ligne au dessus du bas de la regle, le haut du jet alloit jusqu'à la regle, ce qu'on connoissoit par un peu d'eau qui s'y attachoit, qui auroit eu encore assez de force pour s'élever un peu plus haut comme d'un quart de ligne : Mais lorsque l'eau n'étoit qu'à fleur du réservoir & ne passoit point les bords, il ne s'attachoit point d'eau à la regle, parce que l'air résistoit un peu à la force du jet.

Que si le tuyau étoit de deux pieds de hauteur, il s'en falloit un peu moins de deux lignes que le jet n'allât jusques à la regle : Mais lorsque le réservoir étoit de moindre hauteur comme de 7 ou 8 pouces & que les ouvertures étoient de 3 ou 4 lignes de diamètre, les jets s'élevoient toujours sensiblement aussi haut que la surface de l'eau, parce que le peu d'air qu'ils avoient à passer ne pouvoit diminuer sensiblement leur force.

Or par la doctrine de Galilée une goutte d'eau qui s'est élevée à une hauteur de 2 ou 3 pieds, lorsqu'en retombant elle est parvenue au même point d'où elle avoit commencé à s'élever, elle doit reprendre à ce point la même vitesse qui l'avoit fait élever ; d'où il s'ensuit qu'on peut prendre pour une regle ou loy de la nature, que l'eau qui jaillit au bas d'un réservoir

servoir par une petite ouverture, a la même vitesse qu'une grosse goutte d'eau auroit acquise en tombant depuis la hauteur de la surface de l'eau du reservoir jusques à l'ouverture de l'ajustoir, faisant abstraction de la resistance de l'air.

C O N S E Q U E N C E .

Ls'ensuit que les vitesses de l'eau qui sort au dessous des reservoirs qui sont de hauteurs inégales, sont l'une à l'autre en la raison soudoublée de ces hauteurs; car puisque la vitesse de chaque jet les doit faire élever à la hauteur de leur reservoir, & que parce que Galilée a démontré, les corps qui se meuvent avec des vitesses différentes, s'élevent à des hauteurs qui sont l'une à l'autre en raison doublée de ces vitesses; il s'ensuit que les vitesses sont l'une à l'autre en la raison soudoublée des hauteurs.

I V . R E G L E .

Les jets d'eau d'égale largeur qui ont des vitesses inégales, soutiennent par leur choq des poids qui sont l'un à l'autre en raison doublée de ces vitesses,

E X P L I C A T I O N .

DAutant que l'eau peut être considérée comme composée d'une infinité de petites parcelles imperceptibles, il

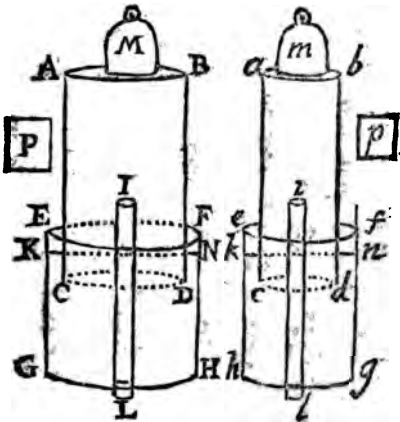
doit arriver que lorsqu'elles vont deux fois plus vite, il y en a deux fois autant qui choquent en même temps, & par cette raison le jet qui va deux

(*Figure de la page 169*) fois plus vite qu'un autre, fait deux fois autant d'effort par la seule quantité des pe-

nits corps qui choquent; & parce qu'il va deux fois plus vite, il fait encore deux fois autant d'effort par son mouvement; & par conséquent les deux efforts ensemble doivent faire un effet quadruple, & de même à l'égard des autres proportions. On prouve encore cette règle en cette manière: A B est un cylindre quatre fois plus haut que le cylindre C D, l'ouverture E est égale à l'ouverture F, les deux cylindres sont pleins d'eau: Or d'autant que le jet sortant par E doit soutenir un poids égal au poids du petit cylindre d'eau G E, & que le jet par F doit soutenir un poids égal au poids du petit cylindre H F, & que le petit cylindre G E est quadruple du petit cylindre H F; il s'ensuit que les poids élevez seront comme 4 à 1; mais par la conséquence de la règle précédente, la vitesse du jet par F est à celle du jet par E en raison soubdoublée de la hauteur F H à la hauteur E G, & par conséquent elle sera comme 1 à 2. Donc une vitesse double d'un jet de même largeur

soutiendra un poids quadruple , & ainsi à l'égard des autres proportions ; de là il s'en suit qu'un jet d'air qui va 24 fois plus vite qu'un autre soutiendra un poids 576 fois plus grand , puisque 576 est le carré de 24 ; & parce qu'un jet d'eau qui va 24 fois moins vite , soutient le même poids , on peut juger que l'air est 576 fois plus rare que l'eau , puisqu'allant avec même vitesse , le jet d'eau soutient un poids 576 fois plus grand.

On peut connoître par expérience la force du choq de l'air avec la machine suivante , aussi bien qu'avec celle de la 2^{ème} re-

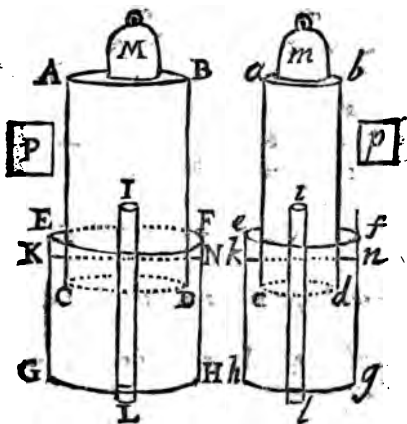


e. ABCD est un vaisseau cylindrique de fer blanc , bien soudé ouvert en CD,

& renversé dans un autre cylindre EFGH, au fond duquel il y a un petit tuyau bien soudé LI qui entre dans le cylindre renversé & passe un peu au dessus de l'eau NK qui est dans le cylindre EH. On charge successivement de plusieurs poids differens la base superieure AB pour faire descendre ce cylindre, & en même temps faire sortir l'air avec violence par le tuyau IL, au bas duquel on ajuste une balance comme celle de la figure cy-dessus marquée 23 chargée à un des bouts de differens poids pour éprouver la force du choc de cet air. Les experiences se trouveront conformes à la demonstration cy-dessus, sçavoir que si l'on souffle de l'air avec un soufflet dans le tuyau LI, de telle force qu'il empêche le poids M, & le cylindre AD de descendre, alors cet air poussé fait le même effet que si on mettoit le ponce au point L pour empêcher l'air de sortir; & comme en cet état le ponce porteroit sa part du poids M joint à celuy du cylindre AD, & le reste seroit soutenu par le reste de la base GH, & que cette partie seroit à tout le poids soutenu en la raison de la base GH à la hauteur de CD, à l'ouverture L; ensorte que si tout le poids étoit de cent livres, & que la base GH fût 100 fois plus grande que l'ouverture L. l'air soufflé dans le tuyau soutiendrait la 100.^{eme} partie de tout

pois : Donc reciproquement si on ôtoit soufflet, l'air qui sortira avec la même esse que le vent du soufflet qui l'empê-
 oit de sortir, fera équilibre avec un poids
 al à cette 100 partie.

Il suit de ces raisonnemens, que si deux
 lindres pleins d'air de même hauteur
 ont leurs bases inégales, sont chargez par
 s poids égaux étant disposez comme le
 lindre A B C D & ayant les ouvertures
 ales par où l'air doit sortir, les poids que
 ir sortant élèvera, seront l'un à l'autre en
 son reciproque de leurs bases ; car soient
 s deux cylindres A B C D, a b c d, mis



acun dans un autre cylindre plein d'eau ;
 mme il a été expliqué dans la figure

190 *De Mouvement des Eaux.*

precedente, & soient égaux les deux poids M & m posez sur les cylindres inégaux, & les poids élevez soient P & p sçavoir P par M & p par m , dautant que la base GH est à l'ouverture L comme le poids M au poids P élevé par l'air qui sort par L , & que l'ouverture l égale à L est à la base hg comme le poids p élevé par l'air qui sort par l au poids M ou m ; en raison égale la proportion étant troublée, la base GH fera à la base hg comme le poids p au poids P . Que si les poids qui chargent les cylindres, sont proportionnez à leurs bases, ils éleveront des poids égaux par le choq. de l'air qu'ils feront sortir par des ouvertures égales, comme si la base GH est 24 & la base gh 12, & que le poids M soit 12 livres & le poids m 6 livres, l'ouverture L étant 4, de même que l , les poids P & p seront chacun de 2 livres dont la preuve est facile.

CONSEQUENCE.

De la premiere démonstration.

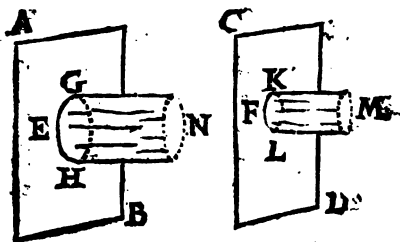
IL s'enfuit que le temps de l'écoulement de l'air du grand cylindre sera au temps de l'écoulement de l'air du petit cylindre, lorsqu'ils seront chargez de poids égaux en la raison composée de celle de

La base GH à celle de la base gh , & de
 la soudoublée de la même base GH à la
 même base gh , car si les vitesses étoient
 égales, ces temps seroient entr'eux com-
 me les bases : Mais les poids élevez étant
 en la raison reciproque des bases, &
 les vitesses étant par la troisième regle
 en la raison soudoublée des poids élevez,
 les vitesses seront reciproquement en rai-
 son soudoublée des bases, c'est-à-dire que
 la vitesse par l sera à la vitesse par L en
 raison soudoublée de la base GH à la
 base gh ; & par consequent le temps de l'é-
 coulement de l'air du grand cylindre sera
 au temps de l'écoulement de l'air du petit
 cylindre en la raison composée de celle
 de la base GH à la base gh , & de la
 soudoublée des mêmes bases l'une à
 l'autre; ce qui s'est trouvé conforme à
 l'expérience : Car un cylindre de 8 pouces
 de diametre de base, & un autre
 de 5 pouces 6 lignes étant chargez cha-
 cun de 44 onces, le grand s'est vuïdè en 47
 demies secondes, & le petit en 12 : Or les
 bases GH & gh sont entr'elles comme
 les quarrèz de leurs diametres GH &
 gh ; & 74 pouces, qui est à peu près
 le quarrè de GH de 8 pouces 7 lignes,
 est à 30, qui est à peu près le quarrè de gh
 de 5 pouces 6 lignes, comme 47 à 19 à
 peu près; & comme 74 à 47. moyenne pro-

192 *Du Mouvement des Eaux.*
 portionnelle entre 74 & 30 ainsi 19 à 12;
 d'où l'on voit que 47 est à 12 en la raison
 composée de celle de la base GH à celle
 de la base *gh*, & de la raison soudoublée
 de la même base GH à la même base *gh*.

V. R E G L E.

L Es jets d'eau de même vitesse & de
 différentes ouvertures soutiennent des
 poids par leur choc qui sont l'un à l'autre en
 raison doublée des diametres des ouvertures.
 Soient deux surfaces A B, C D percées de



deux ouvertures E & F; & que les deux jets
 d'eau E N, F M passent par ces ouvertures;
 il est évident que la surface de l'ouverture
 E est à la surface de l'ouverture
 F en raison doublée du diamètre G H au
 diamètre K L, & les vitesses étant sup-
 posées égales, si le diamètre G H est dou-
 ble du diamètre K L, il y aura 4 fois au-
 tant

tant de petits corpuscules d'eau pour choquer, dans la base GH que dans la base CL; ils feront donc un effet quadruple, & si les surfaces des jets sont reciproques aux hauteurs des reservoirs, ils feront équilibre avec des points égaux.

Pour sçavoir la force des eaux coulantes lorsqu'elles choquent des ailes de moulin ou de quelque autre machine, il faut sçavoir leur vitesse & la comparer à celle des eaux qui jaillissent au bas d'un reservoir. Il est encore necessaire de sçavoir la pesanteur spécifique de l'eau, à l'égard des autres corps; voicy les observations que j'en ay faites.

On a fait faire un vaisseau de cuivre quarré en tous sens d'un demy pied de hauteur & de largeur dans œuvre, lequel par consequent contenoit la 8^{me} partie d'un pied cube; on le mit dans le bassin d'une balance, & de l'autre côté son poids au juste, on l'emplit d'eau ensuite avec un tres-grand soin, par une petite ouverture faite vers un angle de la platine de dessus: On a trouvé par plusieurs experiences que cette eau pesoit 8 livres $\frac{3}{4}$, & par consequent que le pied cube d'eau devoit peser 70 livres; le muid de Paris contient 8 pieds cubes, en chaque pied cube 36 pintes quand elles sont mesurées au juste & que l'eau ne passe pas les bords,

mais quand elle passe les bords le plus qu'il se peut sans verser, il ne contient que 35 pintes; chacune de ces dernières pintes pese 2 livres, & les autres 2 livres moins 7 gros: Le muid de Paris contient 288 pintes de ces dernières, & 280 des autres. De là on connoît qu'un cylindre d'eau dont la base a un pied de diametre & un pied de hauteur, ne pese que 55 livres, parce que la proportion du cercle au quarré qui luy est circonscrit, est à peu près comme 11 à 14: Or comme 14 à 11, ainsi 70 livres sont à 55 livres; de là on sçait qu'un cylindre d'un pied de hauteur & d'un pouce de base pese 6 onces un gros à fort peu près; car la 144^{me} partie de 55 livres est 6 onces & $\frac{1}{9}$, & un gros est $\frac{1}{8}$; surquoy on a fait les experiences suivantes.

Ayant attaché un petit batteau à un autre fort grand qui étoit immobile dans le milieu du cours de la riviere où elle étoit fort rapide, on mesuroit le long du petit batteau une distance de 15 pieds selon sa longueur, on jettoit en suite un petit morceau de bois, ou quelque brin d'herbe à deux ou trois pieds du petit batteau, vis-à-vis l'endroit où étoit la 1^{re} marque des 15 pieds, & l'on comptoit par les battemens d'une pendule à demi-secondes, en combien de temps il passoit jusques à l'autre marque, si c'étoit en dix demi-

Secondes on concluoit qu'en cet endroit l'eau de la riviere alloit d'une vitesse à faire 3 pieds en une seconde. En suite on se servit d'un tourniquet où il y avoit deux regles qui traversoient l'essieu, en sorte que les plans où elles étoient se coupoient à angles droits. On avoit élevé vers l'extrémité de l'une de ces regles un petit ais quarré de six pouces de largeur fort delié qu'on faisoit tremper perpendiculairement dans l'eau courante jusques à ce qu'elle passât 2 ou 3 pouces au dessus, & en même temps on mettoit à l'extrémité de l'autre regle qui étoit en une situation horizontale, un poids à pareille distance de l'essieu que le milieu de l'ais, & on l'augmentoit ou diminueoit jusques à ce qu'il fist équilibre avec le choq de l'eau contre le petit ais ou palette. On fit plusieurs de ces experiences à l'endroit où l'eau étoit la plus rapide, & en d'autres endroits où elle alloit moins vite, & l'on trouvoit toujours à fort peu près les mêmes proportions correspondantes à la force de l'eau qui sort du bas d'un tuyau de 12 pieds de hauteur: Voicy la maniere d'en faire le calcul.

Ayant trouvé que l'eau la plus rapide faisoit 3 pieds $\frac{1}{4}$ en une seconde, & qu'elle soustenoit alors par le choq de la palette 3 livres $\frac{3}{4}$, on disoit, le jet du bas d'un

196 *Du Mouvement des Eaux.*

reservoir qui a 12 pieds de hauteur, a une vitesse à sa sortie pour faire 24 pieds en une seconde selon la doctrine de Galilée, & qui a été expliquée cy-devant ; cette vitesse est donc environ 7 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que celle de la riviere ; le quarré de $7\frac{1}{2}$ est $56\frac{1}{4}$, & par consequent si ce jet est de même largeur que la palette il doit soutenir un poids environ 56 fois plus grand : Or 12 pieds cubes d'eau pèsent 840 livres, dont le quart est 210 livres qu'on prend à cause que la palette n'est que d'un demy pied, & qu'une colonne d'eau dont la base a un demy pied quarré & 12 pieds de hauteur, pèse 210 livres ; & si l'on divise 210 par 56, le quotient sera environ 3 livres $\frac{3}{4}$ qui est le poids qui a été trouvé dans l'expérience.

J'ay trouvé de même la force de l'eau coulante dans plusieurs autres endroits de la riviere, & même dans l'aqueduc d'Arcueil. Je fis une expérience au bord de la riviere où l'eau courante faisoit un pied $\frac{1}{4}$ en une seconde, & elle faisoit équilibre avec 9 onces de poids, pour la comparer à la vitesse de 3 pieds $\frac{1}{4}$ il faut prendre le quarré de $1\frac{1}{4}$ qui est $\frac{15}{16}$ contenu environ 6 fois $\frac{3}{4}$ dans le quarré de $3\frac{1}{4}$ qui est $10\frac{9}{16}$; car le produit de $6\frac{3}{4}$ par $\frac{15}{16}$ est $9\frac{20}{16}$ qui valent un peu plus de 60 onces qui font 3 livres $\frac{3}{4}$.

Les rouës des moulins qui font sur la Seine à Paris entre le Pont-Neuf & le Pont-au-Change n'ont à leurs extrémités que la moitié de la vitesse de l'eau courante qui les choquent, ce qui revient à la même chose que lorsqu'un poids en mouvement en rencontre un autre immobile de même pesanteur & qu'il s'y attache; car étant joints ensemble, ils n'ont incontinent après le choc que la moitié de la vitesse de celui qui a choqué, & ainsi on peut supposer que la résistance du frottement de l'essieu de la rouë, de celui de la meule & du grain qu'elle brise, joint au poids de la rouë & de ses pallettes, vaut autant à peu près que la résistance d'un poids égal à celui de l'eau qui choque, & par conséquent elles doivent retarder de moitié à peu près la vitesse de l'eau qui les choque; on remarque la même proportion dans la rouë de la pompe de la Samaritaine.

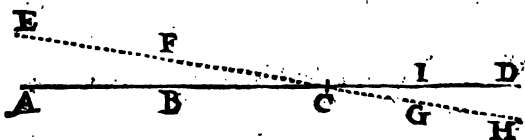
Il faut icy considérer que l'eau d'une rivière ne va pas également vite à sa surface, & dans les autres parties; car l'eau proche du fond est beaucoup retardée par la rencontre des pierres, des herbes & des autres inégalitez.

Voicy les expériences que j'ay faites de ces vitesses différentes.

J'ay mis dans une petite rivière coulan-

te uniformement des boules de cire attachées à un fil d'un pied de longueur, l'une étoit chargée de petites pierres dans le milieu pour rendre sa pesanteur spécifique un peu plus grande que celle de l'eau, en sorte que quand les 2 boules étoient dans l'eau, la plus pesante faisoit bander le fil & enfoncer la plus legere plus qu'elle n'auroit fait toute seule, & par ce moyen sa partie supérieure étoit presque à fleur d'eau afin que le vent n'eût point de prise sur elle. J'ay toujours remarqué que la boule d'embas demouroit en arriere principalement aux endroits où il y avoit quelques herbes au fond de l'eau près desquelles la boule inferieure passoit; car cette riviere n'avoit qu'environ 3 pieds de profondeur: Mais lorsqu'on mettoit ces mêmes boules en un endroit où l'eau rencontrant quelque obstacle s'élevoit un peu, & en suite prenoit un cours plus rapide, comme on le remarque sous les Ponts, la boule inferieure devoit la supérieure, ce qui faisoit voir que l'eau du milieu alloit alors plus vite que celle de la surface; & cela procede de ce que l'eau s'élevant un peu plus haut par l'obstacle, elle acquiert une plus grande vitesse en coulant par une pente plus roide, & ce mouvement violent fait qu'elle se plonge & passe au dessous de celle de la surface; comme si

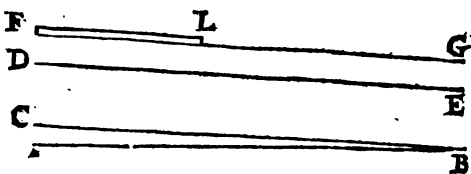
A B C D est le cours de l'eau supérieure, & que par un obstacle vers B elle s'éleve jusques à la ligne ponctuée E F elle cou-



lera plus vite par la pente roide E F, C, & par la vitesse qu'elle aura acquise en C, elle continuëra sa direction au dessous de CD, comme en G H, & par consequent elle ira plus vite en G & H qu'en I & D, & c'est de là que procede que dans les mediocres rivieres il y a toujours de grandes fosses un peu au dessous des Ponts ; on en voit l'experience en tous les Ponts de la chaussée de Nogent sur Seine : Car l'eau qui s'est élevée par la rencontre des piles du Pont prend une plus grande vitesse & passe avec violence au dessous de la supérieure jusques au fond où elle emporte le sable & l'entraîne un peu plus bas où il s'amasse : Mais lorsque l'eau est en son lit & en sa course ordinaire & mediocre, la supérieure doit aller plus vite que celle qui est un pied au dessous : car soit A B une ligne horizontale & C B la pente du fond de la riviere, D E

100 *Du Mouvement des Eaux.*

L'eau qui est à un demy pied de la supérieure FG, l'une & l'autre parallèle à CB: Or. parce que l'eau est visqueuse & que ses parties contiguës sont un peu liées ensemble l'eau DE emportera celle qui est immédiatement au dessus avec sa même vitesse à fort peu près ; & en suite celle qui



est en FG, qui se mouvant aussi d'elle-même à cause de sa pente, va un peu plus vite que l'eau DE, ce qu'on pourra mieux comprendre si l'on suppose que FL soit un ais nageant sur l'eau, & dont le dessus soit en une pente parallèle à CB, ayant une ballé fort ronde au dessus; car cet ais emporté par l'eau, emporteroit la ballé, qui rouleroit d'elle-même le long de l'ais jusques en G, & par conséquent sa vitesse seroit plus grande que celle de l'ais.

J'ay encore remarqué souvent des herbes que l'eau emmenoit, & je voyois manifestement que celles qui étant entre deux eaux près du fond plus avancées que

Les qui étoient près de la surface , vient bien-tôt passées & laissées en ar-
re par les supérieures ; & si je jettos
ns le même courant une poignée de
osses scieures de bois qui alloient au fond
tôt les unes que les autres , je voyois
ujours les supérieures precéder les autres
r ordre à proportion qu'elles étoient
is ou moins éloignées du fond ; des-
elles expériences il paroît que dans les
rières qui coulent librement , l'eau su-
riure va plus vite que celle du milieu ,
celle du milieu plus vite que celle qui
proche du fond , & que dans celles qui
nt contraintes de passer en un lieu étroit ,
nt retenuës des deux côtez ; celle du
lieu va plus vite que celle de la surface
l n'y a que trois ou quatre pieds de
ofondeur.

Voicy comme on peut calculer la force
s rouës des moulins de la Seine.

Je suppose qu'il y a deux rouës à un seul
ieu qu'elles ont 5 pieds de demy-diame-
 , & que les ais qu'on appelle des aubes
i servent de palletes , ont deux pieds
hauteur dans l'eau & 5 pieds de lon-
eur : Je suppose aussi que la vitesse de
au qui choque les palletes , est de 4
eds par seconde , ce qui est assez ordi-
ire : Car elle s'éleve un peu par la ren-
ntre du batteau qui porte le moulin .

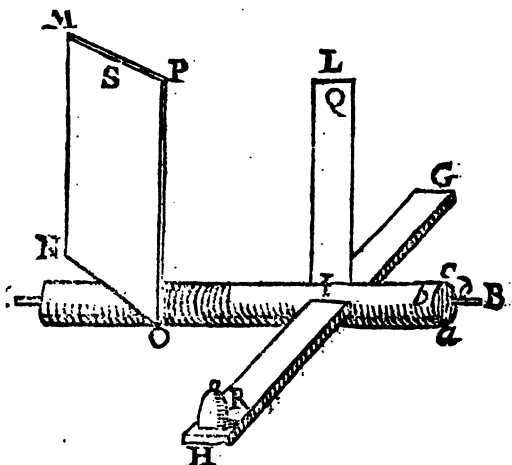
202 *Du Mouvement des Eaux.*

& par consequent elle va vis-à-vis du milieu du bateau plus vite que si elle n'avoit pas été arrêtée : Or comme il a été dit cy-devant , un reservoir de 12 pieds de hauteur faisant jaillir au dessous de 12 pieds un jet quarré de demy-pied de largeur , peut soutenir 210 livres ; sa vitesse qui est de 24 pieds par seconde est 6 fois plus grande que celle qui choque les rouës du moulin : Donc cette eau qui choque une palette de demy-pied ne doit soutenir que la 3^{me} partie de 210 livres , par la 1^{re} regle ; donc elle soutiendra 5 livres & $\frac{1}{6}$. Le pied quarré soutiendra le quadruple , sçavoir 23 livres $\frac{1}{3}$ & parce que les pallettes d'une rouë ont 10 pieds superficiels , elles supporteront 233 livres $\frac{1}{3}$, l'autre rouë aura la même force : donc les deux soutiendront 466 livres $\frac{2}{3}$ mises en une regle horizontale à la même distance de l'axe , que le milieu des pallettes à 4 pieds.

La force du choq du vent contre les aïles d'un moulin à vent se trouve en cette sorte.

Ayez un tourniquet cylindrique semblable à celui dont il est parlé dans les experiences precedentes ; AB dans cette figure represente son axe , GH est une regle horizontale qui traverse l'axe du cylindre à angles droits , I L est une autre re-

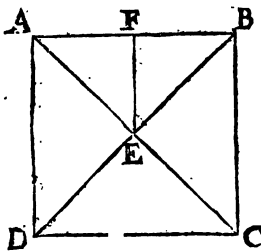
soit perpendiculairement sur GH, M
P est encore une règle perpendiculaire
obliquement sous un angle de 45 de-
grés à l'égard de la règle GR: or si l'on sup-
pose un jet d'eau qui choque directement la



IL vers le point Q, & qui fasse
rouler le cylindre selon l'ordre des let-
tres *abcd*, il agira de toute sa force pour
soutenir le poids R: Mais si un autre jet
d'eau égal choque directement la règle
au point S, que l'on suppose autant
éloigné de l'axe que le point Q, il ne
peut soutenir le poids R, parce que sa
direction ne sera pas parallèle à la direc-
tion de l'extrémité de la règle IL, & il

204 *Du Mouvement des Eaux.*

ne pourra soutenir qu'un poids qui sera au poids R, comme le côté d'un carré à sa diagonale, & si le même jet est parallèle à l'axe AB & qu'il choque au même point S, il faudra encore diminuer le poids R dans la même proportion pour faire l'équilibre, parce que ce jet choquera obliquement cette regle sous un angle de 45 degrez, & alors le poids R n'aura plus que la moitié de son poids : car si ABCD est un carré, la 1^{re} raison sera comme de AC à AB, & la seconde



comme de AB à AE moitié de AC, comme il a été expliqué plus au long dans le traité de la Percussion, à la fin de la 13 proposition de la 2^{me} partie. Or le vent qui choque les aî-

les d'un moulin à vent, les choque obliquement, & s'il rencontroit chaque aîle sous un angle de 45 degrez, il ne luy resteroit de sa force que selon la proportion de la diagonale d'un carré à son côté par cette seule cause : Mais si cette aîle qui est oblique à l'axe l'étoit selon le même angle; cette seconde cause diminueroit encore la force du vent selon la même proportion,

Comme il a été dit du jet d'eau, & la diminution totale par ces deux causes seroit de la moitié de la force du vent quand il choque directement cette regle, comme IL disposée à se mouvoir au commencement selon sa direction, de maniere que si la force totale étoit 80 elle seroit reduite à 40 par ces deux causes. Mais à cause que l'aîle dont l'obliquité est de 45 degrez reçoit une

(Figure de la
page 223.)

) moindre largeur de vent que quand elle est opposée directement, il reçoit

encore une 3^{me} diminution selon la même raison de AC à AB, & la diminution totale sera comme AC à EF, ou à peu près comme 80 à $28\frac{1}{4}$. Que si l'obliquité de l'aîle est NO & que l'angle de AB & NO soit de 60 degrez, alors la 1^{re} cause seule diminuera de moitié la force du vent & la reduira de 80 à 40 & les deux autres ensemble la reduiront de 40 à 31 à peu près; d'où l'on jugera qu'il vaut mieux que les aîles des moulins à vent ayent cette obliquité, que celle de 45.

Pour sçavoir la force d'un vent qui choqueroit directement la voile d'un Vaisseau, il faut sçavoir la vitesse du vent: On la trouve en luy laissant emporter une p'ume tres-legere de duvet depuis un endroit stable, & comptant le temps qu'elle met à

parcourir un certain espace comme de 30 ou de 40 pieds. Or supposant que le vent fasse 24 pieds en une seconde, comme il fait quand il est assez violent à l'ordinaire mais pourtant bien moins que dans les grandes tempêtes & ouragans, il ira aussi vite qu'un jet d'eau qui sort d'une ouverture à 12 pieds au dessous d'un reservoir; & parce que le vent doit aller 24 fois plus vite que l'eau pour faire le même effet, il ne fera pas plus que l'eau de pareille largeur qui ne fait qu'un pied en une seconde, ou que le jet qui en fait 24, si la largeur du vent est 24 fois plus grande en diametre, ou 576 fois en surface. Or un jet d'eau de demy pied en quarré venant d'un reservoir de 12 pieds de hauteur, peut soutenir comme il a été dit cy-devant, un poids égal au poids d'une colonne quarrée d'eau qui a pour base un quarré d'un demy pied, & pour hauteur 12 pieds; & d'autant qu'un demy pied cube pese 8 livres $\frac{3}{4}$ si on double cette hauteur ce sera 17 livres $\frac{1}{2}$ pour une colonne quarrée d'un pied de hauteur & d'un demy pied de largeur, & si elle est de 11 pieds de hauteur, ce sera 210 livres qui seront soutenues par un jet d'un demy pied en quarré: Afin donc que le vent qui va aussi vite, soutienne le même poids de 210 livres, il faut que la voile

qu'il choque soit 24 fois plus large & plus longue qu'un demy pied, c'est-à-dire qu'il faut qu'elle ait 12 pieds tant de largeur que de longueur, ou 6 pieds de largeur & 24 pieds de hauteur, & alors le vent qui fera 24 pieds en une seconde, soutiendra 210 livres posées sur une regle horizontale attachée au même axe que la voile carrée de 12 pieds, dans la même distance de l'axe, que le milieu de la longueur de la voile qui doit être en une situation perpendiculaire: Mais si le vent ne fait que 12 pieds en une seconde, il ne supportera que 52 livres $\frac{1}{2}$ qui est le quart de 210 livres.

Si l'on en veut faire l'expérience en petit, il faut se servir du tourniquet de la page 223, & prendre une voile d'un pied de largeur & de hauteur, qui ayant sa surface d'un pied ne supportera que la 144^{me} partie de 52 livres $\frac{1}{2}$ savoir 5 onces $\frac{1}{2}$, si ce poids est à la même distance de l'axe que le milieu de cette petite voile, mais il faudra choisir le vent qui pourra faire 12 pieds par seconde.

Par cette manière on calculera aisément les différentes forces des eaux & des vents par leur choq.

Pour comparer la force des moulins à vent à celle des moulins de la Seine dont j'ay parlé, je suppose que chacune des 4 aîles

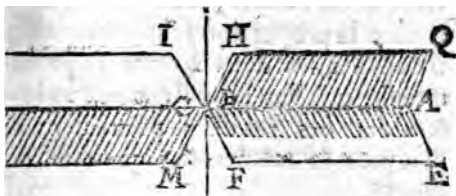
668 *Du Mouvement des Eaux.*

ait 30 pieds de hauteur & 6 pieds de largeur, ce font 180 pieds; si le vent ne fait que 12 pieds en une seconde il soutient 5 onces $\frac{2}{9}$, de livre en choquant une aîle d'un pied de surface, s'il en choque une de 180 pieds en surface, il soutiendra 66 livres à peu près: Mais il en faut ôter les $\frac{2}{8}$ à cause de la triple obliquité du choq, comme il a été prouvé; si l'obliquité est de 30 degrez, il restera donc 29 livres, & les 4 aîles soutiendront 100 livres; mais la distance de l'effieu au milieu de l'aîle est de 20 pieds, & celle du milieu des pallettes jusques à leur axe n'est que de 4 pieds: Donc par cette cause les moulins à vent augmenteront leur force du quintuple, & si la rouë dentée de chacun est de 2 pieds de diametre, la force du moulin à vent sera de 10 fois 100 & celle des moulins à eau de 2 fois 466 livres, quand le vent fait 12 pieds par seconde, & le courant de l'eau 4 pieds; on fera de semblables calculs pour les moindres ou plus grandes vitesses d'eau & de vents & pour les plus grandes ou moindres aîles.

Quelques-uns ont entrepris de faire des moulins horizontaux qui tournassent à tous vents; j'en ay veu de trois sortes.

Les premiers avoient leurs aîles concaves & convexes selon un angle de 45 degrez comme on le voit en la figure, A B
est

haut du concave, & CD le haut-convexe, le vent soufflant contre les deux, n'agira pas de même; car il glissera de l'un d'autre depuis l'arête CD, le long des CL, & CN, & n'agira que comme au lieu que rencontrant le con-



& ne pouvant glisser, il agira par la force, comme s'il y avoit une ténacité sur E Q H F, & ainsi il agira par la force de son choc & comme de y ayant 6 aîles semblables il y en a toujours 3 qui recevront un peu plus d'un tiers plus d'impulsion que les autres; ce qui seroit nécessairement pour faire tourner les rouës, mais avec peu de force, & de telle sorte qu'elles ne pourroient tourner vite, ou bien il les faudroit demeurer grandes, & elles ne pourroient tenir & seroient en danger d'être brisées par un vent impétueux, Pour perfectionner il faudroit que l'angle fût de 30 degrez & alors la proportion de la force du vent seroit dans le concave à l'égard du convexe, comme de 4

à 1, comme il a été expliqué dans les règles de la chute des corps à la fin du traité de la Percussion de la 3^{me} édition : On pourroit encore faire les faces CN, CL mobiles, & BE, BQ, afin qu'elles se serrassent un peu en l'aîle CD, & qu'elles s'ouvrissent en l'autre, ce qui augmenteroit encore la proportion ; il faudroit aussi mettre ces 6 aîles deux à deux l'une sur l'autre afin qu'elles receussent mieux le vent, & alors ces moulins pourroient faire à peu près le même effet que ceux dont on a parlé.

La seconde maniere avoit la largeur des aîles en une situation verticale, mais la toile qui les revêtoit étoit dans des châssis mobiles qui d'un côté s'appuyoient entierement contre les extremittez des bois ou perches qui les environnoient quand le vent souffloit contre ; & ainsi elles en recevoient tout l'effort ; mais de l'autre côté elles cedoient au vent tournant sur des pivôts & n'ayant point d'arrêr, & par ce moyen une partie du vent passoit entre les ouvertures qu'il faisoit, ce qui donnoit beaucoup moins de force que de l'autre côté, & la rouë tournoit necessairement : mais elle tournoit foiblement, même à vuide, lorsque des moulins à vent ordinaires tournoient par un vent mediocre, celui cy ne tournoit point ou tour-

noit très-lentement à cause qu'il ne restoit pas un quart de force de plus dans le côté où le vent choquoit entierement, que de l'autre; ce qui procedoit de ce que les bois & les traverses en recevoient autant d'un côté que d'autre, & les chassis du côté qu'ils s'ouvroient ne laissoient pas de tomber un peu par leurs poids & d'être rencontrés par le vent qui les soustenoit ne s'élevant jamais à la hauteur horizontale : Mais il s'ouvroit seulement à demy un peu plus ou moins; c'est pourquoy ils étoient inutiles la plus part du temps & ne pouvoient moudre qu'à des vents violents.

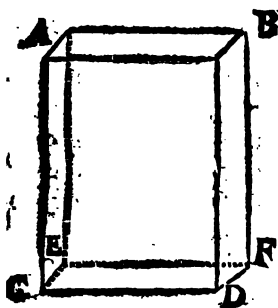
La 3^{me} manière étoit de faire couvrir la moitié du nombre des ailes par une demie circonference cylindrique de fer blanc ou d'autre matiere legere qui étoit dirigée droit au vent par une grande girouette fort éloignée du centre de la machine, & par ce moyen il y en avoit seulement trois d'un côté qui recevoient l'impression du vent sans être empêchées par les 3 de l'autre côté : Mais on ne pouvoit faire en grand cette machine à cause de l'énorme grandeur qu'il eût fallu donner à la demie circonference cylindrique & qui l'eût mise au hazard d'être emportée par un vent mediocrement violent.

J'ay veu aussi un modele des moulins à vent horizontaux qui sont à ce qu'on dit en usage dans la Chine ; ils sont faits comme une lanterne , il y a plusieurs aïles , qui tournent sur des pivots vers le centre & le point opposé vers le haut , & ils rencontrent des chevilles qui les arrêtent en de certaines situations pour recevoir le vent le plus directement qu'il se peut ; & quand ces aïles ont fait un demy-tour par la revolution de la machine , elles tournent & vont au vent , comme les giroïettes & n'en reçoivent que tres-peu d'impression pour ne pas nuire à celles qui sont de l'autre côté où le vent les rencontre directement ou à peu près ; & enfin il n'y en a point de l'autre côté qui ne reçoive le vent tres-obliquement , & par ce moyen le vent agit toujours presque deux fois plus d'un côté que d'autre , ce qui fait faire un effet suffisant à toute la machine dont l'essieu est planté dans le milieu de la meule qui est au dessous ; c'est pourquoy il n'est pas nécessaire d'y appliquer des rouës & des lanternes comme aux autres moulins , par le frottement desquelles la force est diminuée.

On peut par la même methode cy-dessus calculer la vitesse du vent qui est nécessaire pour renverser des arbres ou des piliers qui seroient posez de bout.

Sans rien soutenir; en voicy des exemples.

Soit un quadre de bois ABCD com-



me ceux d'un chassis de papier, d'un pied de largeur, dont le poids soit d'une livre un quart ou 20 onces avec son papier collé, exposé directement au vent & posé perpendiculaire-

ment sur un plan horizontal, & ayant es quatre petits bâtons quarez d'un pouce de largeur: Donc un vent de 12 pieds par seconde, en le choquant soutiendra 6 onces à peu près, comme il a été montré y-dessus; & parce qu'il n'a d'épaisseur que 12 lignes, la demie épaisseur où est son centre de gravité ne sera que de 6 lignes: Car on ne considère point le poids du papier; & parce que la distance de son centre de pesanteur jusques à l'appuy est 6 pouces, le vent agira en levier comme 6 pouces à 6 lignes ou comme 12 à 1, & E.F. étant l'axe du mouvement, la proportion de la force du vent contre le poids du quadre de 20 onces sera comme 72 onces produit de 6 onces par 12 à 20 onces, il faut donc un moindre vent pour

214. *De Mouvment des Eaux.*

faire équilibre, & si on le prend de 6 pieds par seconde, il n'aura que le quart de 72 onces, sçavoir 18 onces; & si 36 quarré de 6 donne 18; 40 donnera 20 onces, la racine quarrée de 40 est un peu plus de 6 $\frac{1}{3}$, il faudra donc un vent qui fasse 6 pieds $\frac{1}{3}$ en une seconde pour renverser ce quarré de chassis; j'en ay fait l'expérience au haut de l'Observatoire & dans la Samaritaine.

On calculera de même la force qu'il faut pour rompre une branche d'arbre de



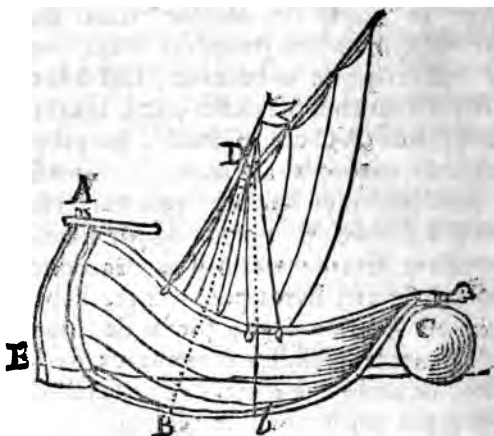
demy pied d'épaisseur ayant 15 pieds de tige & 30 pieds de branches rameaux &

Feuilles ; ce sera 900 pieds superficiels que
 le vent choquera , la résistance absoluë
 au bas de la branche pour être rompuë ,
 à tirant de haut en bas sera de 207360 :
 Car la résistance absoluë d'un bâton
 de 3 lignes a été trouvée de 350 livres ,
 B est la tige de la branche , DFEB le tour
 de ses branches & feuilles , & C le centre ,
 la distance AC est 30 pieds , la propor-
 tion de 30 pieds au tiers de l'épaisseur
 en A qui n'est que de 2 pouces , est de
 80 à 1 divisant 207360 par 180 , le
 quotient sera de 1152 ; il faudra donc la
 valeur de 1152 livres pour rompre la bran-
 che en A , il y a 900 pieds de superfi-
 cie dans les feuilles & rameaux de l'ar-
 bre , & parce que 2 pieds superficiels cho-
 qués par un vent de 12 pieds par secon-
 de soutiennent $\frac{3}{4}$ de livre , ils soutien-
 dront 450 fois $\frac{3}{4}$, c'est-à-dire 337 livres
 peu près qui est un nombre beaucoup
 moindre que 1152 : Soit donc comme 337
 à 1152 ainsi 144 carré de 12 est à 492
 $\frac{4}{7}$ dont la racine carrée est 22 $\frac{1}{4}$ à
 peu près , il faudroit donc que le vent fût
 de 22 $\frac{1}{4}$ pieds $\frac{1}{4}$ en une seconde pour rompre
 une telle branche d'arbre .

Le choc du vent contre les voiles d'un
 vaisseau pour le faire pencher ou pour le
 renverser , suit les mêmes règles & celles
 de l'équilibre : Car si l'on pose sur le Vais-

216 *Du mouvement des Eaux:*

seau A B C dont le centre de pesanteur est dans la ligne D B, un poids au point C, il se panchera & le centre de gravité com-



mun sera en la ligne *b D*, ce qui sera dans l'eau fera équilibre à soy-même & le poids C au reste du Vaisseau E A qui sera de l'autre part au dessus de l'eau: Or la voile D étant choquée, fait le même effet qu'un grand poids; & on peut comparer leurs efforts comme cy-devant, selon que le vent sera grand & que la voile sera élevée au dessus du Vaisseau; & en se servant de la maniere cy-devant expliquée, on pourra connoître quelle vir sse de vent peut renverser un Vaisseau, si l'on sçait

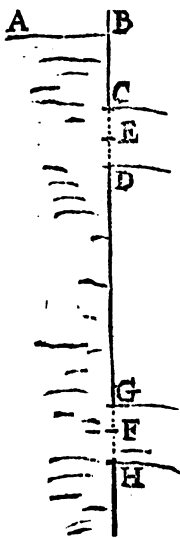
ſçait le poids du Vaiſſeau & de ce qui eſt dedans ſa largeur, la grandeur de ſes voiles, l'obliquité ou la direction du choq, en comparant ſa force à celle d'un poids comme C : mais il faut conſiderer que le Vaiſſeau ne tourne pas par le vent, comme ſ'il y avoit un eſſieu au point B qui tournât ſur 2 pivots immobiles, & qu'il ne ſe renverſe pas ſi aiſément qu'il feroit : mais auſſi en roulant il peut prendre une continuation de mouvement, qui étant jointe à une grande & ſoudaine bouffée de vent, le peut porter beaucoup au-delà de l'équilibre & le renverſer.

Lors qu'on n'a qu'une certaine quantité d'eau pour employer à quelque choq, on peut augmenter ſa force en la faiſant jaillir au deſſous d'une plus grande hauteur.

AB eſt le deſſus d'une riviere retenuë; CD eſt une ouverture d'un pied quarré par où l'eau doit ſortir, ſoit E le milieu de l'ouverture & la hauteur BE de 3 pieds. Il a été démontré que le choq de l'eau par CD ſouſtiendra le poids d'un ſolide d'eau ayant pour baſe le quarré de CD, & la hauteur EB de 3 pieds; ce poids ſera donc de trois fois 70 livres ou de 210 livres. Soit maintenant l'eau retenuë en ſorte que ſa hauteur ſoit de 12 pieds juſques en F, qui eſt le milieu de l'ouverture quarrée GH, le jet par F ira

T

deux fois plus vite que par E; si l'on fait



donc que comme la diagonale d'un quarré est à son côté, ainsi CD soit à GH, la surface de cette ouverture sera la moitié de celle de CD, & il y passera autant d'eau en même temps, parce qu'elle ira deux fois plus vite, & le poids qu'elle soutiendra par son choq sera égal au poids du solide, qui aura pour base le quarré de GH & pour hauteur FB: mais ce dernier solide ayant sa hauteur quadruple du premier,

& sa base seulement moindre de la moitié, il pesera deux fois autant; & le jet par GH soutiendra un poids double de celui qui est soutenu par le jet CD; d'où l'on voit que pour faire tourner un moulin qui manqueroit d'eau, & n'en auroit que la moitié de l'ordinaire, en luy donnant une profondeur quadruple; la même eau le feroit tourner, & feroit autant d'effet que s'il avoit deux fois autant d'eau.



TROISIEME PARTIE.

DE LA MESURE

DES EAUX

COURANTES ET JAILLISSANTES.

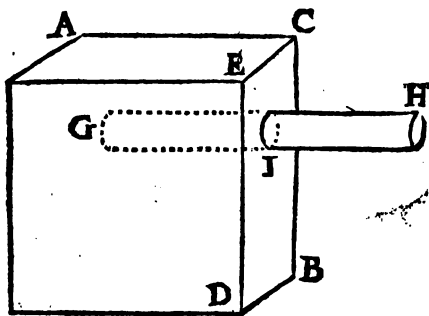
PREMIER DISCOURS.

*DES POUCES, ET LIGNES D'EAU,
dont on exprime la mesure des eaux
courantes & jaillissantes.*

LEs Fonteniers mesurent la quantité d'eau que donnent les Fontaines, par les pouces & les lignes circulaires, que contiennent superficiellement les ouvertures qu'elles remplissent en coulant tres-lentement : mais ils n'ont pas bien déterminé quelle est la quantité d'eau que donnent ces pouces & lignes circulaires en un certain temps, ny quelle doit être l'élevation de l'eau par dessus ces ouvertures pour fournir cet écoulement ; ce qui est pourtant nécessaire pour sçavoir ce que c'est qu'un pouce d'eau : Car si l'eau se tenoit à 6 lignes

par dessus une ouverture circulaire d'un pouce , elle donneroit beaucoup plus d'eau par ce pouce , que si elle ne le surpassoit que d'une ligne ; parce que comme il a été montré cy-devant dans la deuxième Partie , une plus grande hauteur d'eau fait aller les jets plus vite , & les écoulemens des eaux par une même ouverture se font selon la proportion des vitesses qu'elles ont en sortant ; ce qui se prouve en cette sorte.

AB est un bacquet plein d'eau , CEDB est



un des côtez du bacquet où il y a une ouverture I ; G H est un cylindre de bois ou de glace , qui passe par ce trou avec une vitesse uniforme.

si l'on suppose qu'en une seconde, il y a une once de l'espace GH, il est manifeste que ce temps il passera entierement & par l'ouverture I, s'il commence à y aller par le bout H, & que s'il va deux fois plus lentement, il luy faudra employer deux secondes pour la passer entierement; donc consequent il n'en passera que la moitié en une seconde, & de même à l'égard d'autres proportions.

On peut tirer la même consequence à l'égard des jets d'eau, sçavoir, qu'il passera deux fois autant d'eau en même temps par l'ouverture I, quand elle va deux fois plus vite, & que si en une minute elle donne deux pintes en passant par cette ouverture avec une certaine vitesse, elle en donnera quatre dans le même temps si elle va trois fois plus vite.

La étant supposé, il est évident que si on a deux ouvertures rondes égales en diamètre, l'un à un pied au dessous de la surface supérieure de l'eau, & l'autre à deux pieds, il sortira par cette dernière deux fois autant d'eau en même temps, puis il a été prouvé que l'eau sortira par l'ouverture inférieure deux fois plus vite que par la supérieure.

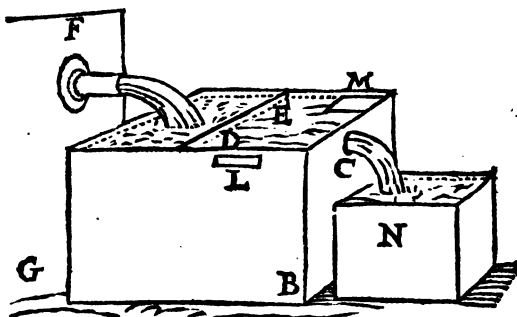
Il y a là on voit que pour déterminer la quantité d'eau qui doit passer par l'ouverture d'un pouce, située perpendiculaire-

ment, il faut nécessairement déterminer à quelle hauteur doit être la surface de l'eau qui fournit l'écoulement au dessus du ponce circulaire.

Voicy quelques expériences qui ont été faites pour déterminer cette hauteur, & la quantité d'eau qui en sort en un certain temps.

PREMIERE EXPERIENCE.

ON s'est servy d'un bacquet de fer blanc M B long de deux pieds, & large de 10 pouces, percé en C d'une ou-



verture carrée d'environ 16 lignes de largeur, où l'on avoit appliqué une petite platine de cuivre percée tres-exactement d'une figure circulaire d'un pouce de diamètre, ce bacquet étant situé de maniere que cette

ouverture d'un pouce étoit verticale , on l'emplissoit d'eau jusques par dessus l'ouverture , la fermant avec la main , & on y laissoit couler de l'eau d'un muid F G qui en étoit fort proche , en telle quantité , que passant toute par l'ouverture circulaire C , la surface supérieure de l'eau du bacquet demuroit toujours environ à une ligne plus haut que l'ouverture.

Pour faire cette expérience bien juste, on avoit fait une ouverture à côté dans le bacquet comme en L un peu plus élevée que l'ouverture circulaire C, pour servir de décharge à l'eau surabondante, dont on diminueoit la hauteur comme on vouloit par le moyen d'une petite platine de fer blanc qu'on y appliquoit avec une matiere fort visqueuse faite de cire & de therebentine. On avoit aussi appliqué une autre petite lame de fer blanc M à deux pouces à côté de l'ouverture C, & à une ligne plus haut moins $\frac{1}{4}$; elle étoit parallèle à l'eau du bacquet , en sorte que quand l'eau s'étendoit un peu par dessus, comme d'un quart de ligne d'épaisseur, on étoit assuré que la surface supérieure étoit à fort peu près plus haute d'une ligne que le haut de l'ouverture C, & sans cette invention il seroit fort difficile de s'en assurer; parce que l'eau fait ordinairement une petite élévation concave

14 *Du Mouvement des Eaux.*

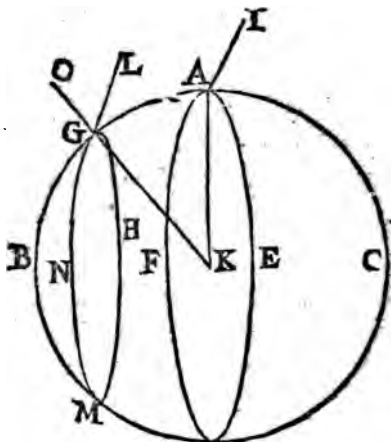
d'environ deux lignes de hauteur le long des corps qu'elle touche quand ils en sont humectés : ce qui empêche de pouvoir bien remarquer la hauteur de la surface de l'eau à l'égard de l'ouverture C. Il y avoit aussi dans le bacquet une traverse DE pour recevoir le choc de l'eau quiomboit du muid dans le réservoir, afin qu'elle ne fît point de vagues, & cette traverse étoit distante d'environ 3 pouces du fond du bacquet, & étoit percée de plusieurs trous afin que l'eau y passât librement ; cela étant bien disposé, on fermoit l'ouverture avec la main ou autrement, & on emplissoit le bacquet jusques à ce que l'eau passât 3 ou 4 lignes par dessus la petite lame M, & ensuite on laissoit couler l'eau en même temps par l'ouverture & par le muid ; & si l'eau du bacquet demeuroid à cette hauteur de 3 ou 4 lignes, ou qu'elle montât encore plus haut, on baissoit un peu le déchargeoir L, jusques à ce que l'on vît demeurer tres-peu d'eau sur la petite lame M, comme d'un quart de ligne d'épaisseur, & qu'elle demeurât sensiblement en cet état un peu de temps. Alors on pouffoit tout à coup un vaisseau N pour recevoir l'eau qui couloit par l'ouverture circulaire C, & après l'y avoir laissé 30 secondes précisément, on le tiroit tout à coup, & on

mesuroit ensuite la quantité d'eau qui étoit ledans.

Pour marquer le temps de l'écoulement, on se servoit d'un pendule de fil tres-délié, chargé à son extrémité d'une balle de plomb de 8 lignes de diametre; la longueur du fil étoit de 3 pieds & 8 lignes jusques au centre de la balle depuis le point de suspension; ce pendule employoit une seconde à chaque battement, & on s'en asseuroit en le comparant à une pendule ou horloge tres juste qui marquoit les secondes; on a réitéré plusieurs fois la même expérience, & on a trouvé qu'il passoit en 60 secondes par cette ouverture d'un pouce, lors que la surface supérieure de l'eau du bacquet étoit 7 lignes plus haute que le centre de l'ouverture, environ 13 pintes $\frac{3}{8}$ mesure de Paris, chaque pinte pesant deux livres moins 7 gros.

Dans les pais proche de la ligne, le pendule doit être plus court à cause que le mouvement de la surface de la terre en ces endroits est plus grand qu'en France. M^r Richer, & M^r Varin en ont fait des observations; le 1^{er} à la Cayenne, où il l'a trouvé plus court de 1 ligne $\frac{1}{4}$ & l'autre en l'Isle de Gorée proche le Cap-Vert où il le falloit seulement de trois pieds 6 lignes $\frac{1}{2}$: on demontre cet effet en cette sorte; ABCD represente un meridien pas-

226 *Du Mouvement des Eaux.*
 fant par les poles BC, & AEF est la
 ligne équinoxiale; GHMN est le parab-



lelle de Paris : si l'on suppose le mouvement
 de la terre d'Occident en Orient, une pierre
 qui seroit en A, s'écarteroit de la terre
 par une tangente ; & parce que le point
 A iroit aussi vite, si le mouvement vers
 le centre K ne surmontoit pas ce mou-
 vement, elle s'éloigneroit de la terre se-
 lon la ligne AI : Mais ce mouvement vers
 le centre étant plus fort, la pierre ne
 s'éleve pas ; mais elle ne laisse pas de per-
 dre une partie de sa tendance au mouve-

ent vers K. La même chose arrivera à la pierre qui sera au point G, mais sa résistance au mouvement par la tangente sera beaucoup moins forte; parce que le point A se meut beaucoup plus vite que le point G: Donc il retardera moins une pierre qui tombe de G vers K centre de terre, & même la situation oblique du petit cercle GM à l'égard de la ligne GK, peut encore un peu diminuer de ce retardement vers le centre: car GL ligne oblique à KG, estant égale à GO, le point L est moins éloigné de K que le point O; & ces deux causes la pierre étant lâchée en L descendra moins vite vers A, que la pierre en O ne descendra vers G: donc le mouvement du poids d'un pendule sera plus vite vers A que vers G, & par conséquent pour les faire isocrones, il faut que le fil du pendule soit plus court vers A que vers

Il est manifeste qu'on ne peut trouver précisément la même quantité d'eau dans toutes les expériences, & qu'on y trouvera toujours quelque petite différence par plusieurs causes, sçavoir qu'il est difficile de commencer à compter les secondes au même moment que l'eau commence à couler; qu'on ne peut retirer le vase précisément quand la 30^{me} secon-

de finit; que l'ouverture par où l'eau coule n'est pas parfaitement perpendiculaire, ou qu'elle n'est pas exactement d'un pouce, ou que le fil du pendule se peut un peu allonger ou accourcir pendant l'expérience, ou enfin que la hauteur de l'eau est un peu plus ou un peu moins haute qu'une ligne à l'endroit de la petite lame M; toutes lesquelles choses empêchent l'exactitude précise: mais entre le plus & le moins on a trouvé cette mesure de 13 pintes $\frac{3}{8}$. Si on veut sçavoir l'eau que donnent des ouvertures circulaires plus petites, comme de 6 lignes de diametre ou de 4 lignes, il les faut placer en sorte que leurs centres soient à 7 lignes au dessous de la surface de l'eau du bacquet: car si le plus haut de chaque ouverture étoit placé à une ligne de distance de la surface, elles donneroient beaucoup moins d'eau que selon la proportion de leurs grandeurs; mais si on les dispose en sorte que le centre de leurs ouvertures soient à même distance de la superficie de l'eau, elles donneront de l'eau à peu près selon la proportion; voicy les expériences qui en ont été faites.

II. EXPERIENCE.

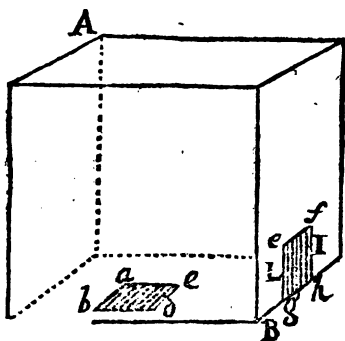
ON a fait couler plusieurs fois l'eau du même bacquet par une ouverture de 6 lignes dont le centre étoit toujours à 7 lignes de distance de la surface de l'eau pendant l'écoulement, & on a trouvé entre le plus & le moins 15 demi-septiers en une minute, quoyque la surface de cette ouverture ne soit que le quart de celle d'un pouce circulaire, & que selon cette proportion il n'en dût sortir pendant une minute que le quart de 13 pintes $\frac{2}{3}$ selon la 4^{me} regle de l'équilibre par le choq. Cette difference procede de plusieurs causes.

1^o Qu'encore que l'eau du bacquet soit à une ligne de hauteur par dessus l'ouverture d'un pouce, elle n'y reste joignant cette ouverture que d'environ un tiers de ligne pendant son écoulement; ce que l'on connoît aisément par une particulière reflexion de lumiere qui se fait en cet endroit où l'eau se baisse plus que dans le reste du bacquet, & ce baiffement se fait à cause que l'eau qui succede à celle qui coule, doit venir des parties voisines, comme il a été expliqué cy-devant, & qu'y en ayant trop peu par le haut proche le trou, il faut qu'elle s'abbaisse presque toute pour passer; ce qui diminue de la force

de la pression de l'eau, & retarde la vitesse de l'écoulement.

2^o Que venant peu d'eau par en haut, il faut en recompense qu'il en vienne de bien loin pour succeder à celle qui coule, ce qui retarde encore la vitesse: mais la même chose n'arrive pas au trou de 6 lignes, parce que ne devant donner que le quart autant d'eau que le pouce, & son ouverture étant surmontée de 4 lignes d'épaisseur d'eau, il ne s'y fait point d'enfoncement sensible; & par conséquent l'eau est pressée par ces 4 lignes entieres, outre que l'eau qui doit succeder à celle qui coule, ne vient pas de si loin que quand l'ouverture est d'un pouce; & afin que le dessus de l'eau, qui est directement au dessus de l'ouverture d'un pouce, fût 7 lignes plus haut que son centre, il faudroit que dans le reste du bacquet elle fût à 8 lignes de hauteur à peu près.

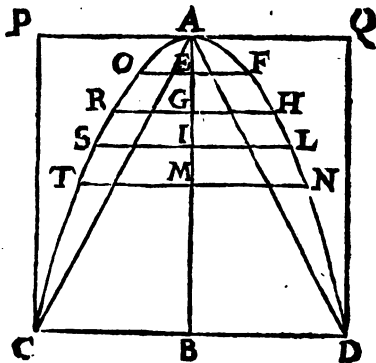
Il y a encore une autre cause, qui est que les vitesses des écoulemens, étant en raison soudoublée des hauteurs des eaux, ainsi qu'il a été dit, s'il y a un bacquet comme *AB* percé au fond d'une ouverture horizontale, comme *abcd*, & d'une autre verticale *efgh*, égales entr'elles, & que l'eau soit élevée dans le bacquet à la hauteur précise *ef*, il ne doit sortir par cette ouverture verticale



le les $\frac{2}{3}$ d'autant d'eau qu'il en sortira
 celle qui est au fond du bacquet en mê-
 e temps, si on entretient l'eau à la hauteur
 ; ce qui se prouve en cette sorte.

L'eau qui sort par le bas de l'ouvertu-
 verticale, eb , a sa vitesse à l'égard de
 elle qui sort par LI en raison soudoublée
 e la hauteur eg à la hauteur eL , &
 e même à l'égard de toutes les divi-
 ons horizontales qu'on peut faire dans
 carré $efgh$, à inégales distances; d'où
 suit que si la vitesse de l'eau de la 1^{re}
 ivision vers le haut est 1 ou $R. 1$, celle de
 2^{me} sera $R. 2$, celle de la 3^{me} $R. 3$ &c.
 e qui est dans la même proportion que
 es ordonnées d'une parabole. Soit donc
 CD une parabole, dont la base CD

soit celle du rectangle $CDPQ$, & soit divisé l'axe AB en plusieurs parties égales par les lignes EF , GH , IL , MN &c. parallèles à BD , ces lignes seront les ordonnées. Or par la propriété de cette fi-



gure les quarrés des ordonnés sont entr'eux, comme les segmens de l'axe qui leur correspondent, AE , AG , AI , AM , &c. & ces segmens sont entr'eux comme les nombres de suite 1, 2, 3, 4, &c. Donc ces quarrés seront aussi entr'eux comme 1, 2, 3, 4, &c. & par consequent les lignes OEF , RGH , SIL , TMN , seront entr'elles comme $R. 1$, $R. 2$, $R. 3$, $R. 4$, &c. Or si on prend toutes les ordonnées qu'on peut tirer parallèles à BD infinies en nombre

Oré pour la parabole, elles seront aux
 s infinies qui composent le rectangle
 A, comme la parabole est au rectangle;
 le triangle CAD, qui est la moitié du
 ngle P Q C D, est les $\frac{2}{3}$ de la parabole
 comme il a été prouvé par Archimede;
 si le triangle est 3, le rectangle sera 6,
 parabole 4, donc elle est les $\frac{2}{3}$ du re-
 ctangle.

Ceux qui ne sçavent pas les proprietez de
 la parabole, pourront connoître par le cal-
 cule cette verité à peu près en prenant la sui-
 vante ordonnées en nombres, en tirant
 racines quarrées, par la dixme, com-
 me dans la table suivante, où le premier rang
 les nombres entiers, le second
 dixièmes, le troisiéme les centièmes,

Vaut. Nob. Dix. Cent. Mil.

I.			
1.	4.	1.	4.
1.	7.	3.	2.
2.			
2.	2.	3.	6.
2.	4.	4.	9.
2.	6.	4.	5.
2.	8.	2.	8.
3.			
3.	1.	6.	2.

234

Du Mouvement des Eaux.

R. 11	3.	3.	1.	6.
R. 12	3.	4.	6.	2.
R. 13	3.	6.	0.	5.
R. 14	3.	7.	4.	3.
R. 15	3.	8.	7.	2.
R. 16	4.			
R. 17	4.	1.	2.	3.
R. 18	4.	2.	4.	2.
R. 19	4.	3.	5.	8.
R. 20	4.	4.	7.	2.
R. 21	4.	5.	8.	2.
R. 22	4.	6.	9.	1.
R. 23	4.	7.	9.	2.
R. 24	4.	8.	9.	9.

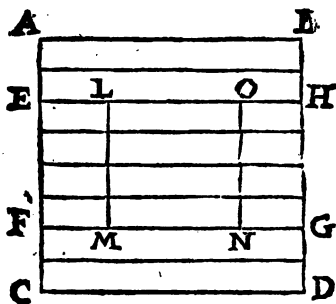
Or si l'on ne prend la somme que des 12 premiers nombres, elle est un peu plus grande que 29, & 12 fois le douzième nombre sçavoir $3, \frac{4}{10}, \frac{6}{100}, \frac{2}{1000}$, donne un produit un peu plus grand que $41\frac{1}{2}$, & par consequent cette somme qui est la parabole est plus grande que les $\frac{2}{3}$ de ce produit qui est le rectangle : mais si on prend celles des 24 nombres, on trouvera un peu plus de 79 pour la parabole, & le produit du dernier $4, \frac{8}{10}, \frac{9}{100}, \frac{9}{1000}$ par 24 est un peu plus 117, dont les $\frac{2}{3}$ sont 78 & ainsi la somme de ces 24 nombres ne differe des $\frac{2}{3}$ de ce produit que de l'unité à peu près, & on en approche plus que quand on ne prend que les 12 premiers

nombres, & si l'on continuë à augmenter la table par un plus grand nombre de divisions, la difference de cette somme & de ce produit diminuëra touëjours, & l'on pourra juger qu'elle arriveroit enfin aux $\frac{2}{3}$ prëcisëment.

On voit aussi que si on prend les 6 nombres du milieu des 12, ils surpasseront ensemble la somme des 3 premiers & des 3 derniers, & que la somme des 6 premiers & des 6 derniers des 24, sera moindre que la somme des 12 du milieu, ce qui doit arriver necessairement; & on en fait la demonstration en cette sorte.

Les extrêmes des quarez des nombres qui sont en progression arithmetique sont plus grands que ceux des nombres du milieu comme les quarez de 2 & de 8, qui sont 68, sont plus grands que 52 somme des quarez de 4 & de 6, & l'excëz est 16, produit du quarré de la difference par le nombre de la progression: Or puis que les quarez des ordonnées de la parabole sont en progression Arithmetique, & que les extrêmes ensemble sont égaux à ceux du milieu, il s'ensuit que leurs racines ne sont pas en progression Arithmetique, & que les premieres, & les dernieres ensemble sont moindres que

celle du milieu : Car si elles étoient égales ces quarrés extrêmes seroient plus grands ; & parce que les écoulemens des eaux suivent leurs vitesses , il s'ensuit que

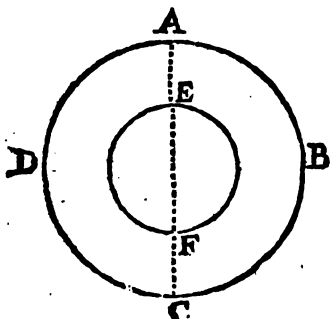


s'il y a 8 divisions au quarré ABCD ; les 4 du milieu qui sont le rectangle EF GH, donneront plus d'eau que les 4 extrêmes qui sont les deux rectangles AH, FD, & que LMNO qui est la moitié de ce rectangle & le quart du grand quarré, donnera plus du quart de toute l'eau que donne le grand quarré.

Il arrive donc par cette cause & par celle de la difficulté de l'écoulement, qu'une ouverture quarrée de 6 lignes ayant l'eau 4 lignes au dessus, donne plus que le quart de celle que donne un pou-

ce quarré surmonté seulement d'une ligne d'eau proche l'ouverture : il est vray qu'il y a un peu moins de frottement à proportion contre les bords du grand trou, que du petit, ce qui donne un peu d'avantage au grand : mais les autres choses étant plus considerables, il doit touÿjours sortir plus d'eau à proportion par les moindres trous jusques à 2 lignes de diametre que par les plus grands ; ce que j'ay trouvé conforme aux experiences.

La même chose doit arriver à peu près,



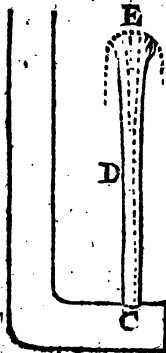
& par les mêmes causes aux ouvertures circulaires, c'est-à-dire que si l'on prend dans le grand cercle ABCD, le petit interieur & concentrique

EF dont le diametre EF soit égal à la moitié de AC, & par consequent la surface égale au quart de celle du grand cercle, il passera par cette ouverture un peu plus du quart de celle qui passera par l'ouverture entiere

238 *Du Mouvement des Eaux.*

ABCD ; ce qu'on a trouvé conf
à toutes les experiences dans les pe
élevations de l'eau au dessus des o
tures, le grand cercle ayant donné
jours à peu près 13 pintes en une minut
le petit 15 demi-septiers, comme il
dit.

Il arrive encore que si la petite o
ture par où pass: l'eau, est située hor
taement au fond du bacquet, en sort
l'eau coule perpendiculairement de ha
bas il en coulera plus en même temps
si dans un autre bacquet l'ouverture
verticale, & le jet horizontal, quoyq
surface de l'eau fût autant élevée
dessus le centre de cette dernière, qu
dessus l'autre ; ce qui procede de c



l'eau sortant de
en bas, elle ac
sa vitesse, & à
de sa viscosité
entraîne plus vît
parties qui luy
contiguës & r
celles qui sont
ches de l'ouvertu
dedans du rese
& il en sortira
re moins d'une p
le ouverture si

est disposée à faire jaillir l'eau perpendiculairement de bas en haut par l'ouverture C, parce que l'eau va plus vite en D qu'en E & ainsi celle du dessous est toujours un peu retardée.

On a trouvé par plusieurs expériences que s'il sortoit 15 pintes en un certain temps par un jet de 4 lignes d'ouverture qui couloit de haut en bas, il n'en sortoit que 14 à peu près lors qu'on le faisoit jaillir perpendiculairement de bas en haut, quoique surmonté d'une pareille hauteur d'eau & cela arrive particulièrement dans les mediocres hauteurs des reservoirs : car s'ils sont de 20 ou 30 pieds, la difference est bien moins sensible à cause que l'eau sort si vite de haut en bas en son commencement, qu'il ne se fait point d'acceleration considerable dans l'eau du jet qui est au dessous de l'ouverture; parce que une goutte d'eau tombant, n'acquiert gueres plus de vitesse que celle de l'eau qui sort par un trou quand la surface de l'eau du reservoir est à 30 pieds au dessus, comme il a été expliqué dans la fin de la 3^{me} édition du traité du choq des corps.

Par toutes ces raisons & ces expériences on voit qu'il est difficile de determiner ce que c'est qu'un pouce d'eau : & parce

que les dépenses des jets d'eau se font ordinairement par de grandes hauteurs de réservoirs & par de médiocres ouvertures d'ajutages, on doit plutôt se régler par les expériences des médiocres ouvertures, comme de 6 lignes ou de 4 lignes, que par celles d'un pouce entier. J'ay pris un milieu entre les expériences de ces ouvertures différentes, & tant pour la facilité du calcul, que pour avoir une mesure certaine, & ôster toute difficulté.

J'appelle icy un pouce d'eau, l'eau qui coulant pendant l'espace d'une minure donne 14 pintes mesure de Paris, de celles qui passent un peu les bords, & qui pesent deux livres chacune. L'ouverture d'un pouce donnera cette quantité si l'eau est une ligne au dessus de l'ouverture; mais il faudra qu'elle soit deux lignes plus haut dans le reste du bacquet, afin qu'elle soit précisément une ligne plus haut au dessus de l'ouverture. Pour les ouvertures de 6 lignes & au dessous, il suffira que l'eau du bacquet soit 7 lignes au dessus des centres.

Cette mesure ainsi déterminée est très-commode pour le calcul, parce que dans l'espace d'une heure le pouce donnera 3 muids de Paris, & en 24 heures 72 muids. Ceux qui ignorent la mesure de Paris,
&

& qui connoissent la livre , pourront faire aisément ces calculs , au lieu que si l'on prenoit pour le pouce 13 pintes & $\frac{5}{8}$ de celles qui presentent 2 livres moins 7 gros , il ne doreroit que 66 muids plus $\frac{63}{72}$ en 24 heures , & ces fractions donneroient beaucoup de peine quand on voudroit connoître les différentes dépenses d'eau par des différents ajutages mis au dessous de différentes hauteurs de réservoirs. Pour confirmer cette règle , on a fait l'expérience suivante.

III EXPERIENCE.

ON a pris un vaisseau carré en tous sens contenant un pied cube jusques au 12^{me} pouce ; mais la dernière division étoit de deux lignes au dessous du haut du vaisseau. On y fit couler de l'eau par le moyen d'un baquet où il y avoit une ouverture d'un pouce circulaire, comme on l'a décrit cy devant ; la petite lame M étoit 2 lignes $\frac{1}{4}$ plus haut que le dessus de l'ouverture , en sorte que joignant le dessus de cette ouverture , la surface de l'eau demeureroit une ligne plus haut , quand elle étoit 2 lignes plus haut dans le reste du baquet. Ce pied cube fut rempli jusques au 12 pouce inclus par l'eau coulante dans l'espace de deux minutes &

demie : d'où il s'ensuit que l'ouverture circulaire ainsi disposée donna 14 pintes, ou 28 livres d'eau en une minute, puisqu'elle donna 35 pintes en 2. minutes & demie.

On sçaura facilement par ce moyen les pouces d'eau que donne une mediocre fontaine, ou un ruisseau coulant ; car il ne faut qu'en recevoir l'eau d'ans quelque vaisseau, ou dans quelque lieu qu'on puisse mesurer & qui tiene l'eau, en comptant quel nombre on voudra de minutes ou de secondes ; par exemple, si l'on a reçu dans le vaisseau 7 pintes en 30 secondes, on dira que cette eau coulante est d'un pouce ; si elle a donné 21 pintes on dira qu'elle est de 3 pouces ; & ainsi dans les autres proportions.

IL DISCOURS.

De la mesure des eaux jaillissantes selon les différentes hauteurs des reservoirs.

IL a été prouvé que les quantitez d'eau qui sortent par des ouvertures égales faites au dessous des reservoirs de différentes hauteurs, sont entr'elles en la raison soudoublée des hauteurs ; mais pour confirmer cette regle par les experiences

ſ'en ay fait plusieurs avec une grande exactitude, dont voicy les principales.

I. EXPERIENCE.

Pour la dépenſe des eaux jailliffantes au deſſous de différentes hauteurs de reſervoirs.

UNe ouverture de 6 lignes ayant ſon centre à 39 lignes au deſſous de la ſurface de l'eau du baquet, a donné en une minute, 8 pintes $\frac{6}{7}$ de celles qui ne peſent que 2 livres moins 7 gros ; l'eau couloit horizontalement, comme en l'expérience cy-deſſus, où la même ouverture avoit ſon centre 7 lignes au deſſous de la ſurface de l'eau du baquet, & donnoit 15 demi-ſeptiers en une minute. Pour comparer ces deux expériences ſelon la règle, il faut prendre le nombre moyen-proportionnel entre 7 & 39 qui eſt $16\frac{1}{2}$ à peu près, & aux trois nombres 7, $16\frac{1}{2}$ & 15 trouver le 4^{me} proportionnel, qui eſt $35\frac{2}{7}$ à peu près ; 35 demi-ſeptiers $\frac{2}{7}$ font 8 pintes $\frac{6}{7}$, & par conſequent ces dépenſes d'eau ont été ſelon la raiſon ſoudoublée des hauteurs des reſervoirs.

II. EXPERIENCE.

UN tuyau ayant sa hauteur de 16 pouces a donné par une ouverture de 3 lignes un peu foibles, appliquée au fond par où l'eau couloit perpendiculairement 2 pintes & demie & environ 2 cuillerées, en 30 secondes, entretenant toujours l'eau à cette hauteur de 16 pouces ; on a mis au fond d'un autre tuyau la même plaque où étoit cette ouverture de 3 lignes ; ce 2^{me} tuyau avoit la hauteur de son eau à 64 pouces qui est une hauteur quadruple de la première de 16 pouces, & par conséquent il devoit donner le double de deux pintes $\frac{1}{2}$ & 2 cueillerées, en entretenant toujours l'eau à cette hauteur de 64 pouces, ce qu'on a prouvé par experience ; car il est sorti de ce tuyau 5 pintes & environ 4 ou 5 cueillerées d'eau dans le même temps de 30 secondes ; cette experience a été faite avec grand soin & reiterée jusqu'à trois fois. On en a fait encore quelques autres pour les eaux qui jaillissent de bas en-haut jusques à 5 ou 6 pieds de hauteur, & on a toujours trouvé la même raison soudoublée des hauteurs des reservoirs. On pourra donc prendre pour veritable la regle suivante.

R E G L E.

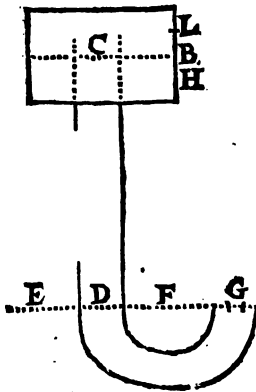
Pour la mesure des eaux jaillissantes.

L Es jets d'eau qui sortent par des ouvertures égales au dessous de différentes elevations de reservoirs, dépendent de l'eau à l'égard l'un de l'autre, selon la raison soudoublée des hauteurs des surfaces, supérieures de l'eau des reservoirs. Pour pouvoir trouver aisément par le calcul toutes les quantitez d'eau que donnent les reservoirs, de quelques hauteurs qu'ils soient, j'ay choisi une hauteur mediocre à laquelle on peut rapporter aisément toutes les autres; cette hauteur est 13 piéds, & j'ay trouvé par plusieurs experiences tres-exactes qu'une ouverture ronde de 3 lignes de diametre étant à 13 piéds au dessous de la surface supérieure de l'eau d'un large tuyau, donnoit un pouce, c'est à dire qu'il en sortoit pendant le temps d'une minute 14 pintes mesure de Paris, de celles qui pèsent 2 livres, & dont les 35 font le pied cube.

Les experiences ont été faites en cette maniere; le tuyau étoit recourbé par embas, & avoit un reservoir C qui tenoit environ 20 pintes, le trou de 3 lignes étoit au point G, son diametre étoit tel que

246 *Du Mouvement des Eaux.*

les deux pointes d'un compas dont l'ouverture étoit de 3 lignes justes, entroient dedans précisément sans s'appuyer sur les bords & sans laisser d'intervalle vuide. DE G F est une ligne horizontale où étoit l'ouverture G, il y avoit 13 pieds depuis D jus-



ques à C où étoit la surface de l'eau dans le reservoir; on avoit mesuré 14 pintes dans trois vaisseaux, & l'on s'accordoit à les verser de maniere que l'eau demeureroit toujours à une marque B faite à côté du reservoir à la hauteur C, & lors qu'en versant l'eau baissoit de

quelque ligne, on en versoit un peu plus vite jusques à ce qu'elle passât la marque d'autant de lignes à peu près; on tenoit l'ouverture G fermée avec le pouce, & l'on mettoit en mouvement le pendule à secondes: celui qui tenoit l'ouverture fermée commençoit à l'ouvrir au commencement d'une seconde, & comptoit les secondes de suite en disant 0, 1, 2, 3 &c. ceux qui versoit l'eau prenoient garde, que lors qu'on com-

on à compter l'eau fût précisément à la
 ur de la marque , & ils achevoient de
 leurs 14 pintes entre 0 , & la 60^{me} se-
 . Je fis cette expérience d'une autre
 re pour éviter le doute de l'inégalité
 u qu'on versoit ; on mit 7 pintes dans
 ervoir depuis une marque comme H
 s à une autre comme L en égale di-
 du point B ; on tenoit l'ouverture
 e jusques à ce qu'on commençast à
 er les secondes , & on observoit que
 t de l'eau étoit au point L.

Il est aisé de juger que pendant cet écou-
 t il sortoit sensiblement autant d'eau
 elle fût toujours demeurée à la hau-
 nediocre B de 13 pieds , parce que si
 lloit plus vite étant en L , elle alloit
 oins vite , étant en H dans la même
 rtion.

Les expériences que j'ay faites à de gran-
 uteurs comme 35 pieds , donneroient
 n un 17^{me} ou un 18^{me} moins que se-
 raison souûdoublée de 13 pieds à ces
 urs , & celles que j'ay faites à des
 urs de 6 ou 7 pieds , donnoient un peu
 ce qui procede du frottement plus
 ou moindre contre les bords de
 rture de 3 lignes , & de la moindre
 is grande résistance de l'air : mais
 e ces différences sont peu conside-
 , on peut faire les calculs précisé-

248 *Du Mouvement des Eaux.*
 ment selon la regle de la raison soudoub
 Voicy une table des quantitez d'eau
 donnent les reservoirs de differentes h
 teurs jusques à 52 pieds par un ajutoir
 lignes de diametre.

T A B L E D E S D E P E N S .
*d'eau à différentes elevations de reserv
 sur trois lignes de diametre d'ajutoir
 dant une minute.*

Hauteurs des Reservoirs	Depense d'eau.
6 pieds	9 pintes $\frac{1}{2}$
9 pieds	11 pintes $\frac{2}{3}$
13 pieds	14 pintes
18 pieds	16 pintes $\frac{1}{2}$
25 pieds	19 pintes $\frac{1}{2}$
30 pieds	21 pintes $\frac{1}{3}$
40 pieds	24 pintes $\frac{1}{2}$
52 pieds	28 pintes.

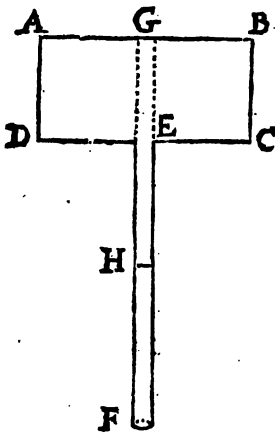
Voicy comme on en fait les calculs ;
 2 pieds la hauteur du reservoir, le pro
 de 2 par 13 est 26, dont la racine est 5
 peu prés ; comme 13 à $5\frac{1}{10}$, ainsi 14 pint
 $5\frac{1}{2}$ à peu prés : d'où l'on conclut qu'un re
 voir de 2 pieds de hauteur par 3 lign
 donnera 5 pintes & $\frac{1}{2}$ en une minute.

Si la hauteur étoit 45 pieds on p
 droit la racine quarrée de 585 produit
 13 par 45, cette racine est $24\frac{3}{16}$ à.

prés ; donc comme 13 à 24 $\frac{3}{16}$ ainsi 14 à 26 à peu près, d'où l'on connoîtroit qu'un réservoir de 45 pieds donneroit 26 pintes en une minute par une ouverture de 3 lignes.

Lors qu'on applique un long tuyau étroit, à un large réservoir, & que ce tuyau est perpendiculaire, il donne plus d'eau que si le tuyau n'y étoit pas, & qu'il y eût seulement au bas du réservoir une ouverture égale à l'ouverture du tuyau. Voicy quelques expériences que j'en ay faites.

ABCD est un réservoir d'un pied de



largeur & de hauteur, on met à l'ouverture E un tuyau de verre de 3 pieds, large de 3 lignes en haut & de 3 lignes $\frac{1}{2}$ en bas vers F : s'il n'y eût eu qu'un trou de 3 lignes en E sans tuyau, il eût donné en 60 secondes un

peu moins de 4 pintes selon les regles cy-dessus ; & s'il eût été large également par

350 *Du Mouvement des Eaux.*

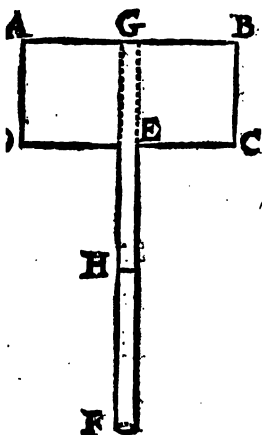
tout comme A B, la hauteur G E étant de 4 pieds & l'ouverture E étant de 3 lignes, il eût donné environ 8 pintes $\frac{1}{3}$ par les mêmes regles; mais le tuyau y étant, il n'a donné environ que selon la moyenne proportionnelle entre 4 pintes & 8 pintes $\frac{1}{3}$; la cause de ce qu'il donne plus que par 3 lignes en F, procede de l'acceleration qui se fait de l'eau coulante par le tuyau qui augmenteroit selon les nombres impairs, s'il n'y avoit que le tuyau, mais elle est retenue par celle qui est dans le reservoir qui diminue cette acceleration, parce qu'elle ne peut s'en separer; mais aussi celle du tuyau fait suivre plus vite celle qui est dans le reservoir, qu'elle ne feroit si le tuyau n'y étoit pas ajuté, & par ce moyen il se fait une vitesse moyenne d'écoulement qui change selon la longueur & la largeur des petits tuyaux.

J'ay remarqué dans ces experiences que le tuyau étant inégalement large aux deux extremités comme en celui cy qui étoit de 3 lignes à un bout, & de $3\frac{1}{2}$ à un autre, il donnoit toujours la même quantité quelque bout qu'on mît dans le trou E; ce qui procedoit de ce que toute l'eau se vuidoit toujours en même temps, demeurant tout rempli d'un bout à autre.

J'ay fait une autre experience semblable; on avoit soudé un tuyau de 6 pieds & d'un pouce de largeur à l'ouverture E d'un

d cube, qui ayant été rempli d'eau
c le tuyau s'est vuïd  en 37 secondes,
ayant coupé le tuyau par le milieu H,
le vuïda en 45, & le coupant par le
it E, il se vuïda en 95; d'où l'on voit que
ongueur du tuyau donne plus d'accele-
ion.

Un autre baquet dont l'eau étoit à 4



pouces au des-
sus du trou E:
de 4 lignes où
est le tuyau.
E F, a donné
lors-qu'il étoit
de 2 pieds de
hauteur 12 me-
sures $\frac{1}{2}$ de cel-
les dont il
n' t donné
que $8\frac{1}{2}$ par la
hauteur de 4
pouces; & si
le baquet  t
 t  jusques à

il en  t donné jusques à $18\frac{1}{2}$; ainsi c'est
moyen proportionel qui procede de l'ac-
eration de l'eau qui remplit tou jours le
rau, & fait descendre plus vîte l'eau par
mais non pas si vîte que si le baquet avoit
pouces de hauteur: on a trouvé ces $8\frac{1}{2}$ le-
me tuyau n'ayant qu'un pouce de hau-

252 *Du Mouvement des Eaux.*

teur, parce qu'il se faisoit peu d'accélération: un autre tuyau de 4 pieds fit presque le même effet; il avoit 4 lignes à un bout & $4\frac{1}{2}$ à l'autre, on le mit au trou E selon les deux positions, & il donna la même quantité d'eau, sinon qu'il sembloit que les 4 lignes étant en E & les $4\frac{1}{2}$ en F, il en sortit 3 ou 4 cuëillerées davantage.

Mais ayant appliqué un tuyau étroit de 2 pieds & demi de longueur & $\frac{5}{4}$ de lignes d'ouverture, il n'en est pas sorti $\frac{1}{3}$ davantage, quand le tuyau étoit de sa longueur, que quand il étoit seulement d'un pouce; ce qui procede du frottement le long du tuyau étroit qui empêche l'eau d'accélérer sa vitesse en tombant.

III. DISCOURS.

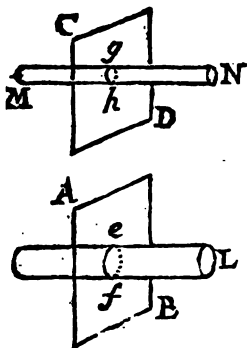
De la mesure des eaux jaillissantes par des ajutoirs de différentes ouvertures.

ON a veu dans le 3^{me} Discours de la 2^{me} Partie, que les eaux qui jaillissoient avec des vitesses égales par de différentes ouvertures faisoient équilibre par leur choq avec des poids qui étoient l'un à l'autre en raison doublée des diametres des ouvertures: on doit dire la même chose à l'égard de la dépense de

au qui sort par des ajutoirs differens
 dessous des reservoirs d'égaux hauteurs,
 voir qu'ils dépendent de l'eau selon la
 son doublée des diametres des ouver-
 res, on en fait la demonstration en cette
 re.

DEMONSTRATION.

AB est un plan percé d'une ouverture
 nde ef , CD est un autre plan percé



d'un autre ou-
 verture gh plus
 petite, IL est
 un cylindre pas-
 sant entierement
 par l'ouverture
 ef en un certain
 temps, comme
 de 2 secondes se-
 lon une vitesse
 uniforme; MN
 un autre cylindre
 de même lon-

eur, mais dont la base est plus petite, la-
 quelle passe aussi entierement par l'ouvertu-
 gh dans le même temps de deux secon-
 s; il est manifeste que si le diametre ef du
 lindre IL qui est le même que celui de
 ouverture, est double du diametre gh ,
 grand cylindre sera quadruple de l'au-

tre, puis-qu'ils font l'un à l'autre comme leurs bases, dont chacune est supposée égale à l'ouverture par où ils passent: Or puis qu'ils vont de même vitesse, quand la moitié du grand cylindre sera passée, la moitié du petit le sera aussi, & ce qui sera passé de l'un & de l'autre sera toujours dans la même proportion de 4 à 1: Donc si on suppose que ces cylindres soient des jets d'eau qui aillent de même vitesse, il passera toujours en même temps 4 fois autant d'eau par la grande ouverture que par la petite qui est la raison doublée des diametres, des ouvertures, & de même à l'égard des autres proportions, pour confirmer cette regle, on a fait les experiences suivantes.

I. EXPERIENCE.

UN reservoir ayant 12 pieds 4 pouces d'élevation, a donné par une ouverture de 3 lignes bien mesurées 14 pintes en 61 sec. $\frac{1}{2}$, en l'entretenant plein & par un trou de 6 lignes bien mesurées, il a donné la même quantité en 15 secondes $\frac{1}{2}$ c'est à peu près selon la proportion doublée des diametres: car il en eût donné 56 pintes $\frac{1}{2}$ environ dans le temps de 62 secondes.

II. EXPERIENCE.

UN reservoir de 24 pieds 5 pouces de hauteur a donné par la même ouverture de 3 lignes 14 pintes en 44 sec. $\frac{1}{2}$ & une autre fois en 45; & l'ouverture de 6 lignes les a données en 11 & $\frac{1}{4}$ à peu près; & ayant réitéré l'expérience, elles les a données en 11 sec. précisément. Par ces deux expériences & par plusieurs autres semblables qu'on a faites dans des mediocres hauteurs depuis 5 pieds jusques à 27, on a trouvé que les différentes ouvertures donnoient toujours de l'eau sensiblement & à fort peu près selon les proportions de leurs surfaces, & qu'on peut suivre cette regle.

R E G L E.

Pour la dépense des eaux jaillissantes.

LEs jets d'eau par différentes ouvertures mises au dessous de reservoirs d'égaux hauteurs, donnent de l'eau selon la raison des ouvertures, ou selon la raison doublée des diametres des ouvertures.

TABLE DES DEPENSES
d'eau pendant une minute par differens
ajutoirs ronds, l'eau du reservoir étant à
13 pieds de hauteur.

<i>Diametres.</i>	<i>Depenses.</i>
Par l'ajutoir de 1 ligne 1 pinte & $\frac{19}{18}$	
par 2 lignes	6 pintes $\frac{2}{9}$
par 3 lignes	14 pintes
par 4 lignes	25 pintes à peu près
par 5 lignes	39 pintes
par 6 lignes	56 pintes
par 7 lignes	76 $\frac{1}{4}$
par 8 lignes	110 $\frac{2}{3}$
par 9 lignes	126
par 12 lignes	224 pintes

Si l'on veut se servir du calcul des pouces, on trouvera que l'ouverture de 3 lignes donnera un pouce, celle de 6 lignes 4 pouces, & celle de 12 lignes 16 pouces.

Il y a quelques fois des causes qui empêchent l'exactitude de ces regles, de maniere que fort souvent les grandes ouvertures donnent un peu plus à proportion que les plus petites, & quelques fois elles donnent moins. De même les plus grandes hauteurs donnent quelques fois un peu plus que selon la raison sou-
doublee,

sublée, & quelquefois elles donnent un peu moins. J'en ay fait les expériences suivantes.

III. EXPERIENCE.

Je pris un tuyau de demi pied de diamètre & d'environ 6 pieds de hauteur, tant un tambour ou réservoir au haut qui contenoit environ 12 pintes; je mis au fond la même plaque percée d'une ouverture de 12 lignes qui avoit servy aux premières expériences; & un autre trou de 4 lignes dans le même fond; l'ouverture de 12 lignes étoit distante d'environ un pouce du bord de la base, & celle de 4 lignes aussi à un pouce; on mettoit un grand baquet au dessous où il y avoit une séparation qui le divisoit inégalement, on l'ajustoit en sorte que l'eau qui couloit par les 4 lignes entroit en la petite séparation, & celle qui couloit par le grand trou dans l'autre; le tuyau étant plein, on voyoit couler en même temps les 2 ouvertures, & on retiroit le baquet tout à coup; en sorte que les 2 ouvertures cessent d'y couler sensiblement en un même moment; on a toujours trouvé que le grand trou qui selon la 2^{me} règle devoit donner 9 fois autant que le petit, en donnoit que 8 fois autant, & 8

258 *Du Mouvement des Eaux.*

fois & quelque peu davantage dans d'autres experiences. La cause de cet effet est la même que celle dont on a parlé cy-devant, sçavoir que l'eau ne coule pas si facilement par la grande ouverture que par la petite; car la grande devant donner 9 fois autant d'eau, il faut que celle qui doit succeder à celle qui coule, vienne de près d'un pied de circonference, & la distance d'un côté du tuyau. n'étoit que d'un pouce, & la plus éloignée seulement de 4. pouces; ce qui retardoit l'écoulement, l'eau supérieure ne pouvant venir aussi vite qu'il eût été nécessaire, au lieu que dans la petite ouverture il suffisoit d'une distance d'un pouce de tous côtez pour. fournir assez vite à l'écoulement; & cette difference faisoit ce 5^{me} de difference dans les quantitez des eaux écoulées, comme dans l'experience du pouce dont le centre étoit plus bas que la surface de l'eau de 7-lignes. qui ne donnoit que 13 pintes $\frac{3}{8}$ au lieu que le trou de 6 lignes donnoit le quart de 15 pintes, son centre étant à la même distance de 7 lignes de la surface supérieure de l'eau.

IV. EXPERIENCE.

Pour ôter cette difficulté de l'écoulement, on fit plusieurs experiences.

dans un tonneau, dont le fond étoit assez large pour placer l'ouverture de 12 lignes à un pied du bord le plus proche, & on mit la petite ouverture à plus d'un pied de distance de la grande. L'expérience ayant été faite avec le même baquet où il y avoit une separation, on trouva toujours que la grande ouverture donnoit moins que 9 fois plus que la petite ; car il s'en manquoit quelquefois $\frac{1}{18}$, & quelque fois $\frac{1}{20}$, c'est à dire que si la petite avoit donné chopine, la grande donnoit 8 chopines & demie ou 8 chopines & $\frac{3}{5}$, on mesura exactement de nouveau les 2 ouvertures, & on trouva que celle de 12 lignes étoit tant soit peu plus forte à proportion que celle de 4 lignes, du moins on étoit assuré qu'elle n'étoit pas plus faible, & par conséquent que le défaut de la quantité d'eau qu'elle devoit donner, ne procedoit pas de cette cause. Dans les expériences qu'on fait séparément avec des ouvertures différentes, les grandes ouvertures donnent ordinairement plus à proportion que les petites, il y a trois causes qui peuvent contribuer à cet effet.

La première, qu'il y a plus de frottement à proportion dans les petites ouvertures que dans les grandes : car les circonferences des ouvertures différentes

ne sont l'une à l'autre que selon la raison des diametres , au lieu que les eaux qu'elles donnent sont en raison doublée des mêmes diametres : Or si l'on suppose que l'eau par sa viscosité s'attache un peu aux bords des ouvertures , il faudra retrancher par cette raison une petite partie de la largeur des diametres . Par exemple à une ouverture de 3 lignes , on peut retrancher $\frac{1}{10}$ de ligne ; c'est pourquoy à une ouverture de 6 lignes , quoique le quarré de 6 soit quadruple du quarré de 3 , & que les ouvertures rondes soient entr'elles comme les quarrés , dont les côtez sont égaux aux diametres des cercles , néanmoins la circonférence de l'ouverture qui a 6 lignes de diametre , sera seulement double de celle qui a trois lignes ; c'est pourquoy il ne faudra retrancher qu'un cinquième ou deux dixièmes pour cet empêchement ; d'où l'on voit que les jets de plus grande ouverture ne sont pas si fort retardez & empêchez que les petits , & donnent plus d'eau à proportion de leurs diametres .

La seconde cause est qu'un petit filet d'eau trouve plus de résistance dans l'air à sa sortie , qu'un gros jet , comme il arrive aux petites balles de plomb qui ne vont pas si loin que les grosses , quoy qu'elles sortent d'un même mousquet en même temps .

La troisième cause est le choq plus grand de l'eau qu'on verse pour entretenir l'écoulement des plus grandes ouvertures. Car pour entretenir un réservoir plein, dont l'eau ne sort que par 4 lignes, il suffit de verser l'eau tout doucement avec un petit vaisseau : mais lorsque le jet est de 12 lignes de largeur, faut verser l'eau à plein seau, & avec une grande vitesse ; ce qui donne une impulsion à l'eau qui la fait aller plus vite que s'il n'y avoit que le seul poids qui la poussât ; on en a fait l'expérience en mettant horizontalement une ouverture d'un pouce de hauteur & de 4 de longueur : car elle donne en 36 sec. $\frac{1}{2}$ une quantité d'eau qu'elle ne devoit donner que dans le quart de 154 secondes, sçavoir en 38 $\frac{1}{2}$, ce qui procedoit de ce qu'on versoit avec grande force l'eau pour entretenir celle qui sortoit, & même quand on n'entretiendroit pas les réservoirs pleins, l'eau descend bien plus vite par un tuyau de 3 ou 4 pouces de largeur quand le jet est gros, que quand il est petit ; ce qui augmente nécessairement la vitesse de la sortie. Ces trois causes jointes ensemble sont quelquefois un peu plus fortes que la seule difficulté de l'écoulement, & quelquefois elles ne font que l'égalier, lorsqu'on fait les expé-

262 *Du Mouvement des Eaux.*
riences séparément par de differentes
vertures.

Voicy quelques experiences que j'
faites avec une ouverture de 3 lignes &
de 6 lignes..

I. EXPERIENCE.

L'Ouverture de 3 lignes ayant so
servoir à 5 pieds & demi de ha
a donné 14 pintes, de 2 livres de
en 93 secondes, & l'ouverture de
gnes les a données en 23, secondes a
de 23 un $\frac{1}{4}$

II. EXPERIENCE.

UN reservoir étant à 24 pieds
peu plus, a donné par l'ouve
de 3 lignes 14 pintes en 44 second
demie, & par 6 lignes en 11 secc
en entretenant la hauteur de l'eau
le reservoir.

III. EXPERIENCE.

DE la hauteur de 12 pieds $\frac{1}{3}$ le
de 3 lignes a donné 14 pintes
diocres en 61 secondes $\frac{1}{2}$, en l'entret
plein, & par le trou de 6 lignes il
données en 15 $\frac{1}{2}$.

IV. EXPERIENCE.

ON mit une marque dans le tambour ou reservoir qui étoit au haut du tuyau plus haut que celle qui marquoit les 12 pieds 4 pouces, & un autre plus bas en égale distance, afin que laissant écouler l'eau depuis la marque supérieure jusques à l'inférieure, cela fist le même effet que si on l'avoit entretenu plein à 12 pieds 4 pouces; il entroit 13 pintes $\frac{1}{2}$ dans le reservoir depuis la marque inférieure jusques à la supérieure; elles s'écoulerent par 3 lignes en 58 secondes, & par 6 lignes en 15 au lieu de 14 $\frac{1}{2}$.

V. EXPERIENCE.

LE reservoir étant à 24 pieds 3 pouces, & à la marque du milieu a donné par les 3 lignes 14 pintes en 44 sec. $\frac{1}{2}$, & par les 6 lignes en 12 & $\frac{1}{2}$ à peu près & en laissant écouler les 13 pintes $\frac{1}{4}$ depuis la marque supérieure, il s'est employé 42 sec. par les 3 lignes, & 10 $\frac{1}{2}$ par les 6 lignes: cette dernière expérience rend les proportions égales aussi bien que la 2^{me}.

On a trouvé à peu près de même en un reservoir de 35 pieds.

Par ces différentes expériences on voit que l'on peut suivre la 2^{me} règle sans craindre aucune erreur considérable, & que les causes contrariées font toujours compensation assez juste quand on fait des expériences.

A l'égard de la raison soudoublée des hauteurs de réservoirs, il y a deux causes qui la diminuent, & deux qui l'augmentent.

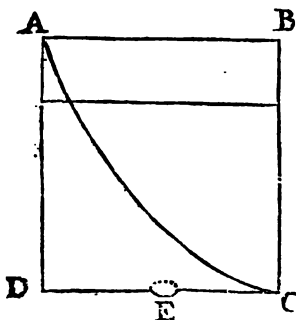
Celles qui la diminuent, sont que l'eau résiste plus à proportion à une grande hauteur qu'à une petite, & que le frottement est plus grand contre les bords de la hauteur.

Celles qui l'augmentent, sont les mêmes qui font quelquefois que les grandes ouvertures donnent plus d'eau à proportion que les petites, sçavoir qu'il faut verser l'eau avec plus de force, pour entretenir les réservoirs pleins dans une grande hauteur que dans une petite, & que l'eau descend plus vite quand on la laisse écouler.

Ces causes se compensent assez justement l'une par l'autre : mais il arrive ordinairement qu'il y a un peu moins que la raison soudoublée dans les grandes hauteurs : mais quand on fait les expériences dans un même fond de réservoir au même temps, les grandes ouvertures don-

ient toujours moins à proportion que les plus petites.

Toricelly a démontré dans un petit Traité qu'il a fait du Mouvement des Eaux, que s'il y a un reservoir ABCD percé au fond



en E d'une petite ouverture comme de 4 à 5 lignes, & que l'eau étant jusques à la ligne AB, elle puisse s'écouler en 10 minutes sans y rien ajouter, elle passera des espaces inégaux en des

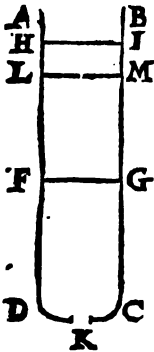
endant dans des temps égaux, en sorte que l'on divise la ligne BC en 100 parties égales, elle descendra pendant la première minute de 19 de ces parties pendant la 2^{me} de 17, pendant la 3^{me} de 15 &c. & ainsi de suite selon les nombres impairs jusqu'à l'unité, tellement que la dernière partie se videra en la dernière des 10 minutes. La raison de cet effet est fondée sur la première règle expliquée cy-dessus, que les pressions des eaux coulantes sont en raison doublée des hauteurs, & par conséquent elles sont entr'elles, comme les ordon-

nées d'une parabole ABC commençant par la plus grande AB, & finissant au point C; ce qui fait que les espaces passez en même temps par la surface de l'eau AB sont comme les nombres impairs de suite commençant par le plus grand.

De là on tire une conséquence, que si on mesure la quantité d'eau qui est contenue dans le réservoir jusques à la ligne AB, & qu'elle s'écoule en 10 minutes, il en sortira deux fois autant dans le même temps, si on entretient toujours le réservoir plein jusques à la hauteur AB, ce qui procedé de ce que si une goutte d'eau étoit tombée dans un certain temps depuis B jusques à C, & qu'elle continuât sa vitesse acquise au point C sans l'augmenter ny diminuer, elle passeroit dans le même temps un espace double de BC: Or l'eau qui sort au commencement par l'ouverture E, a une vitesse égale à celle que la goutte tombant auroit acquise au point C, & toute l'eau qui sort a toujours la même vitesse si ce réservoir demeure plein; c'est pourquoy il en sortira deux fois autant dans les 10 minutes, qu'il en sort en la laissant écouler sans y rien ajoûter, & dans 5 minutes autant qu'il en contient.

Mais la même chose n'arrive pas quand ce tuyau n'est que d'un demi pied de largeur & de 2 ou 3 pieds de hauteur, com-

me le tuyau A B C D , ayant l'ouverture K



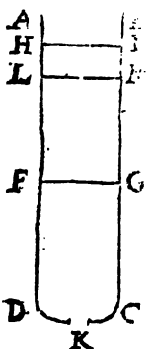
de 6 lignes : car la vitesse de l'eau qui descend pendant l'écoulement , donne une impulsion à celle qui sort, laquelle jointe au poids de l'eau , la fait aller plus vite qu'elle ne fait quand elle descend tres-lentement, ce tuyau étant fort large. J'ay trouvé plusieurs fois que si l'eau s'écouloit entierement d'un tel reservoir en 4 minutes , qu'il s'en

manquoit $\frac{1}{6}$ quand on l'entretenoit plein, qu'il n'en sortît autant pendant 2 minutes ; & si ce tuyau contenoit 24 pintes & qu'elles s'écoulassent en 4 minutes , il n'en sortoit que 20 pintes en l'entretenant plein pendant l'espace de 2 minutes, & pour en donner 24 , il falloit 2 minutes & 24 secondes : ce defect provient aussi de ce que le jet est plus retardé par le frottement & par la resistance de l'air à proportion quand il est vite , que quand il est foible, comme on l'a expliqué cy-devant , & ainsi il est toujours également retardé par ces deux causes, quand le tuyau est entretenu plein ; mais il l'est bien moins quand l'eau n'est qu'à l'a hauteur L M , & encore moins quand elle est descenduë jus-

qu'à FG. Il est vray que s'il se fait un tournoiement dans l'eau comme il arrive souvent, alors l'écoulement sera retardé & pourra recompenser l'effet de l'accélération : ce tournoiement se fait lors que le trou n'est pas dans un même plan, & que l'eau coulante sort un peu de travers en un endroit.

Dans la dernière expérience que j'ay faite sur cette matière, l'eau avoit 10 pouces de hauteur au dessus d'une ouverture de 4 lignes qui étoit coulée sur le fond intérieur du seau ; on avoit posé à côté de l'ouverture à la même hauteur un bâton où l'on avoit pris 10 pouces qu'on avoit divisés en 36 parties ; la première auprès de l'ouverture avoit une de ces parties ; la seconde 3 ; la 3^{me} 5, la 4^{me} 7, la 5^{me} 9, & la 6^{me} 11 : la première division d'en haut s'écoûla en 39 secondes, les 2 suivantes de même ; la 4^{me} n'employoit environ que 36 secondes, & chacune des deux autres encore moins, quoyque l'eau fist alors un tournoiement ; ce qui arrivoit par l'accélération de la vitesse de l'eau, quand elle étoit sortie de l'ouverture. La même proportion s'observe encore bien moins quand l'ouverture est fort grande à proportion de la hauteur, comme si elle a son diamètre égal à la 4^{me} ou 5^{me} partie de celui de la base du cylindre ABCD :

car l'eau coulera en grande abondance, & par consequent elle accellerera beaucoup



sa vitesse en descendant, & choquera si fort celle qui sort, qu'encore qu'alors son poids soit moindre que lorsqu'elle étoit en A B, cette impulsion surpassera ce défaut, & il sortira plus d'eau par l'ouverture K quand la surfac: supérieure sera arrivée en H I ou L M, que quand elle étoit en A B.

Cette verité se connoitra aisément si l'on considère

que lors-que le tuyau est tout ouvert, l'eau supérieure descend en des temps égaux selon les nombres impairs de suite 11, 9, 7, 5, 3, 1, &c. & que lors-que le tuyau est fort large, & l'ouverture fort petite, elle descend selon les nombres 7, 9, 7, 5, 3, & il suit nécessairement qu'on peut proportionner les hauteurs, les largeurs, & les ouvertures du tuyau, de telle sorte qu'il se fera un temperament de vitesse tel qu'on voudra dans les écoulemens, c'est-à-dire qu'on pourra faire passer les 2 moitiés en deux temps égaux, & que la 3^{me} partie vers le bas se vuidera en un temps 3 fois moindre que le reste, & ainsi des autres parties: mais lors-que l'eau sera beaucoup

descenduë comme en F G , elle n'accelerera plus , mais elle diminuëra touÿours de vitesse : car alors la pression sera diminuëe de plus de moitié , & l'acceleration cessera necessairement de beaucoup , & alors elle ira touÿours en diminuant jusques à la fin. On a experimenté dans un tuyau de verre de 5 pieds de hauteur , de 10 lignes de largeur , & de 2 lignes d'ouverture , divisé en 5 parties , que la premiere se passoit en 7 mesures de temps , la 2^{me} en 6 , la 3^{me} en 6 , & la 4^{me} en 7 , à peu près , & le reste touÿours en diminuant : d'où il s'ensuit que dans un tel tuyau il y a deux endroits differens, l'un vers le haut, & l'autre vers le milieu du tuyau où l'eau descend avec la même vitesse. On voit de là qu'il est impossible que l'eau descende uniformement tout le long des vaisseaux cylindriques quelques que soient les largeurs & les hauteurs , & les ouvertures ou ajutages : car si le poids qu'elle a en H I joint à l'impulsion de sa vitesse , la fait sortir avec une certaine vitesse par K , l'impulsion de la même vitesse , si elle la conservoit, joint au poids qu'elle a en L M, qui sera la moindre , la fera sortir moins vite , & par consequent l'eau superieure descendra moins vite en L M qu'en H I ; d'où il s'ensuit que si dès le commencement l'eau superieure diminuë de vitesse ,

elle diminuëra toujours jusques à la fin.

De là on pourra juger en combien de temps un muid ou autre vaisseau pourra se vuidier en le laissant écouler par une certaine ouverture : car soit ABCD un

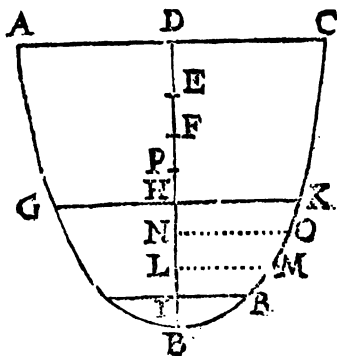


muid de Paris posé de bout ayant une ouverture de 4 lignes en E, la hauteur ordinaire du vin entre les fonds qui est de 30 pouces ou 2 pieds & demi, par 13 pieds fait $32\frac{1}{2}$ dont la racine est 5 & $\frac{12}{17}$ à fort peu près, & comme 13 à 5 $\frac{12}{17}$

ainsi 14 à $6\frac{1}{6}$ à fort peu près : donc si l'ouverture E étoit de 3 lignes, il en sortiroit, le muid étant entretenu plein, 6 pintes & $\frac{1}{6}$ en une minute ; mais étant de 4 lignes, les surfaces de ces ouvertures sont comme 9 à 16 : donc comme 9 à 16 ainsi $6\frac{1}{6}$ à $10\frac{25}{27}$, c'est-à-dire à 11 un peu moins, & si 11 pintes me viennent d'une minute, quel temps me donneront 280, on trouvera environ 25 minutes & demie en entretenant toujours le vaisseau plein d'eau : donc par ce qui a été dit cy-dessus, il faudra le double de ce temps, sçavoir 51 minutes pour le lais-

fer écouler : puisque l'ouverture sera tres-petite à proportion de la largeur , les renflemens AGD & BFC , n'apporteront point de difference considerable à ce calcul.

Il est bon de resoudre icy un Probleme assez curieux que Toricelly n'a pas entrepris de resoudre quoyqu'il l'ait proposé ; ce Probleme est de trouver un vaisseau de telle figure qu'étant percé au fond d'une petite ouverture , l'eau superieure passe en descendant des hauteurs égales en des temps égaux. Si dans la figure conoidale BL est à BN , comme le quarré quarré de



LM est au quarré quarré de NO , & BN à BH , comme le quarré quarré de

N O au quarré quarré de H K, & ainſi de ſuite, l'eau deſcendra depuis A D C uniformément juſques à l'ouverture, qui eſt en B: Car ſoit B P la moyenne proportionnelle entre B D & B H; d'autant que les quarez quarez de K H & de D C ſont entr'eux comme les hauteurs B H, B D; les quarez de H K, D C ſeront en raiſon foudoublée de B H à B D, ou comme les hauteurs B P, B D: Mais la viteſſe de l'eau qui ſort en B par la charge de la hauteur B D eſt à la viteſſe de celle qui ſort par la charge de la hauteur B H en raiſon foudoublée de B D à B H, c'eſt-à-dire comme B D à B P: Donc la viteſſe de l'eau deſcendante de H, eſt à la viteſſe de l'eau deſcendante de D, comme le quarré de H K au quarré de D C: Mais la ſurface circulaire de l'eau en H eſt à la ſurface circulaire de l'eau en D, comme le quarré de H K au quarré de D C: donc elles couleront & deſcendront auſſi vite l'une que l'autre. Et ſi la ſurface A D C s'écoule en une ſeconde, la ſurface G H K s'écoulera auſſi en une ſeconde, puiſque les quantitez ſont comme les viteſſes. La même choſe arrivera aux autres ſurfaces en E, en F &c. Mais il faut que l'ouverture en B ſoit tres-petite afin qu'il ne ſe faſſe point d'acceleration conſiderable, & que l'eau ne ſorte par l'ouverture B ſenſiblement, quo.

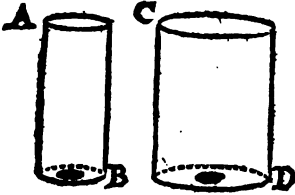
selon la proportion de son poids. Un tel vaisseau peut servir de Clepsidre ou Horloge d'eau.

EXPLICATION EN NOMBRES.

Soit DB 16 & BI l'unité, le carré-carré de IR sera l'unité si le carré-carré de DC est 16, & par conséquent DC sera 2 si IR est 1. Soit BH moyenne proportionnelle entre BI & BD , qui sera par conséquent 4 : la vitesse par le poids IB sera 4 si la vitesse par le poids DB est 16 : mais le cercle ou la surface IR sera 1, & le cercle DC sera 4 : donc ces quantitez seront comme leurs vitesses, & par conséquent dans le même temps les surfaces, ou les cercles DC & IR s'écouleront ; & s'il faut une seconde de temps pour écouler la surface IR , il en coulera le quadruple en même temps par une vitesse quadruple, c'est-à-dire la surface DC , puisqu'elle est quadruple de l'autre. La même proportion se trouvera dans toutes les autres surfaces, qui composent toute l'eau, ou dans les solides qui ont une épaisseur indéfiniment petite. On suppose dans toutes ces expériences qu'il ne se fasse point de tournoyement dans l'eau, ny de petit creux, comme dans les entonnoirs qui se vident.

R E G L E.

Il y a deux tuyaux AB, CD d'égale hauteur, & de largeur inégale, quelle que soit cette inégalité, & que l'eau sorte de leurs fonds par des ouvertures égales, il ne sortira pas davantage d'eau



du tuyau étroit que du large en même temps en les entretenant pleins, pourvu que le tuyau le moins large ait son diamètre environ 4 fois aussi grand que l'ouverture par où sort l'eau, & que l'eau n'ait point de mouvement circulaire dans les tuyaux : Car l'eau sortant par les ouvertures égales, élèvera des poids égaux par ce qui a été dit cy-dessus ; elle ira donc aussi vite en l'un qu'en l'autre, & par conséquent il en sortira aussi autant d'eau en même temps.

S'il y a donc un réservoir de 100 pieds de diamètre, & un d'un pied qui soient d'égale hauteur, & percés au fond ou à côté d'ouvertures égales à même hauteur des surfaces de l'eau, il en sortira autant de l'un que de l'autre en même temps.

On fait icy une question, sçavoir si l'on a deux tuyaux d'un pouce de largeur, & inégaux en hauteur, par exemple l'un de 5 pieds, & l'autre de 10, & qu'on les emplisse d'eau, s'ils donneront autant d'eau l'un que l'autre en même temps; on répond qu'ils en donnent sensiblement autant l'un que l'autre, parce que l'eau dans tous les deux tombe également vite, comme deux cylindres inégaux de même matière dans le commencement de leur chute; parce que l'air résiste très-peu à l'un & à l'autre, & ils s'accélèrent sensiblement de même selon les nombres impairs: donc s'il sort 6 pieds d'eau en un certain temps de l'un, il en sortira autant de l'autre. Que si l'on retrouffit le grand tuyau jusques à 4 lignes à sa base, il donnera plus d'eau dans le premier quart de seconde, que s'il étoit tout ouvert: en voicy le calcul.

Le produit de 13 par 52 est 676 dont la racine est 26, comme 13 à 26, ainsi 14 pintes à 28; donc en une minute ce trou donnera 28 pintes, ou 56 livres; & par une ouverture de 4 lignes 99 livres $\frac{1}{2}$, & en une seconde environ 26 onces & demie, & en un quart de seconde 6 onces $\frac{1}{2}$: mais en un quart de seconde le cylindre d'eau ne descend que de trois quart de pied, qui sur une largeur d'un pouce ne vaut qu'un peu plus de 4 onces;

ne en un quart de seconde il est sorty du grand cylindre 2 onces $\frac{1}{2}$ plus d'eau par l'ouverture de 4 lignes, que du petit cylindre qui est ouvert.

IV. DISCOURS.

de la mesure des eaux courantes dans un Aqueduc, ou dans une riviere.

Pour mesurer les eaux courantes dans la conduite d'un Aqueduc, ou celles d'une riviere, qu'on ne peut pas recevoir dans un vaisseau, on se servira de la methode suivante.

On mettra sur l'eau une boule de cire chargée d'un peu de matiere plus pesante, de sorte qu'il ne passe que fort peu de la boule au dessus de la surface de l'eau de peur du vent, & après avoir mesuré une longueur de 15 ou 20 pieds de l'Aqueduc, on reconnoitra avec un pendule à demi-secondes en combien de temps la boule de cire emportée par le cours de l'eau parcourra cette distance ; ensuite on multipliera la longueur de l'Aqueduc par la hauteur de l'eau, & le produit par l'espace que l'eau aura parcouru la boule ; le dernier produit qui est solide, marquera toute l'eau qui aura passé pendant le temps qu'on aura

remarqué, par une section de l'Aqueduc pour faire cette operation avec justesse, il faut que le lit de l'Aqueduc ait la même pente que la superficie de l'eau qui y passe, & de plus l'on suppose que l'eau coule également vite au fond, au dessus, & aux côtez.

E X E M P L E.

ON suppose un Aqueduc qui ait deux pieds de largeur, & que l'eau y soit haute d'un pied, & qu'en 20 secondes de temps la cire ait fait 30 pieds, ce sera un pied & demi par seconde; mais parce que l'eau va plus lentement au fond qu'au dessus, il ne faut prendre que 20 pieds; ce sera donc un pied par seconde; le produit d'un pied de hauteur par deux pieds de largeur est 2, qui multiplié par 20 de longueur, donne 40 pieds cubes, ou 40 fois 35 pintes d'eau qui font 1400 pintes en 20 secondes, & si 20 secondes donnent 1400, 60 secondes en donneront trois fois autant sçavoir 4200 pintes, & divisant 4200 par 14, qui est le nombre des pintes qu'un pouce d'eau donne en une minute ou en 60 secondes, on trouvera le quotient de 300, qui sera le nombre des pouces que donnera l'eau de l'Aqueduc.

On calculera facilement par cette maniere le nombre des pouces que donne la riviere de Seine : Car puis-qu'il passe pardeffous le Pont rouge en une minute 200000 pieds cubes d'eau, si on multiplie 35, qui est le nombre des pintes que contient un pied cube, par 200000, on aura 7000000 pintes, qui étant divisées par 14 donnent 500000, qui est le nombre des pouces, que donne la riviere de Seine quand elle est dans sa mediocre hauteur.

Si l'on veut calculer de grandes ouvertures, comme une toise quarrée, il faut considerer la hauteur de la surface de l'eau au dessus du milieu de la toise ; soit par exemple 5 pieds, il y aura donc 8 pieds jusques au milieu de la toise. Le produit de 8 par 13 est 104, dont la racine quarrée est 10 & $\frac{1}{4}$ à peu près ; comme 13 à 10 $\frac{1}{2}$, ainsi 14 à 11 à fort peu près ; & parce qu'un pouce rond est 16 fois plus grand qu'un rond de 3 lignes, un pouce surmonté de 8 pieds donnera 16 fois 11 pintes, ou 176 pintes, qui divisées par 14 donnent 12 pouces $\frac{4}{7}$ pour un pouce de diametre d'ouverture. Une ouverture ronde d'un pied de diametre donne 144 fois davantage, le produit de 12 $\frac{4}{7}$ par 144 est 1810 ; le pied rond donnera donc 1810 pouces. La toise ronde contient 36 fois un rond d'un pied, le

produit de 36 par 1810 est 65160, comme à 14 ainsi 65160 à 82930 : Donc la toise qui surmontée de 5 pieds donnera 82 pouces.

De là on connoitra que si l'on avoit retenu la riviere de Seine quand elle est dans sa grandeur un peu plus que mediocre, qu'elle s'élevât jusques à 8 pieds au dessus d'une ouverture carrée de 10 pieds & 18 pieds de largeur, elle y passeroit tout aisément car il y auroit jusques au centre du cercle qui auroit 10 pieds de diametre, 13 pieds depuis la surface de l'eau retenuë, & il donneroit par 3 lignes de diametre d'ouverture un pouce; par un pouce de diametre elle donneroit 16 pouces; par un pied 1 fois 16 pouces qui font 2304 pouces; & multipliant ce nombre par 100 carré de pieds, qui est la largeur de l'ouverture, auroit 230400 & selon la proportion du cercle au carré circonscrit, qui est de 11 à 14 on trouveroit 293236 pouces quarrés à peu près, & y ajoutant 8 pieds en longueur, auroit plus de 500000 pouces, qui est plus que donne la riviere de Seine étant mediocre, comme il a été dit cy-devant; par consequent elle passeroit toute par une ouverture carrée qui auroit 18 pieds de largeur & 10 de hauteur.

Si l'eau coule par un Aqueduc, ou par un Canal de riviere selon une petite pente uniforme

forme, elle acquerra dans un mediocre espace une vitesse qu'elle n'augmentera plus : car le frottement des bords & du fond du Canal, & le renversement des parties de l'eau du dessus au dessous, & la resistance de l'air aux petites vagues qui sont en la surface, luy font perdre une partie de sa vitesse, & par consequent elle ne peut accelerer son mouvement que jusques à une certaine vitesse qu'elle acquiert en peu de temps : d'où il s'ensuit que si une riviere a coulé par un assez long espace dans une certaine pente, & qu'elle coule ensuite par une pente moins roide, c'est-à-dire par un plan moins incliné, elle diminuë a de vitesse : car puisqu'elle aura acquis dans la premiere pente toute la vitesse qu'elle y peut avoir, qu'elle n'auroit pû acquerir dans une moindre, il s'ensuit qu'elle diminuëra de vitesse peu à peu dans cette pente qui est moindre, jusques à ce qu'elle soit reduite à la vitesse qu'elle y peut acquerir.



QUATRIEME PARTIE DE LA HAUTEUR DES JETS

PREMIER DISCOURS.

De la hauteur des jets perpendiculaire

ON a fait voir cy-devant que les jets devoient monter à la hauteur des réservoirs : mais que le frottement au bord des ajutages, & la résistance de l'air fussent que dans les jets fort élevez, il s'en falloit beaucoup que la hauteur du jet n'arrivât à celle du réservoir.

Pour bien expliquer les regles qu'on doit suivre pour calculer les hauteurs des jets, on les hauteurs de l'eau des réservoirs, faut considerer les regles suivantes.

PREMIERE REGLE.

Lors que les tuyaux qui fournissent l'eau sont suffisamment larges, plus l'aj

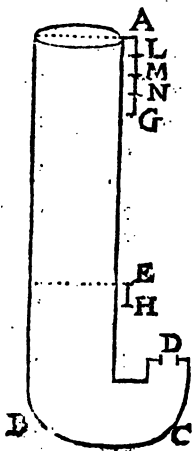
rage est large plus il pousse loin son jet. On en fait facilement l'expérience, si l'on à un muid de bout plein d'eau, & qu'on le perce à côté vers le fond inferieur de 5 ou 6 ouvertures différentes à même hauteur horizontale, comme d'une ligne, de 2 lignes, de 4 lignes, de 6 lignes, de 10, de 12 &c. Car on verra toujours que la plus large ouverture poussera l'eau plus loin, pourvû que les ouvertures soient à même distance de la superficie de l'eau. La même chose arrivera dans des tuyaux de 3 ou 4 pouces de largeur pourvû que l'ouverture n'excede pas un pouce de diametre.

La cause de cet effet est assez aisée à expliquer si l'on considere ce qui doit arriver à des boules de bois de differens calibres : car puis-qu'elles sont l'une à l'autre en raison triplée de leurs diametres, leurs poids seront aussi en même raison ; comme aussi leur force pour surmonter la resistance de l'air : & par consequent si l'on jette avec la même vitesse une boule de deux lignes de diametre, & une autre de 4 ; cette dernière ira plus loin. On en voit l'expérience lors-qu'on met dans une même arme à feu de la poudre de plomb, de la dragée, & des balles ; car quoi qu'elles sortent avec la même vitesse, les dragées vont beaucoup plus loin que la poudre de

284 *Du Mouvement des Eaux.*
 plomb, & les balles beaucoup plus loi
 les dragées; & par la même raison un
 let de Canon ira plus loïn qu'une petit
 le de même métal poussée de même.
 Il est vrai que si le reservoir n'est qu'à
 3 pieds, un jet par 8 lignes ne sera pas
 blement different d'un jet par 10 ou
 gnes, & un par 4 lignes ira sensiblement
 haut qu'un de 6 lignes: mais la diffe
 sera tres-considerable aux jets de 30,
 60 pieds de hauteur, & au delà.

II. RÈGLE.

L Es jets diminuent de la hauteur d
 reservoir selon la raison doublée des
 teurs ou ils s'élevent.



Soit A B C reservoir où tuyau
 lissant par l'aj
 D, & soit la ha
 de l'eau dans le
 successivement
 E: Je dis que si
 gne E-H est le d
 du petit jet jusq
 E, & G A le defa
 grand jet jusq
 A, A G sera à
 en raison doublé
 D H à D G.

Car soit supposé
 le poids de l'air

au poids de l'eau comme 1 à 600, ou pour la facilité du calcul comme 1 à 60, & qu'une seule goutte ou parcelle d'air soit rencontrée tout auprès de la sortie de l'ajutage par la première goutte d'eau du jet, & qu'ensuite elle monte librement comme dans le vuide. Il est évident par ce qui a été démontré dans les regles des mouvemens des corps qui se choquent, que la goutte d'eau perdra $\frac{1}{60}$ de sa vitesse, si cette vitesse est exprimée par 60. Soit donc DE 61, & DH 60, & que la goutte soit retardée de $\frac{1}{60}$ à sçavoir EH. Soit maintenant la hauteur DA, la vitesse de la goutte sera à sa première vitesse en raison soudoublée de DE à DA, & cette goutte par la rencontre d'une petite parcelle d'air perdra encore la 61^{me} partie de sa vitesse, & perdra une partie proportionnelle à HE selon la raison de DE à DA, soit AL cette diminution, DE sera à DH, comme DA à DL: mais comme on a supposé une parcelle d'air pour l'espace DE, il y aura autant de parcelles d'air par l'espace DA, à proportion que DA ou DG est plus grand que DE ou DH, & chaque parcelle diminuant sensiblement la hauteur de la goutte d'eau dans la même proportion, ce sera une seconde raison égale à la première, & par consequent AL étant à AG comme DE à DA, ou HE à AL; A.G.

fera le défaut de hauteur de l'élevation de la goutte d'eau ; mais parce qu'il y a plusieurs parcelles d'air entre D & E , chacune desquelles retarde le mouvement de la goutte dans les mêmes proportions , le mouvement de la goutte dans l'espace DE fera beaucoup plus retardé que par la rencontre d'une seule parcelle comme on l'a supposé. Mais on peut considérer tous ces espaces d'air comme si ce n'étoit qu'une seule parcelle , & l'espace de l'air DA est aussi dans la même proportion que DA à DE , & par conséquent il faut ajouter une seconde raison égale à la première ; d'où il s'ensuit que si AL est à AG en raison doublée de DE à DA ; GA sera le défaut du jet au dessous de la hauteur de l'eau du réservoir DA, si EH est celui de la hauteur DE ; ce qu'il falloit prouver.

E X E M P L E.

Soit DA quadruple de DE , la vitesse du jet de l'eau pressée par DA sera double de celle du jet de l'eau pressée par DE ; si l'on prend donc comme cy-dessus la hauteur DE pour 61 , la hauteur DH sera 60 ; & comme la vitesse du grand jet est double , & qu'il doit s'élever à une hauteur quadruple , il perdra par la

rencontre d'autant d'air qu'il y en a en DE, 4 fols autant de hauteur que HE, c'est-à-dire qu'au lieu que le jet devoit s'élever à DA 244, il ne s'élevera qu'à DL 240, mais l'espace EA étant divisé en 3 parties égales, chacune sera égale à DE, & si la première fait perdre la hauteur AL, la deuxième en fera perdre autant en la même proportion que les différentes parties de DE en font perdre au premier jet : car en quelque partie du jet que ce soit, la vitesse du grand est toujours double de celle du petit ; car il y a toujours un espace quadruple de celui de l'autre à passer ; il perdra donc encore outre la première partie trois autres égales. LM, MN, NG : & AL étant posée 4, AG sera 16 ; & par conséquent le défaut AG sera au défaut EH en raison doublée de DE à DA, & si EH est d'un pouce, GA. fera de 16 pouces.

Le frottement change un peu ces mesures, & la complication des espaces de l'air qui résiste : car dans les grands jets il s'en faudra beaucoup que l'espace de l'air passé soit en la raison des hauteurs des réservoirs, ce qui doit un peu diminuer du défaut, & c'est la hauteur des jets qu'il faut considérer, & ainsi si HD est 60, DG sera 240, le petit réservoir étant à 60 pieds, & le grand étant à 256 pieds.

Sur cette supposition il sera facile de calculer les hauteurs des jets à toutes hauteurs des reservoirs une seule connue, comme celle d'un reservoir de 5 pieds, laquelle comme il a été vérifié par plusieurs expériences, manquera d'un pouce. Si donc on prend qu'un reservoir de 5 pieds dont l'eau qui le fournit n'est point serrée & coule facilement dans les tuyaux, doit avoir la surface de l'eau supérieure de son reservoir à 5 pieds un pouce, un jet de 10. pieds aura la hauteur de 10. pieds, un reservoir à 10. pieds 4. pouces, ce jet de 15. pieds à 15. pieds 9. pouces, ce jet de 20. pieds à 20. pieds 16. pouces, &c. de suite selon les quarrés de suite. On ne fait point le calcul en diminuant les hauteurs des reservoirs : car si l'on avoit un reservoir de 100. pieds, il en faudroit diminuer 400. pouces, c'est à dire 33. pieds $\frac{1}{3}$; un de 200. pieds auroit une diminution environ 133. pieds ; &c. de 400. pieds le quadruple de 133. savoir 532. & par conséquent il ne jailliroit point du tout ; ce qui est impossible : car les jets jusques à cette hauteur doivent toujours augmenter : mais on prendre que le jet de 200. pieds de hauteur aura son reservoir à 333. pieds, & le jet de 400. pieds à 932. pieds.

Pour toutes les différentes hauteurs on servira de la Table suivante.

Hauteur du Jet. Hauteur du Reservoir.

5. pieds	5. pieds.	1. pouce.
10.	10.	4.
15.	15.	9.
20.	20.	16.
25.	25.	25.
30.	30.	36. ou 33. pieds,
35.	35.	49.
40.	40.	64.
45.	45.	81.
50.	50.	100.
55.	55.	121.
60.	60.	144. ou 72. pi.
65.	65.	169.
70.	70.	196.
75.	75.	225.
80.	80.	256.
85.	85.	289.
90.	90.	324. ou 117. pi.
95.	95.	361.
100.	100.	400.

ainsi le jet de 30 pieds aura 33 pieds de hauteur de Reservoir; celui de 60 pieds 72 pieds; celui de 90 pieds 117 pieds; celui de 100 pieds 133 pieds $\frac{2}{3}$; celui de 120 pieds 168 pieds: il ne faut point de table plus longue.

gue, car il n'est pas ordinaire de faire une hauteur de reservoir de 168 pieds; & un jet de 120 pieds se dissiperoit par sa violence en petites gouttes imperceptibles, comme celles d'un broüillard; les tuyaux pourroient se rompre; & lorsque les tuyaux sont étroits, ou que le trou du robinet qu'on tourne pour faire passer l'eau, est beaucoup plus étroit que le reste du tuyau, les petits jets défont beaucoup plus que selon ces mesures; & alors il sort beaucoup moins d'eau qu'à proportion des hauteurs des reservoirs.

On calculera alors la dépense de l'eau selon les hauteurs des reservoirs, auxquelles conviennent les hauteurs des jets; comme si un reservoir de 30 pieds ne donne un jet que de 20 pieds par le défaut de l'empêchement de sa conduite ou d'autres choses, alors il faudra calculer la dépense de l'eau, comme si le reservoir étoit à 21 pieds 4 pouces avec une largeur de conduite suffisante.

Pour connoître les diminutions des hauteurs plus que selon la règle quand les trous sont petits, j'ay fait les expériences suivantes.

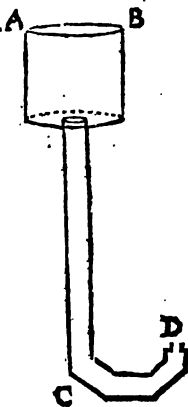
Le jet par une ligne à un tuyau de 4 pieds & demi manquoit de près de 6 pouces.

A un tuyau de 14 pieds il manquoit de 3 pieds.

A un de 27 il manquoit d'environ 8 pieds ; ce qui montre que les jets étroits ne jaillissent pas à leur véritable hauteur.

Pour connoître sans calcul la hauteur des jets avant même que d'en faire aucune expérience, il faut avoir une balle de plomb & une de bois, chacune de 5 lignes de diamètre, & les jeter avec même force en haut : si celle de plomb s'éleve à 27 pieds, & celle de bois à 24 pieds $\frac{1}{2}$, ce sera une marque qu'un réservoir de 27 pieds ne fera son jet que de 24 pieds $\frac{1}{2}$ par un trou de 5 lignes : car encore que la balle de bois soit plus légère que l'eau, le plomb est aussi un peu retardé par l'air ; & si l'on jette le même plomb avec une petite balle de bois d'une ligne, & que le plomb aille à 14 pieds, & la petite balle à 11, ce sera une marque qu'un jet par une ligne à un réservoir de 14 pieds ne montera qu'à 11 pieds.

Pour confirmer cette règle on a fait les autres expériences suivantes.



On a pris un tuyau de 3 pouces de largeur au haut duquel on avoit soudé un tambour d'un pied de diametre. La figure du tuyau étoit comme en la figure *ABCD*, la partie d'en bas étoit recoubee. On mit le réservoir *AB* à différentes hauteurs pour faire différentes expériences.

L'eau du réservoir étant à 24 pieds 5 pouces plus haut que l'ouverture *D*, le jet est monté à 22 pieds 10 pouces; l'ouverture de l'ajutage étoit de 6 lignes; le carré de $22\frac{5}{6}$ est $521\frac{13}{30}$. C'est pourquoi nous faisons comme 25 carré de 5, est à $521\frac{13}{30}$, ainsi 1 pouce de hauteur de réservoir par dessus 5 pieds, est un peu moins de 21 pouces qui doivent être ajoutés aux 22 pieds 10 pouces pour avoir la hauteur du réservoir suivant les mesures de la Table précédente; ce qui fait 24 pieds & près de 7 pouces, ce qui s'accorde assez bien avec l'expérience.

Le jet de 4 lignes à la même hauteur

de réservoir n'est monté qu'à 22 pieds 8 pouces $\frac{1}{2}$, & n'a été plus bas que d'un pouce ou 1 pouce & demi, que celui dont l'ajutage étoit de 6 lignes : mais celui de 3 lignes a été plus bas que celui de 6 lignes de près de 8 pouces, & n'a été qu'à 22 pieds 2 pouces.

Un réservoir de 12 pieds $\frac{1}{3}$ a fait sauter le jet de 6 lignes à 12 pieds, c'est un peu plus que selon la règle.

Un autre réservoir à 5 pieds $\frac{1}{2}$ de hauteur dans une conduite fort large, les ajutages étant de 3 lignes, de 4 lignes, & de 6 lignes, les jets ont jailli à peu près à 25 lignes au dessous de la surface de l'eau du réservoir, & celui de 3 lignes ne différerait de celui de 6 lignes que d'une ligne à peu près. Par le calcul le carré de 5 $\frac{1}{2}$ est 30 $\frac{1}{4}$, & par la règle 25 pieds est à 1 pouce, comme 30 $\frac{1}{4}$ à 1 $\frac{1}{3}$ un peu plus, ce qui donneroit la hauteur du réservoir seulement moindre d'une demi-ligne, que par l'expérience, ce qui n'est pas possible d'observer.

Les petits jets dans les petites hauteurs perdent fort peu par le choq de l'air, & ne sont gueres moins hauts que ceux de 6 lignes, pourvû que les tuyaux soient suffisamment larges ; le surplus de la longueur n'augmente point la hauteur du

294 *Du Mouvement des Eaux.*
jet, ny la quantité de l'écoulement de la dépense de l'eau lors qu'on tient les tuyaux pleins. Car le jet peut soutenir l'eau qui doit sortir toujours d'égale force, & supporter le poids selon la grandeur de l'ouverture de l'ajutage.

Le réservoir étant de 26 pieds 1 pouce le trou de 6 lignes a jailli à 24 pieds 3 pouces, & par la règle le carré de la hauteur étant $588 \frac{1}{16}$, comme 25 est à $588 \frac{1}{16}$ 1 pouce à 23 pouces $\frac{1}{2}$ à peu près doivent être ajoutés à 24 pieds 2 pouces pour faire la hauteur du réservoir fera donc de 26 pieds 1 pouce $\frac{1}{2}$, & l'expérience le fait voir.

La même hauteur de réservoir avec un ajutage de 10 lignes a fait jaillir l'eau à 23 pieds 9 pouces, & par un ajutage de 3 lignes il a jailli à 22 pieds. Dans la première de ces expériences le défaut de la hauteur procède de ce que l'ajutage est trop large pour une conduite de 3 lignes, & que l'eau y allant fort vite éprouve beaucoup de frottement; & dans la seconde c'étoit la petitesse du jet

L'eau du reservoir étant à 35 pieds de hauteur moins un demi-pouce, par un ajutage de 6 lignes, le jet est allé à 31 pieds 8 ou 9 pouces; & par la regle le carré de 31 pieds $\frac{1}{2}$ étant 1092 à peu près, & 25 est à 1002, comme 1 à 40 pouces à peu près, c'est à dire 3 pieds 4 pouces, qui étant ajoutés à 31 pieds 8 pouces, font 35 pieds; ainsi cette experience est conforme à la regle.

Pour le même reservoir l'ajutage de 3 lignes a jailli à 28 pieds; celui de 4 lignes jusques à 30 pieds; & un de 15 lignes à 27 pieds seulement par les mêmes raisons qui ont été dites; sçavoir qu'en cette dernière experience la conduite du tuyau n'étoit pas assez large pour la grosseur du jet, & pour la dépense de l'eau; & dans les deux premières, que la hauteur étant grande, l'air résistoit trop au petit jet de 3 & 4 lignes.

J'ay fait encore des experiences avec un reservoir de 50 pieds de hauteur, & les jets ont suivi les mêmes regles, l'ajutage de 6 ou 7 lignes faisoit les jets les plus hauts.

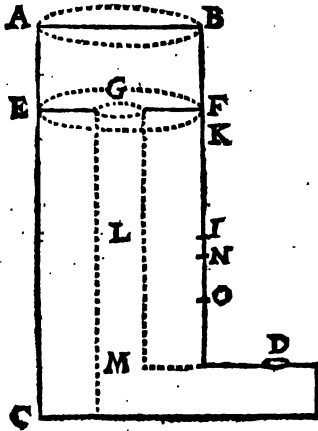
Lors qu'il y a un large reservoir comme d'un pied au haut d'un tuyau de 50 ou 50. pieds de hauteur, & de 3 pouces de largeur; il arrive que lors qu'on laisse

296 *Du Mouvement des Eaux.*

aller un jet de 9 ou 10 lignes, il ne monte pas si haut qu'il devoit faire suivant cette hauteur de reservoir ; car l'eau du reservoir ne peut pas venir assez vite des côtez qui sont éloignez du trou pour entrer dans le tuyau, & il s'y fait ordinairement une espece d'entonnoir en tournoyant à cause de la trop grande dépense de l'eau qui se fait par l'ajutage joint au frottement dans le tuyau, comme il a été expliqué cy-devant. De là il arrive un effet assez surprenant, qui est que lorsque le jet est allé d'abord à une hauteur comme de 45 pieds, il diminuë, & ne va qu'à 44 pieds, & ensuite il remonte à 46, ou à 47, ce qui arrive dès que l'air peut entrer par l'ouverture du tambour : car alors, outre l'acceleration de l'eau qui va plus vite, la hauteur du jet se fait selon la hauteur de l'eau depuis le fond du tambour, & elle n'est plus retenuë par l'eau superieure : cette raison est confirmée par l'experience suivante.

On fit faire un reservoir de 6 pieds de hauteur comme A B C D, & à un pied au dessous du plus haut on souda une platine en dedans représentée par E F percée d'une ouverture de 8 lignes de diametre en G. On y versoit de l'eau jus-

ies à ce qu'elle commençât à couler par



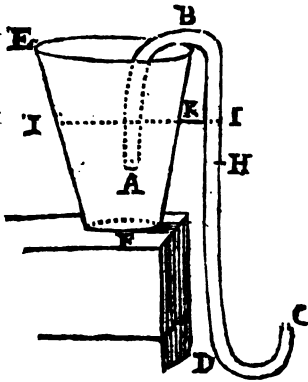
utage D, & l'on fermoit cette ouverture achevant de remplir le reservoir. Pour avoir plûst fait il faut faire un petit trou au dessous de F comme en figure afin que l'eau entrant dans le reservoir par l'ouverture G, l'air puisse entrer facilement, & le fermer ensuite quand le tuyau sera plein jusques à EF on pourra achever de remplir le reservoir jusques en AB. Ce reservoir étant plein, on laissoit couler l'ouverture D, le jet montoit au commencement

198 *Du Mouvement des Eaux.*

comme jusques en I, & diminueoit peu à peu jusques à ce que l'eau fût au dessous de la platine; car alors l'eau s'élevoit jusques vers K.

La cause de cet effet est la même que celle du plus grand écoulement de l'eau, lors qu'on met un tuyau étroit à l'ouverture d'un large réservoir: car alors l'eau coule par le cylindre d'eau GLMD, de même que si c'étoit un tuyau, le reste de l'eau n'ayant point de mouvement considérable à cause de la platine: mais lorsque l'eau est au dessous de G, & que l'air commence à y passer, toute l'eau EFM est libre pour agir sur D, & il doit jaillir jusque près de F. L'effet sera encore plus merveilleux si le trou D est de 6 ou 7 lignes, & le trou G de 3 ou 4; car le jet n'ira pas d'abord plus haut qu'en N; & décroîtra comme jusques en O, & l'eau étant au dessous de G, il remontera jusque près de F.

De même s'il y a un siphon, comme ABC, qui fasse couler l'eau d'un seau EF dont la surface est IK, par BHDC elle jaillira par un petit trou comme jusques en H; & si le siphon étoit moins long, le jet s'éleveroit moins haut depuis son ouverture en C: mais lors qu'il n'y aura plus d'eau dans le

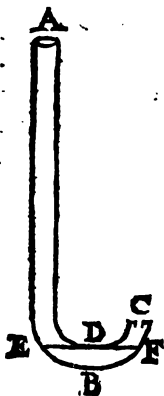


seau au dessus de A , le tuyau se vuidera depuis A jusque vers B , & lors- que le haut de l'eau sera en B , elle jaillira jusques en I si le siphon est de 5 ou 6 lignes de

largeur, & l'ouverture C petite comme de deux lignes , parce qu'alors la vitesse se fait par la hauteur CB , & au commencement elle ne se faisoit que par la hauteur CK , & diminuoit toujous jusques à ce que l'eau du seau fût au dessous de A.

Il semble que c'est le poids de l'eau qui fait faire au jet l'élevation pour se reduire à l'équilibre , & que si l'on pressoit l'eau qui est proche de l'ajutage par un poids égal à celui de l'eau du tuyau , le jet iroit aussi haut : Voicy une experience que j'en ay faite pour le prouver.

ABC est un tuyau de verre d'un pouce & demi de largeur , & la hauteur DA



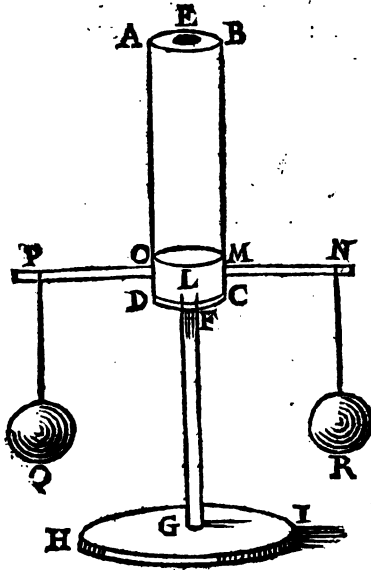
est d'un pied , l'ajutage
ou l'ouverture C est de
2 lignes $\frac{1}{2}$; on verse du
mercure par A jusques à
ce que le fond EF en soit
rempli : on met ensuite
de l'eau doucement en
l'espace CF , après on
ferme l'ouverture C
avec le pouce , & l'on
acheve de remplir de
mercure le tuyau jusques
en A. Lors-qu'on leve
le pouce de dessus l'ou-

verture C , l'eau CF s'éleve jusques à 12
ou 13 pieds à peu près. La cause de cette
grande élévation est la pesanteur specifi-
que du poids du mercure , qui est à cel-
le de l'eau comme 14 à 1. Par consequent
un pied de mercure en DA pesera autant
que 14 pieds d'eau , qui seroient dans un
plus grand tuyau , & feront le même ef-
fort pour faire jaillir l'eau par C. Et par-
ce qu'un reservoir de 14 pieds , fait jaillir
l'eau à 13 pieds environ , un pied de mer-
cure doit faire le même effet. Il n'importe
pas que le tuyau soit large ou étroit ,
pourvû qu'il soit proportionné à l'ou-
verture C.

Il s'ensuyva de semblables effets par des

pois posez sur une siringue, au lieu du poids de l'eau ou du vif argent.

Soit par exemple A B C D une siringue

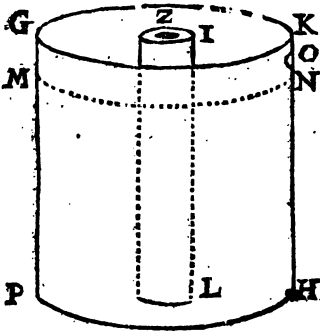


de 3 pouces de largeur ayant à sa sortie une ouverture de 4 lignes en E, le piston est F G, qui a une platine H I au dessous de son manche, auquel elle est attachée afin que la siringue puisse se soutenir droite, le piston étant dedans; il y a de

302 *Du Mouvement des Eaux.*

L'eau depuis le haut du piston L jusqu'en E. M N, O P sont deux bâtons attachez au corps de la siringue, d'où l'on suspend deux poids égaux Q & R avec deux cordes de part & d'autre de la siringue : Je dis que si ces deux poids pesent 20 livres, le jet jaillira par E aussi haut, que si un reservoir, qui auroit communication avec l'ouverture E, & dont le tuyau qui renfermeroit l'eau, seroit égal en grosseur au corps de la siringue A B C D, étoit assez haut pour contenir de l'eau pesant 20 livres. Or le tuyau étant large de 3 pouces, il aura 9 pouces de surface, dont chacune pese 6 onces & $\frac{1}{8}$; c'est donc 55 onces, ou 3 livres 7 onces sur chaque pied de hauteur; & si le reservoir étoit de 6 pieds, ce seroit 20 livres 10 onces: donc le jet iroit environ à 6 pieds, supposant que le frottement du piston ne fût que de la valeur de 10 onces: ainsi si les deux poids étoient de 40 livres, ils feroient jaillir l'eau à 12 pieds à peu près; & s'ils étoient de 100 livres, elle jailliroit comme si le tuyau étoit de 30 pieds de hauteur.

Mais si l'on fait un tambour de cuivre G K P H, dont la platine supérieure soit bien épaisse pour soute-



nir un grand effort , & qu'on y mette un cylindre creux IL ; le rambour étant rempli d'eau jusqu'à MN, qu'il y ait une ouverture O pour y siringuer de l'air par

e moyen d'une soupape qui sera en dedans ; ayant fermé le trou Z lorsque l'air sera condensé 4 fois , son effort sera égal à 4 fois 32 pieds d'eau. ; & si le rambour étoit d'un pied de diametre , chaque pied d'eau de hauteur peseroit 55 livres , ce seroit donc 128 fois 55 livres , ou 7040 livres ; il faudroit donc la force de 7040 livres pour condenser l'air 4 fois ; mais l'ouverture O étoit d'un quart de pouce , & la base H P d'un pied , la proportion seroit comme 1 à 1304 , & la force de 4 livres seroit enlever de l'air jusques à 4 fois ce nombre , s'est-à-dire jusques à porter le poids de 5216 livres ; il porteroit donc autant

de poids que celui de 128 pied d'eau; & par conséquent lors-qu'on ouvreroit l'ouverture Z, le jet iroit à près de 100 pieds.

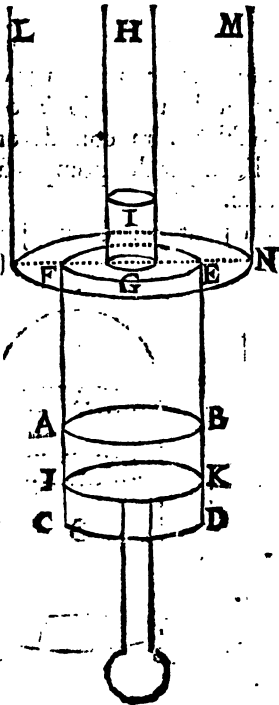
Que si le tambour étoit plus large, l'air qui seroit entre M N & G K, ne seroit pas plus difficile à condenser par l'ouverture O, comme il a été prouvé dans le Traité de la Percussion, & il ne laisseroit pas de faire le même effort pour jaillir jusques à 128 pieds de hauteur, qu'un tuyau de toute la largeur plein d'eau.

J'ay fait encore l'expérience suivante. J'ay pris deux siringues inégales, l'une avoit 2 pouces $\frac{1}{4}$ de diametre. & l'autre $3\frac{1}{4}$; dans celle de 2 pouces $\frac{1}{4}$ cinq livres de poids faisoient descendre le piston à vuide; & ayant empli toute la siringue, & poussant le piston avec une force qui valoit à peu près 12 livres, j'ay fait élever l'eau par un trou de 8 lignes à 4 pieds à peu près: Or un pied de hauteur du tuyau de la siringue vaut à peu près 32 onces ou 2 livres, & 4 pieds valent environ 8 livres: Si donc l'effort étoit de 13 livres, ôtant 5 livres pour le frottement du piston, il restoit 8 livres pour le poids équivalent de l'eau d'un reservoir de 4 pieds de haut un peu plus, & de 2 pouces & $\frac{1}{4}$ de diametre:

l'autre

re siringue donna les mêmes choses à
 ortion.

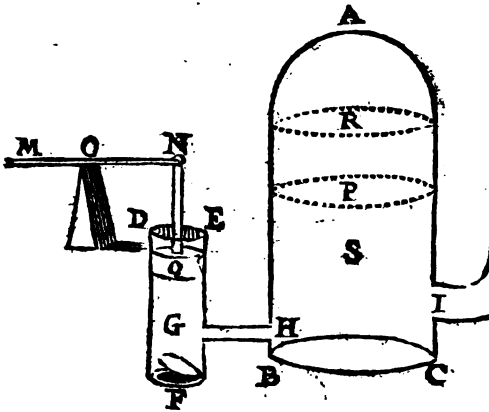
si l'on pousse le piston A B K I



son corps de pompe C D F E, qui
 C s

soit retressi plus haut, & comme on l'en la figure I H, le grand frottement l'eau le long du tuyau étroit, G I H, considérablement la force de l'impulsion pour y faire passer l'eau contenuë en D & elle y passeroit mieux si cette conduite n'alloit que jusques en I, & beaucoup mieux si la conduite étoit plus large que le tuyau de pompe où le piston jouë comme N O, ce qu'il faudra considérer quand on élève de l'eau par des pompes à des hauteurs.

Enfin on peut pousser un jet bien



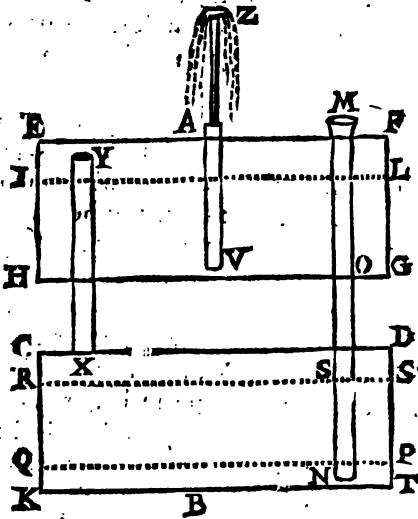
selon la methode suivante. Ayez un vaisseau A B C cylindrique de cuivre

ronde par le haut de deux pieds de hauteur & de 3 pouces de largeur, posé & attaché ferme sur un plan de bois ou de fer &c. Ayez à côté une siringue ou corps de pompe D E F avec son piston N Q, & une soupape au bas, comme on fait ordinairement dans les pompes, & que le piston en descendant avec la force d'un homme ou de deux, fasse par compression entrer l'eau dans le vaisseau par le tuyau G H garny de la soupape en H, comme il a été enseigné au commencement de ce Traité; mettez à côté du cylindre creux ou vaisseau un autre tuyau I L recourbé vers le haut, où il y ait un ajutage de 12 lignes à son extrémité L; si l'on ajuste encore aux deux côtés du vaisseau deux autres pompes semblables à celle-cy, on y pourra faire entrer une tres grande quantité d'eau. Les pistons pourront être attachés à des extrémités de levier comme N pour avoir plus de force, étant attaché à l'appuy en O. Lors-qu'on fera jouer les pistons par le moyen des leviers, l'eau entrera dans le vaisseau A B C, & passera au commencement dans le tuyau I L avec une mediocre force; mais en continuant, on poussera tant d'eau, qu'elle ne pourra pas sortir toute

par l'ajutage L ; alors elle s'élevera comme jusques en P ; & condensera l'air enfermé dans le haut du vaisseau ; & si l'on pouffe encore l'eau avec plus de force, elle montera plus haut, comme en R, condensant l'air de plus en plus ; & quand il le fera 8 fois plus qu'à l'ordinaire, il pressera l'eau R S H I. pour la faire sortir par I L, comme s'il y avoit 7 fois 32 pieds d'eau au dessus de H I, c'est-à-dire 224 pieds, ce qui feroit un jet d'eau par l'ajutage L de plus de 120 pieds de hauteur. Mais il faut que les trois pompes puissent fournir assez d'eau : car l'ajutage L de 12 lignes en dépensera plus de 64 pouces.

L'air se condensant à proportion des poids dont il est chargé, si l'on fait une machine A B composée d'un coffre E F G H plein d'eau jusques à la ligne I L un peu au dessous de E F, & un tuyau M N, qui soit bien soudé en M & en O avec les deux platines E F, G H qui font le dessus & le dessous du coffre, afin que l'air ny entre point ; le coffre E G servira de réservoir. Il faut qu'il y ait encore un autre coffre égal au premier comme C D T K plein d'air, auquel le tuyau M N soit bien soudé. Lors-qu'on versera de l'eau par M, elle

ascendra par N jusques à K T, &c



ant montée jusques en P Q, l'air contenu dans l'espace QPCD, & dans le tuyau X Y bien soudé aux deux coffres, pourra pas sortir par A, & se consommer peu à peu jusques à ce qu'il se se equilibre entre le poids de l'eau en N, & le ressort de l'air enfermé. Par exemple si l'eau s'est élevée jusques en S, l'air contenu en l'espace CDSR,

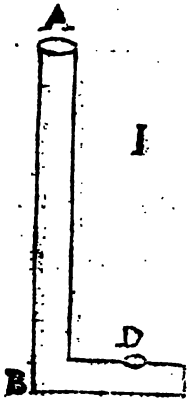
370 *Du Mouvement des Eaux:*
 dans le tuyau XY, & dans l'espace EIFL; sera condensé par le poids de l'eau MS, & pressera l'eau IHGL; alors si l'on ouvre l'ajutage A, dont le tuyau descend près de HG vers V, l'eau jaillira de la hauteur AZ égale à peu près à la hauteur MS, parce que l'air pressé par la hauteur de l'eau MS, fait le même effort sur l'eau IG, que si le tuyau MS plein d'eau étoit au dessus de l'eau IL; & l'eau qui tombera du jet passant par M, rentrera dans le coffre inférieur, & par ce moyen le jet durera jusques à ce que toute l'eau qui est depuis l'extrémité V du tuyau AV jusques à l'extrémité Y du tuyau XY, soit sortie en jaillissant. Cette machine porte le nom de Heron; il l'a décrite dans son Traité, intitulé, *de spiritalibus*, suivant la traduction de Commandin.

On peut faire jaillir cette eau beaucoup plus haut en augmentant la hauteur du tuyau MN.

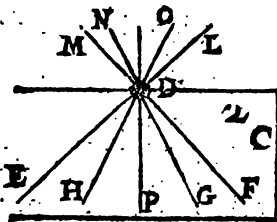
La Beauté des jets d'eau consiste en leur uniformité & transparence au sortir de l'ajutage sans s'écarter que bien peu au plus haut du jet. On a cherché plusieurs manières pour faire les ajutages, dont il y en a qu'on doit préférer aux autres pour plusieurs raisons. Les plus mauvais sont ceux qui sont en cylindre: car

IV. Partie.

Ils arrêtent beaucoup la hauteur du jet, les coniques l'arrêtent moins ; mais la meilleure maniere c'est de percer la platine horizontale qui ferme l'extremité du tuyau de la conduite , d'une ouverture lisse & polie , prenant garde que la platine soit parfaitement plane , polie , & uniforme. Voici quel-



ques experiences que j'en ay faites. Ayant un tuyau de fer blanc A B C de 15 pieds de hauteur , & l'ayant percé en D d'un trou de 3 lignes , le jet étoit parfaitement beau , & alloit à 14 pieds : mais le tuyau ayant été fait plus haut jusques à 27 pieds , & y ayant fait une ouverture de 6 li-

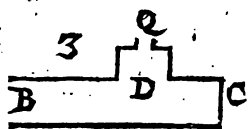


gnes , le jet n'alla qu'à 12 pieds en s'écartant beaucoup , & se separant en plusieurs gouttes ce qui procedoit de ce

312 *Du Mouvement des Eaux.*

que l'eau qui entretenoit le jet , étant poussée de travers avec force , comme on le voit en la figure 2^{me} cy jointe , qui represente une portion du tuyau B C. Car l'eau E D & F D qui vient par les côtez , a une grande vitesse de travers , qui la porte en D L & en D M ; & G D est portée en D N , & H D en D O , ce qui écarte le jet , parce que le peu d'eau qui vient directement de P en D , ne suffit pas pour redresser le jet.

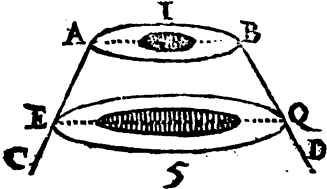
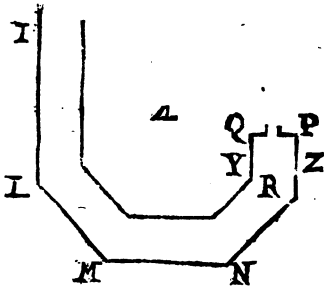
Pour éviter ce defaut je fis mettre en



D un ajutage d'un pouce de longueur , & d'un pouce de largeur , comme on voit dans la figure 3^{me},

où B C D represente la partie B C D de la premiere figure ; on perça d'une ouverture de 6 lignes le petit tuyau montant D Q en Q ; alors le jet fut plus beau , & s'éleva à 3 ou 4 pieds plus haut.

Je fis faire ensuite l'extremité de la conduite selon la figure courbe ILMNOP dans la 4^{me} figure , & dans la platine Q P , je fis mettre un ajutage semblable à la figure marquée 5 , il étoit un peu



en cone ,
 mais il y
 avoit une
 platine inte-
 rieur representée par
 E Q, qui
 laissoit une
 ouverture
 d'un pouce
 au milieu &
 la platine su-
 perieure A
 I B étoit
 percée en
 I au milieu
 d'une ou-
 verture de 6

ignes, ce qui étoit fait afin qu'il n'y eût point de frottement qu'au bord de la platine E Q en dedans : car il n'y en pouvoit avoir que tres-peu en E A & B Q : mais cela réussit tres-mal : car le jet alla moins haut, & s'écarta plus qu'il n'avoit fait par un simple ajustage en cone, ce qui pouvoit venir des mouvemens differens de l'eau, qui ayant passé par Q E, choquoit avec violence la platine A B à côté de son ouverture, & en reflechissant elle empêchoit le reste de l'eau de sortir droit. Enfin je fis mettre une platine bien polie en P Q dans la 4^{me}

314 *Du Mouvement des Eaux.*

figure percée d'une ouverture de 6 lignes bien ronde & polie ; alors le jet fut tres-beau, & s'éleva à 32 pieds, le reservoir étant à 35 pieds 5 pouces, au lieu que les autres jets ne s'élevoient qu'à 27 ou 28 pieds ; ce qui arrive parce que l'eau prend la direction de son mouvement depuis R, & qu'il en vient peu lateralement des côtez Y & Z, qui ne laissent pas de contribuer à la direction du jet, la platine étant tres-polie, & tout étant égal de part & d'autre, & arrêtant également le mouvement lateral l'une de l'autre : Or le jet par cet ajustage s'élevoit jusques à 22 pieds sans se separer sinon en retombant, & s'arrétoit fort peu au haut quand il alloit à 32 pieds, & beaucoup moins que par les autres ajustages. J'ay veu une platine percée d'un trou de 4 lignes & de 6 ou 7 petits alentour, qui faisoient une espece de gerbe dont tous les jets étoient tres-beaux & transparens, & celui du milieu s'élevoit à 18 pieds.

Les jets s'élargissent necessairement à mesure qu'ils s'élevent, dont la raison est ; qu'ils diminuent peu à peu de vitesse, & parce que c'est la même eau qui par sa viscosité se tient unie sans se separer, il faut qu'elle occupe plus de place à l'endroit où elle va moins vite selon la proportion de la vitesse à la vitesse.

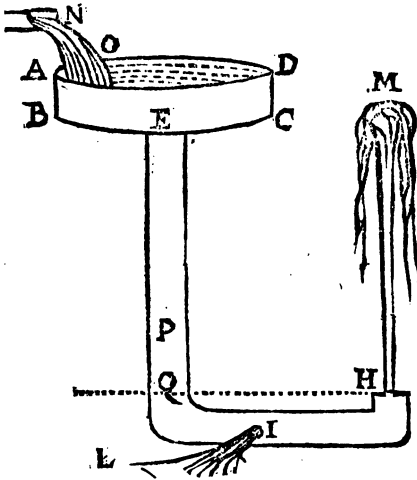
Par la même raison l'eau qui s'écoule par un trou de 5 ou 6 lignes, lors-qu'elle n'est dans le reservoir qu'à la hauteur de 3 ou 4 pouces, va toujours en s'étroissant jusques à se reduire en gouttes quand le filet d'eau est devenu trop petit : car il ne doit y avoir qu'une même quantité d'eau dans tous les espaces qu'elle parcourt en tombant, lesquels en des temps égaux sont entr'eux comme les nombres impairs de suite ; d'où l'on voit que le filet de l'eau deviendroit à la fin plus délié qu'un cheveu : mais avant que d'en venir jusqu'à ce point, elle se separe & se divise en gouttes, qui accelerent toujours leur mouvement jusques à ce qu'elles ayent acquis leur plus grande vitesse.

Il ne faut pas regler la dépense de l'eau par la hauteur des jets, mais par la vitesse de sa sortie par l'ajutage. Or dans les ajutages d'une ligne, ou de deux lignes, les jets ne vont pas si haut à la même hauteur de reservoir que ceux de 5 ou 6 lignes, & cependant ils donnent de l'eau sensiblement dans la proportion de leurs ouvertures, comme l'on a veu. Pour connaître les causes de ces effets differens, il faut considerer, que les petits globes sont aux grands en raison triplée de leurs diametres : mais ils sont retardez dans leur mouvement par l'air selon les surfaces de

leurs grands cercles , & ils forcent cette résistance de l'air selon les différences de leurs poids , comme il a été expliqué cy devant. D'où il arrive que si l'on tue un mousquet chargé de balles , & de menuës dragées de plomb , les ba'les iront bien plus loin que les menuës dragées , quoi qu'elles sortent du mousquet avec les mêmes vitesses comme nous l'avons expliqué. La même chose se doit entendre des petits ajutages & des grands , qui ont une même hauteur de réservoir : car quoi qu'à la sortie des ajutages ils aillent à fort peu près aussi vite l'un que l'autre , lors-qu'ils passent beaucoup d'air , les petits jets sont retardez depuis leur sortie jusques à leur plus grande hauteur beaucoup plus à proportion que les gros jets ; & par consequent les gros iront beaucoup plus haut que les petits , mais ils ne donneront pas plus d'eau à proportion , ou du moins gueres plus , puis-qu'elle ne doit s'estimer que par la vitesse qu'ont les jets à leur premiere sortie de l'ajutage , qui est à fort peu près égale dans les petits ajutages & dans les grands.

Lors-qu'on a un jet d'eau entretenu par une quantité suffisante d'eau , & qu'on perce le tuyau de la conduite par une ouverture égale à celle de l'ajutage pour se servir de l'eau qui en sort , on trouvera la di-

ution du premier jet en cette sorte.
oit A B C D un reservoir à 13 pieds de
eur par dessus l'ajutage H de 6 lignes



verture, le jet doit être d'environ 12
s $\frac{1}{2}$ si la conduite est de 3 pouces de
eur. On fait un trou en I de 6 lignes
sort l'eau I E; le jet H M depense 4
ces d'eau par les regles qui ont été
nées; & parce qu'il en doit sortir autant
et peu près par le trou I, la conduite
trop étroite pour donner la même
eur à deux jets égaux à H M; c'est
quoi aussi-tôt qu'on laissera couler
I L, le jet H M diminuera un peu,

218 *Du Mouvement des Eaux.*

& à cause que les deux trous H & I donnent 8 pouces à peu près, & que l'eau N O, qui fournit l'eau au réservoir, n'est que de 4 pouces par supposition, le réservoir se videra peu à peu s'il est bien spacieux, & fort vite, s'il ne contient qu'un demi muid ou 100 pintes. Il faut donc que l'eau descende dans le tuyau jusques à ce que le jet H M ne donne que 2 pouces : car alors le trou I donnant aussi 2 pouces, toute l'eau N O sera employée. Or 13 pieds est à sa moitié $6\frac{1}{2}$, comme $6\frac{1}{2}$ à $3\frac{1}{4}$; donc la hauteur de l'eau étant P Q de 3 pieds $\frac{1}{4}$ au dessus de H, le jet ne pourra être que de 3 pieds 2 pouces quelques lignes selon les règles cy-dessus : & par conséquent on verra décroître le jet H M jusques à ce qu'il n'ait plus que 3 pieds 2 pouces quelques lignes, & l'eau N O entretiendra la hauteur de l'eau à la hauteur Q P.

Que si l'on referme le trou I, le jet par H commencera à croître jusques à ce qu'il aille en H M, & à même temps l'eau de la conduite s'éleva au dessus de P jusques à ce qu'elle soit dans le réservoir A H à sa première hauteur : on se reglera de même dans les autres cas semblables.

Si les hauteurs des réservoirs étoient extrêmement grandes, les jets se dissiperoient par la rencontre & par le choq violent de l'air, & au lieu d'aller plus haut

que les jets de quelques reservoirs moins hauts, ils iroient beaucoup moins haut.

J'en ay fait les experiences suivantes.

On mit dans une arbaleste un petit tuyau d'un pouce de largeur & de 8 pouces de longueur, attaché fortement dans la coche de la corde de l'arbaleste, & l'ayant bandée on la leva perpendiculairement, & on remplit d'eau le petit tuyau; l'eau étant poussée par la force de l'arbaleste sortit, & rencontrant l'air avec violence s'écarta beaucoup: ceux qui étoient à côté ne virent pas monter le jet: mais ils virent tomber plusieurs petites gouttes à plus de 20 pieds à la ronde de celui qui tenoit l'arbaleste, lequel assura avoir veu monter l'eau jusques à 30 pieds environ: or cette vitesse convenoit à un reservoir de plus de 600 pieds, & le jet devoit être de 20 pieds selon les regles.

AUTRE EXPERIENCE.

J'ay fait charger plusieurs fois un pistolet de 4 pouces de hauteur d'eau au lieu de balles, & tirant cette eau de 20 pieds contre une porte en élevant le pistolet selon un angle de 45 degrez à peu près pour empêcher l'eau de tomber, il n'y en alla pas une goutte. Je le fis tirer une seconde fois de 10 pieds, & il arriva la même

chose; & quand celui qui avoit tiré s'avancoit, & levoit le visage en haut, il sentoit tomber de petites gouttes. Enfin on le tira de 7 pieds contre un papier mis au haut d'une porte, alors le papier fut tout mouillé, & l'on trouva que l'eau s'étoit écartée jusques à 2 pieds de diametre; & l'ayant tiré encore une autre fois de 8 pieds de distance le papier ne fut pas mouillé. Si l'on calcule cette eau comme un cylindre de 5 lignes de largeur & de 4 pouces de hauteur, & qu'on divise le produit par une surface de 2 pieds de largeur, on trouvera que son épaisseur ne sera qu'environ $\frac{1}{70}$ de ligne: car le solide du carré de 5 par 48 est 1200, & le solide du carré de 288 lignes par $\frac{1}{70}$ est un peu moindre que 1200 lignes cubiques, & le cylindre étroit est de 943 lignes cubiques, & celui de deux pieds de diametre pour sa base est de 931: il arrive donc que l'eau étant reduite encore à une plus petite épaisseur comme quand on la tire de 10 pieds de distance, elle se separe en petites gouttes dont quelques-unes s'élevent en vapeurs, & les autres retombent: mais elles sont imperceptibles.

On voit le même effet quand une bouteille de savon se rompt: car les particules de son eau qui sont trop menuës, s'élevent en vapeurs visibles, & le reste tombe. Un

fillet d'eau par un trou d'une demi-ligne au dessous de 100 pieds de hauteur rencontrant la main en jaillissant de travers, se mettoit aussi en vapeurs.

On pourroit objecter que si l'on tiroit de l'eau dans un canon, qui eût un pied de calibre, l'eau iroit plus loin que 10 pieds, on en demeure d'accord : mais elle n'ira pas à 100 pieds, comme on peut le prouver, & l'experimenter.

Or cette vitesse est si grande qu'aucun reservoir accessible n'en peut donner une pareille : car puisque la premiere vitesse de l'eau qui en sortiroit, feroit 1000 pieds en une seconde comme fait le son. supposons que le reservoir soit à 10000 pieds de hauteur, & que la vitesse d'un globe d'eau d'un pied fait en tombant 13 pieds en une seconde, elle fera 10 pieds horizontalement : le produit de 13 par 10000 est 130000, dont la racine quarrée est environ 360 ; comme 13 à 360 ainsi une seconde à 28 à peu près. Si l'on suppose donc qu'un globe d'eau d'un pied accelere selon les nombres impairs de suite, ce qu'il ne fait pas pourtant que jusques à une mediocre distance, il tombera de 10000 pieds en 28 secondes, & fera 20000 pieds horizontalement par une vitesse uniforme égale à la vitesse acquise en 28 secondes, & en une seconde envi-

ron 714 pieds, qui est une vitesse moindre que la vitesse produite par la poudre à canon dans le canon. Mais comme il n'y a point de lieu accessible de 10000 pieds de hauteur, on ne peut voir l'effet de ces jets d'eau, outre que cette hauteur de 10000 pieds donneroit par 1 pied d'ouverture 64512 pouces à peu près qui feroient une riviere trop considerable pour être sur une si grande hauteur.

Il faut donc croire que les plus grands jets ne doivent pas aller à 300 pieds : car le reservoir étant à 600 pieds, il faudroit qu'il fût d'environ 6 pouces de diametre, & la conduite devoit être de 20 pouces de largeur, & il donneroit 16128 pouces, qui est encore une trop grande quantité d'eau; & ainsi il faut se reduire à 100 pieds de hauteur, & à 12 ou 15 lignes d'ajutage: car quand même il iroit à 150 pieds, il ne paroîtroit gueres plus haut à la veüe quand on en seroit à 20 pieds de distance..

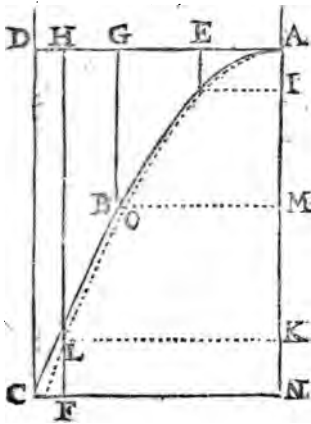
II. DISCOURS.

De la hauteur des jets obliques, & de leurs amplitudes.

L Es jets qui jaillissent horizontalement, ou obliquement comme dans la figure

Suivante, décrivent une ligne courbe qui est une Parabole, ou une demi-Parabole dont Torricelli a donné la démonstration après Galilée ; mais il faut faire abstraction de la résistance de l'air ; toutesfois si les jets sont foibles, la ligne courbe sera sensiblement Parabolique, à cause que l'air résiste à une petite vitesse, & que l'accélération de vitesse de la goutte qui tombe, ou la diminution de celle qui jaillit, se fait sensiblement selon les nombres impairs. Et même dans les vitesses médiocres des jets, leur courbure approche fort de la Parabole ; parce que si d'un côté la direction horizontale est retardée peu à peu, & ne va pas d'un mouvement uniforme, aussi l'accélération ne va pas à la fin de la chute selon les nombres impairs, mais elle retarde par la résistance de l'air, comme on l'a expliqué cy-devant, & ainsi l'un des défauts recompense l'autre, & comme on le voit en la figure suivante, où la véritable Parabole est ABC, si en 3 petits intervalles de temps égaux le mobile parcourt horizontalement les 3 espaces égaux AE, EG, GD, & qu'il parcourre en descendant AI au premier temps ; IM qui contient trois fois AI au second temps ; & au troisième MN qui contient 5 fois AI. Mais si le choq de l'air fait que le mobile n'aille qu'en H au lieu d'aller en :

324 *Du Mouvement des Eaux.*
 D, en ces trois temps aussi le c

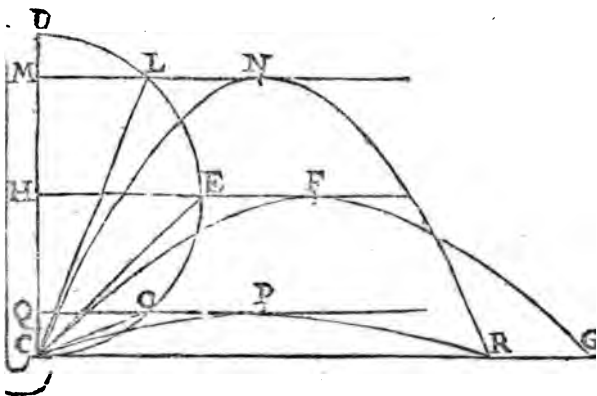


l'air l'empêchera de descendre da
 mêmes temps jusques en N & il
 qu'environ en K, & tirant la parallèle
 qui coupera HF en L un peu au c
 de la courbe A B C, la ligne courbe /
 qui sera décrite par ce mouve
 tardé en proportion (ce qui n'est po
 pas vray dans la rigueur) sera une aut
 rabole interieure à la premiere A B C
 cette propriété des corps qui sont meu
 l'air, nous deduisons les Probleme
 vans.

PROBLEME.

Estant donné la hauteur mediocre d'un reservoir, & le jet étant oblique trouver où il touchera le plan horizontal.

Soit AB le tuyau du reservoir, C l'ajutage, CD une ligne parallele à AB ,



DEC un demi-cercle, donc H est le centre; Galilée & Torricelly ont démontré, que si la direction du jet au sortir de l'ajutage est par la ligne CE qui fasse l'angle DCE avec la perpendiculaire DC de 45 degrez, ayant continué HE perpendiculaire à DG

juſques en F en ſorte que EF ſoit égale au demi-diametre du cercle HE, le point F ſera le ſommet de la Parabole CFG décrite par le jet, comme on le voit en la figure, CE ſera la tangente de cette parabole au point C; & CG l'amplitude de la parabole double de HF ou CD.

Que ſi l'on donne une autre direction au jet comme CL, il faut abaiffer la perpendiculaire LM ſur CD, & MLN étant double de ML, le point N ſera le ſommet de la Parabole que décrira ce jet, dont CR ſera l'amplitude égale à deux fois MN; & de même à l'égard de toutes les autres directions. D'où il ſuit que ſi l'angle LCE eſt égal à l'angle ECO, le jet par la direction CO ira auſſi loin que le jet par la direction CL; & QOP étant égale & parallele à MLN, P ſera le ſommet de la Parabole de ce jet; & qu'elles ſe rencontreront toutes deux dans la ligne horizontale CG au point R, puis-que leur amplitude CR quadruple de ML ou double de MN, ſera commune à toutes deux.

Les jets des bombes pleines de poudre ſuivent les mêmes regles: d'où il ſ'enſuit que ſi l'on a trouvé par experience qu'une bombe, dont la direction eſt élevée de 45 degrez, va juſques à 500 toiſes de longueur, elle ira perpendiculairement juſ-

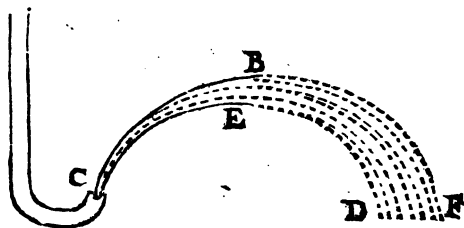
ques à 250 toises : car si CG est 500 toises, & que la bombe ait décrit la Parabole CFG , elle ne s'éleva qu'à la hauteur CD , laquelle est le diamètre du demi-cercle, qui par conséquent sera 250 toises moitié de l'amplitude CG de la Parabole CFG : mais il faut considérer que la résistance de l'air change un peu ces mesures : car il y a plus d'air à passer par CFG , que par CD , la bombe ira un peu plus près du point D à proportion que du point G . Et par la même raison si la direction de la bombe étoit CL , & qu'elle tombât au point R , elle iroit un peu plus loin par la direction CO , parce qu'il y a plus d'air à passer dans la parabole CNR , que dans la Parabole CLR . Voici les expériences que j'en ay faites avec de l'eau, qui doit être plus retardée par l'air, qu'une balle de fer, ou qu'une bombe.

Dans la figure précédente supposons ABC un tuyau de 6 pieds de hauteur depuis la surface de l'eau à la hauteur de D dans le réservoir jusqu'à l'ajutage C ; la direction du jet CFG étoit de 45 degrés sur l'horizon, & par ce que l'on vient de dire, CG qui étoit l'amplitude de la Parabole, devoit être de 10 pieds : mais le jet s'écartoit vers la fin, & celui qui approchoit le plus près de 10 pieds, étoit de 9 pieds 10 pouces ; & par conséquent ce jet ne manquoit que

328 *Du Mouvement des Eaux.*

de $\frac{1}{60}$, c'est à dire deux sur 120. Mais ayant fait des experiences sur de plus grandes hauteurs, le jet diminueoit plus de son amplitude à proportion par la plus grande resistance de l'air, & cette diminution se doit faire à proportion de celle des hauteurs des jets, & ainsi il faudra prendre le double de la hauteur perpendiculaire des jets pour sçavoir l'amplitude du jet Parabolique à l'élevation de 45 degrez.

Les jets de vis-argent font de même, mais leur extremité s'écarte plus qu'aux jets d'eau, dont la cause est que le mercure superieur B F glisse sur l'inferieur C E D



par sa rencontre, & au contraire le mercure qui est vers E descend par sa pesanteur, & par le choq de celui qui est plus haut, c'est ce qui fait que les gouttes de vis-argent sont fort separées les unes des autres entre D & F, & de haut en bas; mais elles ne s'écartent point en largeur. Et si l'on met
l'œil

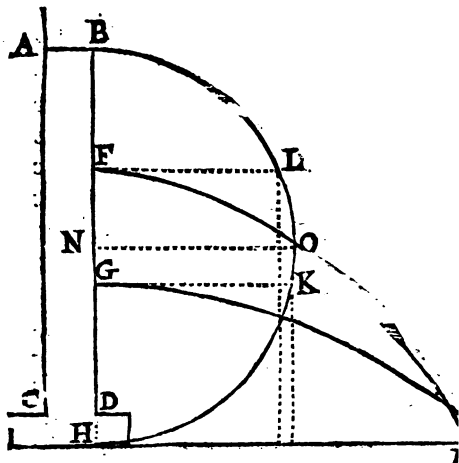
l'œil dans le plan de la direction du jet, il ne paroît que comme un filet de la même largeur par tout, laquelle il a à la sortie de l'ajutage, parce que ne s'écartant point à la sortie, les gouttes les plus proches de l'œil couvrent toutes les autres qui sont au dessous dans toute l'étendue du jet.

Pour prouver par expérience que les matières les plus pesantes font leurs Paraboles plus grandes, j'ay suspendu une balle d'acier à un fil de 42 pouces ou 3 pieds $\frac{1}{2}$ de longueur, & l'ayant élevée par un arc de 50 degrez, je la laissay aller, elle revint après être montée de l'autre côté, à 49 degrez 45 minutes; l'arc des 15 minutes qui manquoient, étoit de la largeur de 6 lignes, & par conséquent il ne perdoit qu'une ligne & demie à peu près en tombant jusques au point de repos. Je mis ensuite une boulette de cire de même grosseur chargée d'un petit poids, en sorte que sa pesanteur spécifique étoit comme celle de l'eau; & l'ayant élevée à 50 degrez elle revint à 4 pouces près au 2^{me} battement; elle perdoit donc 8 fois autant par la résistance de l'air, que celle d'acier, ce qui est à peu près selon les proportions de la pesanteur spécifique de l'eau à l'acier.

Lors-qu'en un tuyau les ouvertures sont plus hautes les unes que les autres, & que

330 *De mouvement des Eaux.*
 les jets sont horizontaux, on peut si
 la longueur des jets sur un plan ho
 tal par les mêmes règles en cette
 niere.

Soit ABCD un vaisseau cylind



ou d'une autre forme, percé en F &
 l'eau étant toujours entretenuë à la
 teur de AB, HI est un plan horizi
 & l'on veut sçavoir où les jets F
 tomberont sur le plan HI. On si
 que le côté du tuyau BFGH o
 percés les trous F & G, est à plom
 la ligne BH pour diametre ayant

Le demi-cercle B L K H, soit mené les perpendiculaires FL, GK à la ligne B H jusques au demi-cercle en L & K, & ayant fait HI double de GK, & H M double de FL, les jets décriront les demi-paraboles GI & FM comme il a été dit cy-devant: d'où il s'ensuit que si N est le centre du demi-cercle, le jet qui jaillira par N ira le plus loin de tous, puis-que la ligne N O qui est le demi-diametre est la plus grande de toutes les ordonnées comme GK, FL. Et si l'on prend des hauteurs égales au dessus & au dessous de N, les jets tomberont au même point sur la ligne horizontale HI.

Si l'on veut sçavoir dans un vaisseau ou dans un reservoir ABCD à quelle hauteur y est l'eau, il y faut percer un trou en quelque endroit comme en G, & ayant marqué quelque point I où passe le jet, soit tiré la ligne IH de niveau par le point I, & par le point G la ligne GH perpendiculaire à IH. Ayant coupé HI en deux également, dont l'une des moities soit GK, soit trouvé la ligne GB troisiéme proportionnelle continué après GH & GK, cette ligne GB est la hauteur de l'eau dans le reservoir au dessus de l'ouverture G, ce qui n'est que la converse de la precedente proposition comme il est aisé de voir, si l'on suppose que la hauteur du reservoir soit HB

au dessus du plan horizontal HI , & l'ouverture du jet soit en G : car selon les élémens de Geometrie, à cause du demi-cercle, les trois lignes GH , GK & GB sont en proportion continuë, ce qui convient à ce que Galilée a démontré dans sa 5^{me} proportion du mouvement des corps poussez & jettez, où il dit que les moitez des amplitudes des paraboles des jets sont moyennes proportionnelles entre la hauteur de la demi parabole, & la hauteur de la liqueur depuis l'ouverture du jet.





CINQUIEME PARTIE.

DE LA CONDUITE

DES EAUX.

ET DE

LA RESISTANCE

DES TUYAUX.

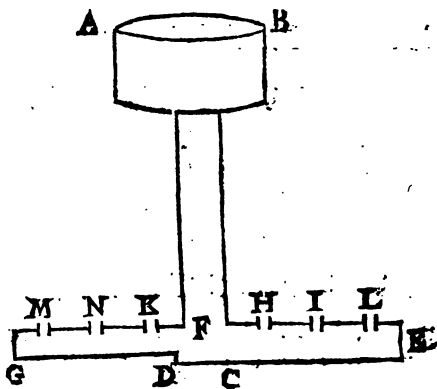
PREMIER DISCOURS.

Des Tuyaux de conduite.

Lors-que la conduite de l'eau qui fournit les jets passe par un long tuyau fort étroit, la vitesse de l'eau y est arrêtée par le frottement, dont on en a fait l'expérience en cette sorte.

ABCD est un tuyau de 6 pouces de diamètre. & de 6 pieds de hauteur; le tuyau CE a 3 pouces de largeur, & le tuyau GF un pouce. On avoit fait aux points H, I, L, trois ouvertures, celle qui étoit en H avoit 2 lignes, celle en I 4 lignes, & la dernière

334. *Du Mouvement des Eaux:*
 en L. en avoit 8. Dans l'autre branche FG



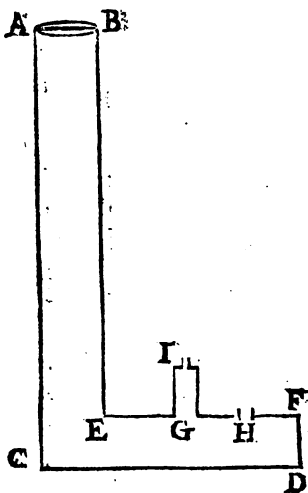
les ouvertures K, N, M étoient disposées de même selon la grosseur des ouvertures à l'égard de la proximité du tuyau A B C D. Le tuyau A D étant plein, on laissoit aller successivement les 3 ouvertures H, I, L; les autres demeurant toujours fermées, le jet par L s'élevoit le plus haut; celui par I ensuite, & celui par H jaillissoit le moins haut des trois. De l'autre côté la grande ouverture M jaillissoit le moins haut, celle en N un peu plus haut, & la petite K la plus haute des trois; la raison de ces effets ne sera pas difficile à connoître, si l'on considère, qu'il sort beaucoup d'eau par les ouvertures L & M, & que pour l'entretenir

il faut que l'eau aille beaucoup plus vite par le tuyau étroit que par le large, ce qui y cause un frottement considerable, qui retarde la vitesse de l'eau, & l'empêche de couler assez vite pour fournir l'ajutage. Mais dans les ouvertures H & K comme la vitesse par les tuyaux est 16 fois moindre que quand l'eau sort par L & M, le frottement dans le tuyau étroit est peu considerable, & ne retarde pas sensiblement le jet K plus que le jet H, & ils montent à peu près aussi-haut l'un que l'autre : il s'ensuit aussi que si l'on diminuë les deux trous I & N, par exemple chacun d'une ligne, alors le jet par I montera moins haut qu'il ne faisoit, & celui par N plus haut; parce qu'il y aura moins de frottement dans le Canal F G qui surpasse le défaut de la resistance de l'air, & dans le Canal C E cette diminution de frottement ne sera pas considerable, mais la resistance de l'air le sera un peu plus qu'au jet de 4 lignes; c'est ce qui a trompé plusieurs personnes qui ont fait leurs experiences dans des tuyaux étroits, comme F G, & ils ont conclu aussi-bien que la plupart des Fonteniers, que l'eau alloit plus haut par des ajutages étroits, que par des larges; ce qui est contre la raison & l'experience, sinon quand la conduite est trop étroite.

Il arrive la même chose quand les aju-

336 *Du Mouvement des Eaux.*

tages sont longs de 6 à 7 pouces, ou même de 2 à 3. Car le jet sera plus haut par une simple ouverture dans la platine qui fera d'une ligne ou d'une demi-ligne d'épaisseur : l'on en fera l'expérience facilement, si l'on a un tuyau de 6 ou 7 pouces de largeur A B C D, & que dans le tuyau



E F suffisamment large on ait fait des ouvertures égales en G, & en H; la première ayant un ajutage GI, & l'autre n'ayant que l'épaisseur du métal : Car l'on verra que le jet par H. ira beaucoup plus haut que

que par GI, & que plus on diminuëra la hauteur de GI, plus son jet approchera de celui par H: d'où il suit que les ajutages longs que l'on met ordinairement à la gueule des Dauphins dans les Fontaines, sont fort defectueux, & quand même l'ajutage seroit un peu en cone, le jet ne laisse pas d'en être retardé: En voici une expérience: un tuyau de verre d'un pied de hauteur & d'un pouce de largeur ayant son ouverture de deux lignes & demie n'a sauté qu'à 10 pouces $\frac{1}{2}$ quand il y avoit un petit cone: mais l'ayant fait sans cone, il a sauté jusques à 11 pouces & $\frac{1}{2}$.

Pour regler la largeur des tuyaux de conduite des eaux selon la hauteur des reservoirs & la grandeur des ajurages, j'ay fait les observations suivantes.

Il y a à Chantilly une conduite de tuyau faite avec des pieces de bois de chesne percées; les ouvertures sont de 5 pouces de diametre. La hauteur de l'eau du reservoir est à 18 pieds & la conduite en pente jusques à un Canal horizontal, est de près de 104 toises. Le Canal ayant été mis à sec, on perça un des corps par le dessus, & on y mit un ajutage de 10 lignes; l'eau étant retenuë par en bas, le jet alla jusques à 15 pieds, ainsi il y avoit quelque petit empêchement dans la longue conduite & dans l'ajutage: car suivant les regles il devoit

jaillir jusques à 17 pieds à peu près. On mit un autre ajutage à 80 toises plus bas dans la même conduite qu'on fit jaillir tout seul, & il n'alla qu'à 14 pieds à peu près, ce que l'on peut attribuer au défaut de l'ajutage qui étoit plus mal fait que l'autre. On laissa aller ensuite les deux ajutages ensemble, & le jet d'en-haut n'alla qu'à 12 pieds, & l'autre qu'à 11; ce qui fit connoître qu'une conduite de 5 pouces de largeur n'est pas suffisante pour un ajutage de 14 ou 15 lignes à cette hauteur de réservoir, ou pour deux de 10 lignes chacun. On ferma les trous, & on laissa jaillir le jet ordinaire, qui est à côté du Canal & élevé de 2 ou 3 pieds plus haut à la même distance du réservoir que le dernier trou; le réservoir n'avoit que 16 pieds de hauteur à peu près au dessus de l'ajutage qui étoit en cône, & de 12 lignes de diamètre; il jaillissoit d'environ 14 pieds, au lieu de 15 pieds un peu plus selon les règles, ce qui prouvoit sans doute de l'ajutage fait en cône, comme il a été démontré.

J'ay fait d'autres expériences avec le même tuyau de 50 pieds, dont il a été parlé avec son tambour au dessus, qui avoit un pied. On y attachâ en bas une conduite horizontale de même largeur de 3 pouces, & de 40 pieds de longueur, &

l'on mit à l'extrémité un ajutage de 6 lignes, & le jet jaillit aussi haut que quand il n'étoit qu'à un pied du tuyau montant, le jet fit aussi les mêmes effets, à sçavoir qu'après avoir jaily d'abord à une certaine hauteur, il diminua peu à peu d'environ un pied; & l'eau étant arrivée au bas du tambour, le jet s'éleva de nouveau, & alla un peu plus haut qu'au commencement, & ainsi une conduite horizontale de 40 pieds de longueur, & de 3 pouces de largeur ne diminua point un jet de 6 lignes d'ajutage.

On a trouvé aussi par expérience qu'un ajutage de 7 lignes n'a point jailli moins haut que celui de 6 lignes à 55 pieds de réservoir avec une conduite de 3 pouces, & ainsi que le tuyau de 3 pouces pouvoit avoir 52 pieds de hauteur pour un ajutage de 6 lignes: On peut donc prendre pour fondement, qu'un réservoir de 52 pieds doit avoir un tuyau de conduite de 3 pouces de diamètre quand l'ajutage est de 6 lignes, & que le jet montera à toute la hauteur qu'il doit avoir.

Pour comparer la largeur de cette conduite à celle que doivent avoir les réservoirs, & les largeurs des ajutages, on fera cette règle de proportion.

Comme le nombre des pouces que donnent les jets est

au nombre des pouces d'un autre jet ;
 ainsi le quarré du diametre de la conduite
 du premier, est
 au quarré du diametre du tuyau de con-
 duite de l'autre.

Cette regle est fondée sur ce qu'il faut
 que la vitesse de l'eau coulante soit égale
 dans les deux conduites, afin qu'il n'y ait
 pas plus de frottement en l'une qu'en l'au-
 tre. Or si le nombre des pouces est quadru-
 ple, il faut que la surface du diametre
 de la conduite soit quatre fois plus grande,
 afin que la vitesse dans les tuyaux soit
 égale.

Suivant cette regle si l'on veut sçavoir
 quelle largeur de conduite il faut donner
 pour avoir un jet de 100 pieds par 12
 lignes d'ajutage, il faut prendre 52 pieds
 de hauteur, qui par un ajutage de 6 li-
 gnes ayant le tuyau de conduite de 3 pou-
 ces de diametre, donne 8 pouces ; &
 parce que suivant la table des hauteurs
 des jets le reservoir de 100 pieds de jet
 doit être à 133 pieds $\frac{1}{3}$, on dira que com-
 me 52 est à 133, ainsi 64 quarré de 8
 est à 170, & la racine quarrée de 170
 étant 13 à peu près, l'on voit que le re-
 servoir de 133 pieds par 6 lignes donnera
 13 pouces & par 12 lignes d'ajutage 52
 pouces d'eau : donc comme 8 à 52, ainsi
 9 quarré de 3, qui est le diametre de la

conduite, doit être à $58\frac{1}{2}$ dont la racine quarrée est $7\frac{2}{3}$ à peu près, qui sera le diametre de la conduite que l'on cherche, mais pour plus grande seureté on peut lui donner 8 pouces.

Lors-que les ajutages sont inégaux, & les hauteurs des reservoirs égales, il n'y a qu'à faire les diametres des conduites en même raison entr'elles, que les diametres des ajutages : car alors les frottemens seront égaux, & l'eau ira plus vîte dans l'un des tuyaux qu'en l'autre, en voici un exemple.

Un tuyau de 13 pieds de hauteur donne 1 pouce par 3 lignes : donc par 6 lignes il donnera 4 pouces ; & par consequent si la conduite demeure de même largeur, l'eau ira 4 fois plus vîte, & auroit quatre fois autant de frottement ; il faut donc pour la faire aller aussi-vîte, que le quarré du diametre de la conduite soit quatre fois plus grand, & pour lors la racine de ce quarré sera à la racine de l'autre comme 6 à 3.

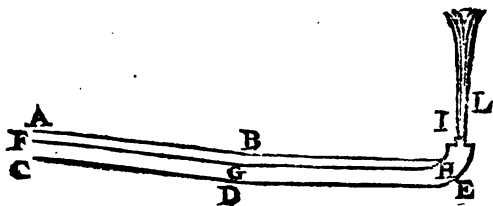
Il arrive un effet assez surprenant dans la conduite de quelques tuyaux de Chantilly ; ces tuyaux qui sont de bois poussez & mis l'un dans l'autre passent par un petit étang, & ensuite par un long Canal ; d'où il arrive que si l'on ferme tout à coup l'entrée du reservoir, & que l'eau ne coule plus dans le tuyau de conduite, ce jet de 14

pieds ne cesse pas tout-à-fait : mais il continuë à jaillir à plus de deux pieds sans discontinuation ; supposant que l'entrée du reservoir fût bien fermée l'on pourroit attribuer cet effet à ce que l'eau s'écoulant avec grande vitesse, le poids de celle de l'étang & du Canal fait un peu entr'ouvrir les corps des tuyaux qui entrent l'un dans l'autre, & il se fait une petite aspiration d'eau, de même qu'il se fait une expiration d'air assez sensible quand ce tuyau de conduite étant vuide, on y fait entrer tout-à-coup l'eau du reservoir : car alors l'air étant pressé force les tuyaux, & se fait un peu de jour entre ceux qui sont emboitez l'un dans l'autre. Or l'aspiration qui se fait d'un peu d'eau de l'étang & du Canal, est assez grande pour fournir ce jet de 2 pieds.

Il arrive encore au même jet un autre effet extraordinaire qui est, que si l'on met la main sur l'ajutage, & qu'on l'y tienne pendant 10 ou 12 secondes, l'eau ne jaillit point d'abord qu'on ôte la main, & commence peu à peu à s'élever à 3 pouces, puis à 1 pied, & enfin à 2 successivement dans un temps considerable. J'ay veu le même effet dans une eau qui couloit horizontalement par un tuyau de cuivre : car l'ayant fermé avec la main dans la pensée que cette eau étant retenuë un

peu de temps, elle feroit un plus grand effort, & jailliroit plus loin, je fus surpris qu'il ne coula pas presque d'eau d'abord: mais enfin peu à peu elle reprit sa force ordinaire, voici comme j'explique cet effet.

Dans le Canal de Chantilly qui a une pente tres-petite jusques à 30 toises du jet, l'eau y couleroit tres-lentement si elle n'étoit poussée par l'eau supérieure dont la pente est plus roide. Or si l'on suppose que A B C D soit la pente roide, & que le Ca-



nal ne soit qu'à demi-plein, comme depuis C D jusques à F G, l'eau y coulera assez vite & poussera avec la même impression celle qui est en G H D E, & par le mouvement qu'elle aura acquise dans ce chemin, elle sera portée assez vite jusqu'à l'entrée de l'ajutage I L qu'elle remplira entierement; & étant choquée par celle qui succede, elle s'éleva jusques à 2 pieds, mais lors-qu'on la retient, on

mouvement , & même elle reflue vers B G D en s'élevant vers le haut du tuyau proche de C, ce qui fait que cette eau étant dans son mouvement , & sa moindre hauteur en B étant moindre que la hauteur du point L , elle ne peut faire d'effort pour couler ou pour jaillir, qu'après que le mouvement commence à se faire ensuite du premier écoulement qui est tres-lent.

Il faut éviter de faire les tuyaux de conduite coudez à angles droits: car l'eau dans son mouvement heurtant contre la partie du tuyau qui lui est opposée , le met en danger de crever , & elle est retardée considérablement par cette rencontre.

Si l'on veut que l'eau jaillissante conserve sa force par plusieurs années, il faut tenir les conduites un peu plus larges que selon le calcul qui en a été fait : car il s'y amasse de la bouë , & des ordures qui retardent un peu l'écoulement , & même il y a des eaux qui emportent avec elles des atomes pierreux , qui venant à s'attacher ensemble , forment des pierres qui bouchent la conduite : j'en ay fait l'observation dans l'Aqueduc d'Arcueil, & l'on voit proche de l'Observatoire dans le grand regard où se fait la separation des eaux , un bassin qui a un gros jet au milieu d'un demi-pied de hauteur , la circonference de ce bassin est de cuivre , où l'on a fait plu-

fiereux ouvertures circulaires d'un pouce de diametre pour faire connoître la quantité d'eau qu'il y a dans l'Âqueduc ; mais peu à peu il s'est amassé dans ces ouvertures une matiere pierreuse qui les a enfin bouchées entierement sans que l'eau y puisse plus passer, ce qui est assez surprenant : car il semble que l'eau coulante devoit emporter les ordures qui s'y pourroient amasser. Cela se fait de la même maniere qu'il s'amasse de la neige à côté ou sur les branches des buissons quand il fait broüillards pendant un grand froid : Car le vent portant de petites parcelles ou atomes de vapeurs glacées, les introduit dans quelques pores de ces branches ; & les premieres retiennent & accrochent ceux qui suivent, & enfin il s'y en fait un amas de 2 ou 3 pouces de hauteur. De même l'eau chariant de petits atomes de pierre dont elle se charge en passant par les terres, en fiche quelques-uns dans les pores du métal, & un autre qui suit se joint au premier selon sa disposition & sa figure. Il en passe beaucoup qui ne s'y attachent pas : mais par une suite d'années il s'y en amasse enfin assez pour boucher entierement les ouvertures, comme si c'étoit une seule pierre assez dure, en sorte que l'on est obligé tous les 50 ans environ de relever tous les tuyaux & de les refaire à neuf.

Lors-que la conduite de l'eau dans un tuyau large se subdivise en plusieurs conduites pour faire plusieurs jets, il faut considerer tous les pouces d'eau que doivent donner ensemble tous ces jets pour determiner la largeur du grand tuyau de conduite, & il les faut reduire ensuite par le calcul à une seule ouverture de jet.

E X E M P L E.

LA principale conduite d'une eau se divise en six tuyaux, dont il y en a deux qui ont chacun 3 lignes de diametre d'ajutage, deux autres qui en ont chacun 5, un qui en a 6, & un autre qui en a 8, la hauteur du reservoir est supposée à 52 pieds: donc si les conduites sont suffisamment larges, & qu'il y ait assez d'eau dans le reservoir pour fournir à toute la depense, les ajutages de 3 lignes donneront 2 pouces chacun selon les regles & les tables qu'on a données cy-dessus; ceux de 5 lignes donneront chacun 5 pouces $\frac{4}{6}$, celui de 6 lignes donnera 8 pouces, & celui de 8 lignes donnera 14 pouces & $\frac{2}{9}$, la somme de la depense d'eau de tous ces jets sera donc de 37 pouces $\frac{2}{9}$: c'est pourquoi suivant la regle precedente pour 52 pieds de hauteur de reservoir le diametre de l'ajutage doit être au diametre du tuyau de conduite comme 6 lignes à 3 pouces, ou bien comme 1 à 6 qui est la même raison.

Mais comme dans cet exemple, nous n'avons que la depense de l'eau qui est de 37 pouces, & $\frac{2}{5}$ à la hauteur de 52 pieds de reservoir; il faut chercher quel seroit le diametre de l'ajutage qui fourniroit cette quantité d'eau; ce qui se fait par la regle de la mesure des eaux jaillissantes de la seconde Partie, & l'on trouve 13 lignes à tres-peu près; on fera donc comme 1 est à 6, ainsi 13 à 78 lignes de diametre du tuyau de conduite de toute l'eau: ou bien 6 pouces $\frac{1}{2}$ & chacune des conduites pour 3 lignes de diametre d'ajutage auront 1 pouce $\frac{1}{2}$ de largeur; car par la regle precedente les diametres des tuyaux de conduite sont entr'eux en même raison que les diametres des ajutages la hauteur du reservoir étant la même, chacune de celles qui portent des ajutages de 5 lignes auront 2 pouces $\frac{1}{2}$, pour celle de l'ajutage de 6 lignes; elle aura 3, pouces de diametre, & celle de 8 lignes aura 4 pouces. Et si l'eau du reservoir peut donner ou fournir 37 pouces ces jets iront continuellement. On remarquera que le jet de 8 lignes d'ajutage ira le plus haut de tous, & pour sçavoir sa hauteur; on trouvera dans la table de la 2^{me} regle du premier discours de la quatrième partie, qu'un jet de 50 pieds doit avoir pour la hauteur de son reservoir 58 pieds 4 pouces; c'est pourquoi le jet est entre 45 & 50 pieds, & fort

348 *Du Mouvement des Eaux.*
proche de 45; & si l'on fait le calcul par la
regle pour le jet de 46 pieds de hauteur, on
trouvera 52 pieds $\frac{1}{2}$ pouces pour la hauteur
du reservoir; d'où l'on peut conclure que le
jet n'arrivera pas tout a fait à 46 pieds, quoi-
que le reservoir soit de 52 pieds de hauteur.

II. DISCOURS.

*De la force des Tuyaux de conduite, & de
l'épaisseur qu'ils doivent avoir suivant
leur matiere & la hauteur des reservoirs.*

Lors que les reservoirs sont fort élevez
ou qu'on fait une conduite d'eau de-
puis quelque lieu fort haut, les tuyaux de
conduite sont souvent en danger de se
rompre principalement si la conduite se
fait par des vallées profondes; & ce seroit
une chose tres-fâcheuse, si après avoir fait
beaucoup de dépense, quelques tuyaux ve-
noient à crever, soit par le défaut de la
soudure ou de la foiblesse des tuyaux: il
faut aussi éviter d'employer trop de plomb
ou de cuivre, pour donner des grandes
épaisseurs aux tuyaux lors-que des ép-
seurs mediocres suffisent; voicy ce qu'on
pourra observer sur cette matiere.

Les corps solides & fermes resistent à
être rompus par les petits liens & embar-

ras de leurs particules qui sont entrelacées les unes dans les autres, il y a des matieres faciles à rompre comme la glace, & d'autres qui se rompent difficilement, comme le fer, le marbre &c.



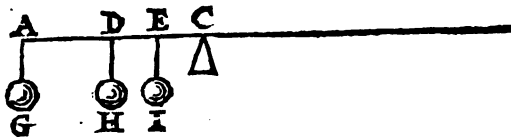
On appelle la resistance absolüe d'un solide à être rompu, lorsqu'on le tire pour le déchirer ou rompre : ainsi si l'on suspend un cylindre de bois AB par des cordes à une poutre par le moyen d'une grosse tête A, & qu'on attache vers sa base B des cordes qui suspendent un poids C de 1000 livres, qui puisse rompre ce cylindre vers D où plus haut ou plus bas en détachant & separant ses parties entrelacées, on dira que sa resistance absolüe est de 1000 livr. Par la même maniere on sçaura la resistance absolüe d'une petite bande de papier, si l'on fait deux anneaux aux extremités en repliant les

352 *Du Mouvement des Eaux.*

fer. & les autres corps solides ont des fibres & des parties rameuses entrelacées les unes dans les autres, & qui ne peuvent se separer que par une certaine force & qu'elles forment toutes ensemble la fermeté & résistance de ces corps à être rompus quand on les rompt perpendiculairement de haut en bas selon leur longueur.

2. Que ces parties peuvent s'étendre plus ou moins par de differens poids, & qu'enfin il y a une extension qu'elles ne peuvent souffrir sans se rompre, en sorte que s'il faut qu'un solide de bois soit étendu de deux lignes pour être rompu, & qu'un poids de 50 livres puisse faire cette extension, un poids de 125 livres ne le fera étendre que d'environ une demi ligne, un de 250 lignes, qu'il d'environ une ligne &c. & qu'ainsi chaque extension fera équilibre avec un certain poids.

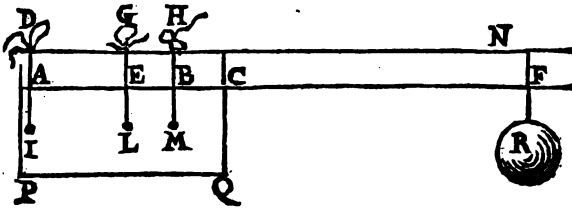
Cela étant supposé, soit considérée la balance A C B tournant sur l'appuy C char-



gée à son extrémité B, d'un poids F faisant équilibre avec les 3 poids égaux G H I la distance

stance B C est à C E comme 12 à 1, C D est double de C E, & C A double de C D : Or si le poids G est de 12 livres, il faudra un poids en F de 4 lignes pour le soutenir, puisque la distance B C est triple de C A, il ne faudra que 2 livree en F pour soutenir le poids H, & une livre seulement pour soutenir le poids I, & par ce moyen un poids de 7 livres en F fera équilibre avec ces 3 poids chacun de 12 livres en G, H & I : si donc on ajoute un petit poids en F, les 3 poids s'éleveront ; & quoy qu'ils s'élevent inégalement, chacun agira par une pesanteur de 12 livres selon leur distance du poids C, mais il n'en est pas de même des parties d'un solide qui se rompt transversalement : & pour le faire voir,

Supposons que F C soit de 12 pieds,

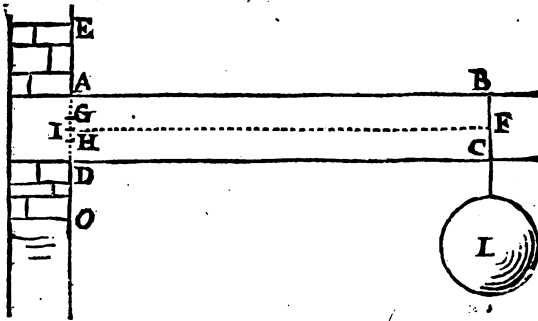


CA de quatre, CE de 2, & CB d'un pied
 & que le solide A DC N soit joint au solide
 A C P Q inébranlable, par les 3 cordelettes
 égales & également fortes DI, G L, H M,
 G. g

un peu tenduës qui passent au travers des petits trous dans le solide *ACPQ* & nouëes par dessus l'autre, comme on le voit en la figure ; soit encore supposé qu'afin que chaque cordelette soit prête à se rompre, il faille qu'elle soit étenduë de 2 lignes, plus qu'elle n'est, & qu'un poids *R* suspendu en *F* de 4 livres, puisse être assez fort pour reduire la cordelette *ID* à cette extension de 2 lignes, & qu'y ajoutant un tres-petit poids, elle doive se rompre, il est évident qu'il faudra deux livres en *R* pour étendre de 2 lignes la cordelette *LG* étant seule & une livre seulement pour étendre de même la cordelette *HM*, si le centre du mouvement est en *C* : Mais parce que lors que la cordelette *DI* est étenduë de 2 lignes, la cordelette *GL*, n'est étenduë que d'une ligne, & la cordelette *HM* d'une demie ligne quand on les tire toutes ensemble, il s'ensuit par la 2^{me} supposition qu'un poids d'environ une livre fera alors équilibre avec la tension de la cordelette *GL* qui n'est que d'une ligne, & qu'il ne faudra que 4 onces pour faire équilibre avec la tension de la cordelette *HM* quoi que sa resistance totale de cette derniere soit d'une livre ; & par consequent pour reduire les trois cordelettes en cet état, il suffira que le poids *R* soit de 5 livres $\frac{1}{2}$, & que si on y ajoute un tres-petit poids, la cordelette *DI* se rompra & pres-

que en un même moment les deux autres, parce qu'elles résistent beaucoup moins que les trois ensemble.

Appliquons maintenant ces raisonnemens au solide $A B C D$ fiché perpendiculaire-



ment dans le mur $E A D O$, & supposons que si on le tiroit de haut en bas perpendiculairement, il fallut 600 livres pour le rompre, je dis que si $A D$ est divisé en trois parties égales par les points G, H , & que $C D$ soit à $D H$, comme 60 à l'unité, il suffira que le poids L soit de 10 livres pour rompre le solide, au lieu que selon Galilée il faudroit qu'il fût de 15 livres, puisque $C D$ est à $D I$ moitié de $D A$ comme 60 à un & demi ou 40 à l'unité, & que 600 est le produit de 15 par 40.

Pour prouver cette proposition, supposons comme il a été expliqué cy-devant

$G g i j$

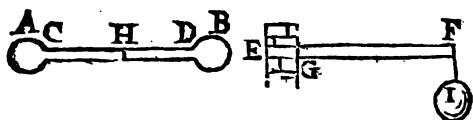
que la fibre vers A se doit étendre de 16 parties tres-petites pour être rompuës , & qu'il faille une pareille extension pour rompre les fibres vers G, I, & H, il est évident que ces dernieres ne résisteront pas de toute leur force pour empêcher la rupture de la fibre vers A, & que si elles résistent à proportion de leur distance du point D, & s'il faut 16 livres en L pour rompre la fibre en A, il en faudroit seulement 12 pour rompre la fibre en G, 8 pour rompre la fibre en I, & 4 pour rompre la fibre en H; mais parce que quand la fibre en A se rompt, la fibre en G ne sera étendue que de 12 parties, celle en I que de 8, & celle en H que de 4, ce qui fait encore une autre raison semblable, & ainsi au lieu de 12 livres pour rompre la fibre vers G. Il ne faudra que 9 livres (çavoir les $\frac{3}{4}$ de 12, & 4 livres pour rompre la fibre vers H. Or 12 est moyen proportionnel entre 16 & 9, & 4 entre 16 & 1, & par conséquent ces nombres 1, 4, 9, 16 étant quarrés, si l'on conçoit que la longueur A D soit divisée à l'infiny, les résistances de toutes les fibres feront en la proportion des quarrés de suite depuis l'unité, mais si on prend tels nombres de quarrés qu'on voudra de suite commençant à l'unité, trois fois leur somme moins le nombre triangulaire, qui correspond au dernier terme de la Progression, sera égal au produit du plus grand quarré par

Le nombre de la Progression commençant à zero, & ce nombre triangulaire excédant fera à ce dernier produit selon la Progression à l'infiny $\frac{1}{2} \frac{1}{4} \frac{1}{6} \frac{1}{8} \frac{1}{10}$ &c. dont cet excés à l'infiny sera comme rien, & par conséquent tous les quarez à l'infiny ne feront ensemble que le tiers d'autant de quarez égaux au plus grand y en ajoutant un pour le 1^{er} terme zero de la Progression, de même que si l'on prend une Progression de suite, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c. La somme de tous ces nombres est la moitié du produit du plus grand par le nombre de la Progression.

Pour prouver par induction cette propriété des quarez de suite, prenons l'unité qui est le 1^{er} carré, le triple de l'unité est 3, l'unité multipliée par les nombres des termes de la Progression, 0, 1, est 2, qui est moindre que 3 du 1^{er} nombre triangulaire 1 qui est $\frac{1}{2}$ du nombre 2, 1 & 4 ensemble font 5, trois fois 5 est 15, le produit par la Progression 0, 1, 2 est 12 moindre que 15 de 3 qui est le second nombre triangulaire & qui est $\frac{1}{3}$ de 12, 55 est la somme des 5 premiers quarez, 3 fois 55 est 165, le plus grand carré 25 multiplié par les 6 termes de la Progression, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 150 moindre que 165 de 15 qui est $\frac{1}{10}$ de 150.

Pour sçavoir si l'expérience seroit con-

353 *Du Mouvement des Eaux.*
 forme à ce raisonnement , je fis tourner au tour deux morceaux de bois fort sec , l'un d'eux représenté par A B avoit à



ses extremittez deux petites boules & le reste C D étoit uniformement épais de trois lignes , l'autre E F étoit en toute sa longueur épais de 3 lignes ; je mis le bout de ce dernier jusques au point G dans un petit trou fait dans une poutre , & il le remplissoit exactement , & j'attachay à l'autre bout un poids de six livres en F , la distance G F étoit de 4 pouces ou 48 lignes , & par consequent e F étoit 48 fois plus grande que le tiers de l'épaisseur du bâton cylindrique G F , puisque ce tiers n'étoit que d'une ligne , & selon Galilée la proportion du poids étoit augmentée 32 fois , mais le bâton se courba un peu , & la distance ne fut plus que comme 30 à 1 à peu près , le poids I de six livres suspendu au point F fit rompre le bâton au point G : Or si la force de ce poids n'eût été augmentée que de 30 fois , il ne devoit faire qu'un effort de 180 livres qui

est le produit de 30 par 6, je suspendis ensuite le bâton A B par quatre cordelettes attachées à une petite corde qui faisoit deux tours autour du col D & étoit retenue par la boule B D, & j'accommoday de même quatre autres cordelettes à la boule C A pour suspendre un poids de 180 livres qui devoit rompre le bâton A B, le tirant en bas perpendiculairement, si la règle de Galilée eût été véritable, mais il ne se rompit pas. L'expérience se fit en présence de Mrs de Carcavy, de Roberval, & Hugens; je fis ajoûter des poids de 10 ou 12 livres les uns après les autres, & enfin quand il y en eut en tout environ 330 livres, il se rompit au point H. Or si l'on prend la proportion de 47 à 1 (qui est le tiers de l'épaisseur) à cause que le bâton se courba un peu avant que de se rompre, le produit de 47 par 6 est 282 au lieu de 330, mais il y a apparence que si on y eût seulement mis 300 livres, & qu'on les y eût laissées quelque temps comme on laissa les 6 livres en I, il se fût rompu de même, mais enfin la proportion fut beaucoup plus grande que de 30 à 1, & il ne manqua qu'environ $\frac{1}{7}$ qu'elle ne fut comme 47 à 1, ce qui put arriver à cause que le bâton G F étoit peut-être plus foible vers le point G ou un peu plus épais : on recommença l'expérience en

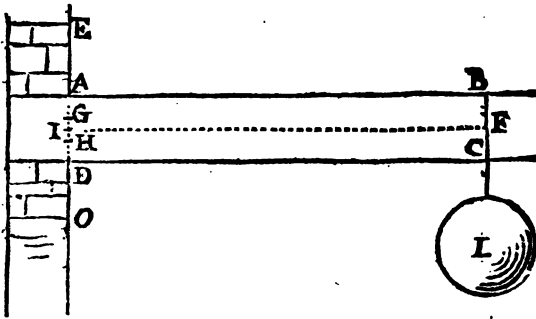
350. *Du Mouvement des Eaux.*

laissant une grande épaisseur aux deux bouts du bâton E F, laissant seulement deux pouces de G vers F. afin que cette partie se courbât fort peu. Je me servis ensuite de quelques canons de verre solide de $\frac{4}{3}$ de ligne d'épaisseur, & je trouvois toujours à peu près qu'il failloit prendre la proportion de la longueur du cylindre de verre au tiers de son épaisseur & dans une expérience, ou selon Galilée il n'eût fallu que 30 livres pour rompre la petite verge de verre fixée perpendiculairement de haut en bas, il y en fallut suspendre 50; le sieur Hubin ajustoit de petites boules de verre aux deux bouts du cylindre pour le suspendre.

On peut objecter que dans le bois ou le verre ou les métaux, il n'y a rien qui s'étende avant la fraction; je demeure d'accord que l'extension du verre n'est pas sensible, mais celle des métaux se reconnoît aisément en ce que les cordes de clavessin de quelque métal qu'elle soient s'étendent sensiblement; d'où il s'ensuit qu'un cylindre d'un pouce d'épaisseur doit s'étendre aussi, mais il faudroit un poids de plus de 2000 livres pour l'étendre sensiblement: car puis qu'une boule de verre & d'acier s'enfonce par le choq, & se remet en sa 2^{ere} figure, elle peut aussi s'étendre. Si on laisse tomber un cylindre de bois sec d'un pouce d'épaisseur sur une pierre plate, il rebondit,

bondit, & par consequent il a ressort, & les parties souffrent extension & pressement, & parce que l'expérience fait voir qu'un petit bâton qu'on plie pour le rompre, se resserant vers la concavité de sa courbure, s'étend nécessairement vers la convexité avant que de se rompre : de là on peut conclure qu'il faut un effort pour faire la compression vers la concavité.

Cela étant supposé, si A B C D est un bâ-



ton carré fiché dans un mur, on peut concevoir que depuis D jusqu'à I, qui est la moitié de l'épaisseur A D, les parties se pressent par le poids L, celles qui sont proches de D davantage que celles vers I, & que depuis I jusques à A elles s'étendent, comme il a été expliqué, & l'on pourra appliquer le même raisonnement des cordelletes à la partie I A ; d'où il s'ensuivra que

H h

comme la longueur $I F$ est au tiers de l'épaisseur $I A$, ainsi sera augmentée la force du poids L pour rompre le solide, & comme il faut plus de force pour presser les parties vers D que vers H , si on suppose que cette force diminuë selon la suite des nombres jusques à l'unité, il faudra encore la même proportion de la longueur $I F$ au tiers de la largeur $D I$ pour faire ce pressement; & comme il est tres-vray semblable que ces pressemens résistent autant que les extensions, & qu'il faut un même poids pour les faire, ces extensions, & ces compressions partageront la force du poids L , ajoutant le tiers de l'épaisseur $I A$ au tiers de l'épaisseur $I D$, le tout sera égal au tiers de toute l'épaisseur $A D$; d'où il s'en suivra la même chose que si toutes les parties s'étendoient: donc pour reduire l'extension vers les point A à la rupture, il faut que le poids L soit un peu plus de 10 livres pour rompre le solide $A B C D$, si la longueur $C D$ est au tiers de l'épaisseur $A D$, comme 1 à 30, & qu'il faille un peu plus de 300 livres pour le rompre en le tirant de bas en haut: car la même chose doit arriver pour l'effort du poids, que si les parties entre $I D$ s'étendoient comme les supérieures.

J'ay expérimenté avec le sieur Hubin, qu'un fil de verre d'un quart de ligne d'é-

poisseur & long de 4 pieds, s'étendoit de $\frac{4}{7}$ de ligne sans se rompre, & en le laissant retourner de lui même, il reprenoit sa 1^{re} extension; on en fit étendre trois de même grosseur qui se rompirent étant étendus jusqu'à une ligne & demie. Pour le connoître il y avoit aux deux bouts de chaque fil une boule de verre de 2 ou 3 lignes, on engageoit une de ces boules entre deux clouds à crochet enfoncez vers l'extrémité d'une table jusques à leur moitié, en sorte qu'en les poussant tres fort, on ne les faisoit point branler sensiblement; & par conséquent le gros bout du filet étant bien engagé par le bas des clouds, ne se pouvoit approcher vers l'autre bout de la table, il y avoit 3 petits trous d'épingle pour faire discerner l'allongement, le fil portoit sur la table en sa longueur; mais en le tirant mediocrement il n'y portoit plus; le gros bout qu'on tiroit, touchoit la table, on remarquoit qu'il touchoit par son extrémité le 1^{er} trou d'épingle en le tirant avec la main mediocrement, & en le tirant plus fort il alloit jusqu'au 2^{me} trou, & en le tirant encore plus, il alloit jusques au 3^{me}, & en relâchant un peu de l'effort, il revenoit au 2^{me} ou au 1^{er} trou. Pour bien faire il eût fallu qu'un des bouts eût été poussé à force en tournant dans un trou d'un morceau de fer, & que l'autre

eût été attaché à 2 ou trois petites cordelettes, qui étant jointes ensemble n'en eussent fait qu'une, qu'on auroit entortillée autour d'une cheville d'un luth ou d'un autre instrument pour étendre le filet en tournant peu à peu. On auroit fait des marques pour reconnoître l'allongement, & même on pourroit faire sonner le fil de verre comme une corde d'épinette.

Cela étant supposé, voici les expériences que j'ay faites pour la résistance des solides : ces regles peuvent beaucoup servir aux Architectes pour les poutres, pour les faillies &c.

Un canon de verre de $\frac{1}{3}$ de ligne d'épaisseur s'est rompu par son propre poids à 6 pieds de faillie.

Un cylindre de marbre noir de 5 lignes de diametre a soutenu horizontalement 190 livres, c'est-à-dire 10 $\frac{1}{2}$ à 48 lignes de distance. Le carré de $\frac{5}{3}$ est $\frac{25}{9}$ son produit par un pied de longueur ou 144 lignes est $\frac{3600}{9}$ ou 400 lignes, dont 6 pieds peseront 2400 lignes cubiques, comme 14 à 11, ainsi 2400 à 1886 lignes, & parce que un pouce cubique ou 1728 lignes pesent 2 onces 1 gros, 1886 lignes peseront environ 2 onces 3 gros.

La moitié de la longueur de 6 pieds est 36 pouces ou 432 lignes comme le tiers de $\frac{5}{3}$ de lignes, sçavoir $\frac{5}{9}$ est à 432.

ainsi 2 onces $\frac{1}{3}$ à 18 14, qui divisez par 16 onces donnent 113 livres 6 onces, qui seroit le poids que supporteroit perpendiculairement ce cylindre de verre de $\frac{1}{3}$ de ligne.

Une verge de verre d'une ligne $\frac{3}{4}$ d'épaisseur & longue de 11 pouces estant posée sur deux regles distantes de 9 pouces l'une de l'autre & larges & épaisses d'un pouce, & estant chargée à son milieu d'une livre $\frac{3}{4}$ mise dans un godet de fer blanc suspendu par une cordelette, s'est rompue dans le milieu : une semblable verge posée de même, mais ferrée par ses deux bouts entre les deux regles, & deux petits morceaux de bois plats de même largeur que les regles, s'est rompue par trois livres & une once, suspenduës à son milieu ; la rupture s'est faite aux deux bouts joignant les regles, & même l'un des bouts a été rompu à 3 lignes en dedans plus loin que l'appuy ; ainsi on peut prendre pour règle que les deux extrémités proches de l'appuy se rompent en ce dernier cas, & par conséquent il faut deux fois autant de force que quand les extrémités sont libres & qu'elle se rompt au milieu.

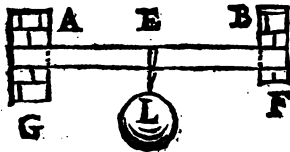
Une semblable verge posée en son milieu sur le tranchant d'un couteau, (on avoit mis de la cire d'Espagne vers les bouts pour empêcher de couler les cordelettes qui.

366 *Du Mouvement des Eaux.*

soûtenoient les poids & pour marquer leur distance qui étoit de 9 pouces ,) il n'a fallu qu'une livre & demie & environ 3 onces pour le rompre , c'est-à-dire qu'on avoit mis dans deux godets ces poids , sçavoir en chacun une livre moins 2 onces & demie , elle s'est rompuë à trois lignes du côuteau, il y avoit une marque blanche pour marquer le milieu de la verge.

Une lame d'épée posée par le bout dans un trou obliquement de bas en haut a supporté 68 livres , & une petite lame de fer blanc en a supporté 80.

Il est manifeste que si un solide *AB* se



rompt par un poids *L* suspendu à son milieu *E*, étant appuyé par les extremittez sur les 2 regles *G* & *F*, qu'il doit se rompre de

même, si l'appuy est en *E* & les deux puissances en *A* & *B* égales entr'elles & ensemble à la force du poids *L*, puis que c'est toujours le même effort qui se fait en *E*. Galilée a démontré que le même poids qui rompt en *E*, rompra le solide de même épaisseur fiché dans un mur jusques au point *A*, si sa longueur est égale à *AE*; d'où il

s'ensuit ce que j'ay trouvé par experience, sçavoir qu'un verre plat A B de 12. pouces de longueur posé & appuyé par ses extremitéz & portant à faux de 9. pouces, s'étant rompu par le poids d'une livre 10 onces & 5 gros, s'est rompu par 3 livres 5 onces 4 gros, lors que ses extremitéz furent serrées entre les appuys & des bois plats par des cordelettes, parce qu'alors ils doivent se rompre en A & B joignant les appuys, & parce que les deux resistoient par leurs deux extremitéz deux fois autant que le seul E A en son extremité A, il y fallut mettre le double de poids en L.

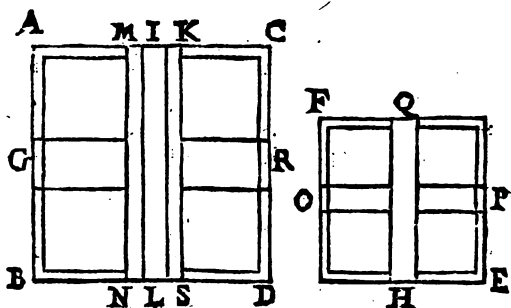
Le même Auteur a encore démontré que si les appuys sont en double distance, la moitié du poids qui étoit en E, suffira pour rompre le solide, dont la raison est que le levier devient 2 fois plus long, & le poids par consequent a 2 fois plus de force, le contre-levier ne changeant point; mais si le solide est 2 fois plus épais, il faudra quadrupler le poids, parce que d'un côté il y a 2 fois plus de parties à detacher, & aussi la force du levier diminuë de moitié; ce qui fait que le poids doit être quadruple, & generalement les poids doivent être en raison doublée des épaisseurs.

De là on resout un Theorème fort surprenant, sçavoir que si on a un quarré plat de bois ou de verre ou d'autre matiere fra-

gile, posé sur un quadre, en sorte que ses extremittez y soient serrées fortement comme on serre les quarez de verre sur un quadre de chassis, le même poids distribué dans toute son étenduë qui le rompra, rompra tout autre quarré de même épaisseur de quelle largeur qu'il soit.

DEMONSTRATION.

ABCD est le quadre qui tient serré



le quarré de verre ; E F est un autre quadre plus petit tenant serré un autre quarré de verre de même épaisseur ; je dis qu'il soustiendra un même poids distribué : car soit une petite bande Q H posée sur le petit quarré, & pour la facilité de la demonstration soit la bande I L en l'autre quadre dou-

ble en longueur de QH , & de même largeur & épaisseur, il est évident par ce qu'en a démontré Galilée, que si on met un poids au milieu de QH précisément suffisant pour le rompre, que la moitié de ce poids posé au milieu de IL , la rompra, mais si on double la largeur de IL , & que la bande soit $MNK S$, il faudra le poids entier pour le rompre : car le levier demeurera le même, mais il y aura 2. fois autant de parties à détacher ; & si l'on distribuë le 1^{er} poids le long de QH il le faudra doubler pour rompre la bande QH , comme il a été prouvé par le même Auteur : donc il faudra aussi doubler le poids pour rompre MS double de IL ; mais si l'on ajoûte en croix une autre bande OP dans le petit quadre, il faudra doubler le poids, ce que j'ay confirmé par expérience : car une simple bande s'étant rompuë par 2 livres & demie un peu moins, étant en croix il fallut 4 livres 11 onces un peu plus, qui est un peu moins que le double, ce qui peut proceder de ce que le quadre du milieu n'étoit pas doublé; si donc on met une autre bande en croix GR de même largeur que IN , elle portera le même poids que la croix $POQH$, & si on continuë de faire plus larges ces croix selon les mêmes proportions, celle de la grande supportera toujours un même poids distribué, & enfin on peut continuer jusques à ce qu'il

570 *Du Mouvement des Eaux.*

ne reste que quatre quarrés tres-petits aux angles de chaque quadre, d'où l'on doit conclure que si on acheve ces deux quadres, le même effet suivra toujours, & de même dans toutes les autres proportions : car si le quarré du milieu du petit fait que la croix ne porte pas un poids double de celui que porte la bande, aussi le quarré du grand fera le même effet.

Ces regles servent pour les solides dont les matieres sont fragiles, comme le bois sec, le verre, le marbre, l'acier &c.

Mais pour les matieres souples & pliantes qui se rompent par la seule traction comme le papier, le fer blanc, les cordes, &c. il faut d'autres regles dont voici les principales.

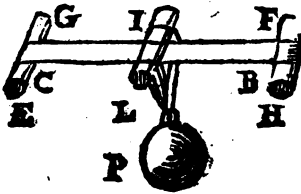
R E G L E S.

Pour les solides qui sont souples.

LEs bandes de papier, de fer blanc, & d'autre matiere semblable se rompent également, soit qu'elles soient longues ou courtes.

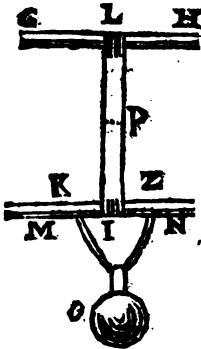
E X P L I C A T I O N.

BC est une bande de papier colée, ou de fer blanc clouée sur les deux appuys



EG, FH, & n'étant point portée dans la longueur CB, on met un petit bâton I L au milieu sur la bande, & on y

attache aux extrémités qui passent un peu au de là du papier des cordelettes pour porter le poids P; car si l'on mettoit une cordelette sur la bande de papier, elle la plisseroit ou la couperoit. La bande étant de papier de 6 lignes de largeur s'est rompue par le poids de 4 livres.



Une semblable bande se rompoit de même lors-que les appuis étoient moins éloignez de moitié, & lors-qu'étant entortillée par les extrémités autour de 2 petits cylindres GH, MN, on attachoit un poids au cylindre d'en bas par le moyen de 2 corde-

lettes, comme on le voit en cette figure, la bande se rompoit aussi par un poids de 4 livres.

Quelques-uns objectent que les cordes **K Z** portent une partie du poids, & que sa pesanteur n'est pas employée à rompre la bande **I L**; mais il est évident que la bande porte tout ce qui est au-dessous d'elle, soit que les cordes s'étendent ou non: & pour le prouver, j'ay fait l'expérience suivante.

Un fil de cuivre tourné en vis, & soutenu par la main en **A** ayant le poids



C suspendu au bout **B**, s'étendoit d'une certaine maniere par ce poids plus ou moins selon qu'il étoit plus ou moins pesant, mais toutes les distances des spires étoient parfaitement égales, & lors-qu'on tenoit à la main l'endroit **D**, les distances demeu- roient les mêmes sans aucun chan- gement, ce qui faisoit connoître manifestement que l'extension des spires superieures lors-que la suspension étoit en **A**, n'amoin- drissoit de rien la force du poids à

l'égard des spires inferieures. La même chose arrive à une corde longue qui suppor- te un poids: car toutes les parties en souf- fent la même extension sans que les supe- rieures diminuent l'extension des inferieures, ny les inferieures celle des superieures; & une longue corde & une courte suppor- tent toujous le même poids, si ce n'est qu'il

arrive que dans un longue corde il se peut trouver quelque défaut où elle se rompra plutôt qu'en une moindre.

La même chose arrive à des bandes de fer blanc : car en une longue il y aura peut être un défaut qui ne sera pas en une courte, & si l'on en avoit pris la partie qui ne s'est pas rompuë, elle supporteroit un plus grand poids parce que le défaut en seroit ôté : j'en ay fait plusieurs experiences.

Une bande de fer blanc de 3 lignes $\frac{1}{4}$ de largeur a supporté 100 livres sans se rompre & s'est rompuë par 130, ou 128, & étant tirée de bas en haut, elle ne s'est pas rompuë à 120 livres, mais elle s'est rompuë à 125 par un endroit où il y avoit quelque paille, on jugera qu'elle auroit supporté davantage si on l'eût tirée bien droit & qu'il n'y eût point eu de défaut.

Une bande de fer blanc de 4 lignes $\frac{1}{2}$ de largeur portant à faux de 3 pouces dans le petit quadre, ne s'est point rompuë par 180 livres, on n'a pas achevé de la rompre en y mettant d'autres poids.

Une bande de papier de 6 lignes de largeur étant collée par ses 2 extremités sur 2 traverses opposée d'un quadre de chassis de 5 pouces dans œuvre s'est rompuë par 4 livres 3 quarts, & il a fallu ajouter 4 onces pour en rompre une égale tirée de haut en bas. 2 autres aussi de 6 lignes se sont rom-

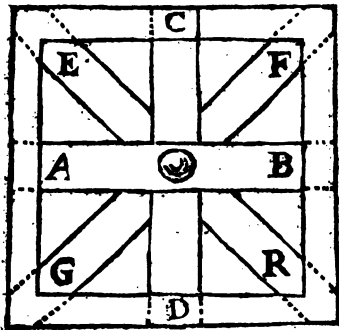
après par 4 livres en les tenant $\frac{3}{4}$ de minute avec le poids aussi-bien dans le grand quadre que dans le petit.

Une autre bande de papier de la même force, de 6 lignes $\frac{1}{2}$ de large s'est rompue par 4 livres, elle étoit posée sur le même chaffis de même en l'un qu'en l'autre, il y avoit 3 cordes qui portoient un petit godet, & une autre corde passant par dessous qui étoit soutenue plus haut par un petit bâton, on mettoit dans le godet peu à peu des poids jusques à ce que la bande se rompit. On a collé du papier dans le grand quadre de 9 pouces dans œuvre & dans le petit de 5 pouces dans œuvre de même que quand on fait des chaffis, on a posé au milieu du grand papier un rond de cuir de 3 pouces 4 lignes, & sur le milieu de ce cuir un poids de plomb de 4 livres qui n'avoit que 2 pouces & demi de largeur par sa base qui posoit sur le cuir, on entassa plusieurs poids sur ce premier, & le papier ne se rompit qu'à 42 livres.

L'autre papier sur le petit quadre se rompit à 34 livres, mais son petit cuir n'avoit qu'un pouce $\frac{3}{4}$ de largeur sur lequel on mit le même premier poids.

Pour comparer ces expériences entr'elles & avec les bandes de papier, la largeur du cuir qui posoit dans le grand chaffis étant de 3 pouces, & la base du poids de 2 pouces $\frac{1}{2}$ ainsi le cuir ne portoit pas bien

ferme à ses bords , & l'on peut prendre



que la largeur de la bande qu'occupoit le diametre étoit 5 fois plus grande que celle de la bande de 6 lignes qui avoit supporté quatre livres , & prenant une autre bande en croix C D de même largeur , si la premiere A B souüenoit 20 livres pour être quintuple de 4 livres , les deux en souüenoient 40 , les 2 livres de plus étoient souüenuës par les 4 bandes diagonales , E , R , G , F , qui souffrent fort peu par les raisons qui ont été dites cy-dessus , à l'égard des cordelettes , parce qu'elles sont plus longues que les autres , & ne s'étendent pas de toute l'étendue propre à les faire rompre. Dans le petit chaffis la bande A B n'étoit que 3 fois $\frac{1}{2}$ plus large que la bande de 6 lignes , elle devoit donc

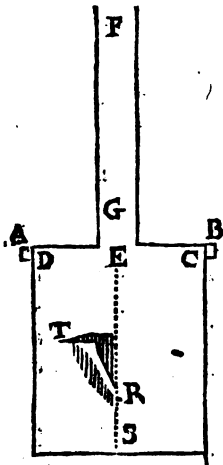
376 *Du Mouvement des Eaux.*

soutenir 14 livres, & les deux en croix 28 livres, les 6 livres restantes étoient pour les 4 bandes diagonales, & quoique ce soit plus à proportion que dans le grand, cela arrive par inégalité de la matiere qui a sa résistance absoluë moindre en un endroit qu'en un autre. Que si les bases des poids eussent été égales dans les deux quarrés de papier, ils eussent deu porter le même poids; la rupture se fit en tous les deux, entre le poids & le quadre de bois.

Aprés avoir fait plusieurs experiences semblables, j'en ay fait plusieurs sur des tuyaux pleins d'eau; je fis faire un tuyau de 50 pieds dont il a été parlé cy-dessus, & l'ayant soudé dans le tambour cylindrique d'un pied fermé de tous les côtez, on posa le tambour sur 3 appuis à ses extremités. Les bases étoient des platines de cuivre d'une ligne d'épaisseur, & le tour étoit de fer blanc, le tuyau, montant de 3 pouces de largeur étoit soudé dans un trou fait au milieu de la platine superieure, & la surface cylindrique de fer blanc étoit soudée avec les platines en cette maniere.

A B represente le diametre de la platine superieure, les petits quarrés C & D d'épaisseur d'un fil de fer qui regnoit tout autour du fer blanc qui faisoit la quaiſſe, joignant
la

la platine & servoit à l'y mieux souder ,



E F est le tuyau de fer blanc de 50 pieds de hauteur, la platine inferieure étoit soudée de même avec la quâisse de fer blanc que la supérieure, on fit emplir d'eau le tambour & le tuyau, quand elle fut tout au haut les platines se courbèrent en convexité par le poids de l'eau, & comme elle agissoient en levier dont l'extremité étoit G,

& le contre-levier la largeur de la soudure sur l'extremité du fer blanc & sur la largeur du fil de fer, la soudure se détacha par cet effort, les parties les plus proches de G se séparant les premières; l'espace désoudé fut de 4 pouces par où toutes l'eau s'écoula; on la résouda de nouveau, & la platine d'en bas se désouda aussi dans l'expérience, je fis refaire un autre tambour où le fer blanc étant rabatu sur les platines, les enfermoit en dedans & y étoit bien soudé, on augmenta ensuite le tuyau montant E F jusques à ce qu'il eût 100 pieds de hau-

teur, & il demeura plein d'eau assez long-temps avant que de se rompre, mais enfin une des soudures de la quaiſſe s'entrouvrit par le bas comme depuis S juſques à R, & ſe déchira de travers depuis R juſques à T; les platines s'étoient courbées de plus d'un pouce, mais leur ſoudure avec le fer blanc ne ſe rompit point, parce qu'agiffant en levier comme en la première expérience, même plus fortement à cauſe du plus grand effort d'eau, la partie ſoudée du fer blanc s'élevoit avec elle, & par ce moyen ne ſe pouvoit déſouder; on avoit tenu long-temps ce tuyau plein juſques à 80 pieds & 90 pieds, mais rien ne ſe rompit; & parce que l'eau de 100 pieds agiſſoit ſur cette quaiſſe de fer blanc comme ſi le tuyau eût été d'un pied de large juſques à cette hauteur, comme il a été prouvé dans le diſcours de l'équilibre, on peut tenir pour certain qu'un tuyau de fer blanc de 80 pieds, & d'un pied de largeur, ne ſe rompra point étant plein d'eau.

Je fis enſuite mettre un tambour de plomb au lieu du tambour de fer blanc, ſon épaiſſeur étoit de 2 lignes & demie, il avoit un pied de largeur & 18 pouces de hauteur, mais il étoit renflé comme un baril juſques à la rencontre des platines de plomb plates, de 8 pouces de largeur, & de la même épaiſſeur de 2 lignes.

& demie ; les soudures avançoient d'un demi pouce sur les platines , & sur ce qui avoit été rabatu qui joignoit les platines, en sorte qu'elles avoient un pouce de largeur & plus ; elles étoient hautes de plus de 8 lignes , on emplit d'eau le tuyau de 100 pieds de hauteur , & les deux platines se courberent en rond de plus d'un pouce $\frac{1}{2}$, mais rien ne se rompit : car la soudure s'éleva aussi avec le reste , & l'épaisseur du plomb étoit trop grande. Il y a du plomb poreux qui auroit laissé passer quelques petits filets d'eau , comme j'en ay veu une fois l'expérience en un tambour d'un pied & demi , & de l'épaisseur de deux lignes , quoique le tuyau montant ne fût que de 15 pieds ; enfin pour achever l'expérience , je fis ratifier avec un couteau , & limer le tambour dans son milieu d'environ 6 pouces de hauteur & 4 pouces de large , & quand son épaisseur fut réduite à une ligne un peu moins dans le milieu de ce qui étoit limé , alors le plomb s'enfla en cet endroit , & il s'y fit une fente de trois pouces de hauteur par où toute l'eau s'écoula : on peut donc en seureté se servir d'un tuyau de 100 pieds , large de 12 pouces , & d'épaisseur de 2 lignes , ou même une ligne & demie si le plomb est bon : Voici comme on peut expliquer la résistance du tambour

de fer blanc; il le faut considerer comme une bande de fer blanc d'un pied de largeur qui doit se rompre en se déchirant: or cette bande est 24 fois plus large que celle de 3 lignes qui supportoit 120 livres, elle doit donc supporter 445 fois davantage à peu près, & parce que l'eau du tuyau pesoit alors 5500 livres: car il la faut considerer comme si elle étoit de la largeur d'un poids jusques au haut de 100. pieds: & un pied cylindrique d'eau pese 55. liv. qui multipliées par 100. donnent 5500, 45 fois 120 fait 5400, & par consequent le rapport est assez juste, & si la soudure eût été bonne par tout, le tambour auroit encore pu porter 100 livres ou 2. pieds d'eau plus haut; il faut considerer qu'il ne faut pas faire état de ce que le poids est distribué par tout quoique ce soit en déchirant; si l'on veut sçavoir la proportion de la resistance des autres tuyaux, voici les regles qu'on peut suivre; on suppose que les platines sont assez fortes.

R E G L E.

S I la hauteur du reservoir est double il y aura deux fois autant de poids d'eau, & par consequent il faudra deux fois autant d'épaisseur de métal dans le tuyau afin qu'il y ait deux fois autant de parties à se-

parer. Si le diametre du tuyau est 2 fois plus large, il faudra 2 fois plus d'épaisseur : car les mêmes parties du fer blanc ne seront pas plus changées, & elles sont seulement doubles.

II. R E G L E.

SI les platines sont les moins fortes, & que la rupture s'y doive faire en les supposant de fer de fonte, ou d'une autre matiere aigre & cassante, lors-que les tuyaux auront 4 fois autant de hauteur, il faudra doubler seulement l'épaisseur du métal, comme il a été prouvé cy-devant : car alors la platine se rompt en levier, & le contre-levier devient deux fois plus grand, & il y a deux fois autant de parties à separer. La même chose arrivera si le diametre est double : car il y aura 4 fois autant de poids ; il faudra donc doubler seulement l'épaisseur : d'ailleurs ces platines différentes peuvent supporter le même poids, mais le poids étant quadruple, il faut doubler l'épaisseur, & si la hauteur & la largeur du tuyau sont ensemble plus grandes, il faudra faire le calcul de la hauteur & ensuite celui de la largeur, comme en l'exemple cy-dessus ; il faudra doubler l'épaisseur par la hauteur quadruple & doubler celle-cy par la surface quadruple de la base dont il faudra quadrupler l'épaisseur.

382 *Du Mouvement des Eaux.*

de la platine , mais quand c'est du fer blanc ou du cuivre fort souple , si le reservoir est 4 fois plus haut , il aura 4 fois plus de poids ; il faudra donc 4 fois plus d'épaisseur , & si le diametre est double il y aura encore 4 fois plus de poids , & il faudra encore quadrupler l'épaisseur , ce qui fera 16 épaisseurs : ainsi si une demi-ligne d'épaisseur de cuivre peut supporter 60 pieds de hauteur & 4 pouces de largeur de tuyau , si la hauteur est 240 pieds , & la largeur de 8 pouces , il faudra 8 lignes d'épaisseur de cuivre.

Il vaut toujours mieux faire les tuyaux un peu plus épais que selon le calcul : car il arrive souvent qu'il y a des défauts dans la matiere. On a vu des conduites de fer de fonte de 4 pouces de diametre & de 3 lignes d'épaisseur où il se trouvoit beaucoup de tuyaux de ceux qu'on joint ensemble pour composer la conduite, qui se rompoient, parce qu'en les jettant il s'y étoit fait des vuides, & la matiere étoit defectueuse en ces endroits : on a vu aussi suinter de l'eau par leurs pores au commencement , mais enfin les pores se fermoient par les petites saletés que l'eau charrie, & ils étoient de bon service dans la suite.

III. DISCOURS.

De la distribution des Eaux.

Pour partager l'eau en divers jets, & sçavoir combien on en donnera à chacun, ce qui peut aussi servir à la distribution qu'on fait à plusieurs particuliers de l'eau d'une source, il faut avoir une jauge dont les ouvertures soient quarrées, & non rondes.

Comme A. B est le haut du vaisseau qui



sert de jauge, & C D la hauteur de l'eau, il faudra placer les trous quarrés environ deux lignes au-dessous de la surface C D selon une ligne droite horizontale E N : or si l'on a divisé cette jauge en plusieurs quarrés d'un pouce en tous sens, comme E F P H &c. ils donneront plus d'un pouce : car si les circulaires donnent 14 pintes.

384 *Du Mouvement des Eaux.*

en une minute les quarez en donneront une quantité, qui sera à 14 comme 14 à 11, laquelle proportion de 14 à 11 est à peu près celle du carré au cercle qui a même largeur : si donc un pouce rond donne 14 pintes en une minute, un pouce carré donnera un peu moins de 18 pintes : car 14 est à 14, comme 14 à $17\frac{2}{11}$; il faudra donc diviser EF en 14 parties égales, & si ER contient 11 de ces parties le quarré long ERS H sera à fort peu près égal à un pouce circulaire & il donnera un pouce, c'est-à-dire 14 pintes en une minute, si l'eau du baquet qui sert de jauge demeure à la hauteur CD. On fera plusieurs ouvertures de suite égales à ERS H sous la même ligne EN, comme R L T S, L M V T, &c ; & si l'on veut donner un demi pouce, il faudra diviser un de ces quarez longs, comme O Q I G par la moitié de la ligne XY, & chaque moitié donnera un demi pouce c'est-à-dire 7 pintes en une minute & en toutes les autres divisions de même, en prenant le tiers comme IKZ Q ou le quart &c. Il y aura encore cet avantage, que si les eaux qui fournissent l'écoulement diminuant, & qu'en coulant elles ne remplissent que le tiers ou la moitié ou les deux tiers de la hauteur des ouvertures de la jauge, tous les particuliers perdront à proportion.

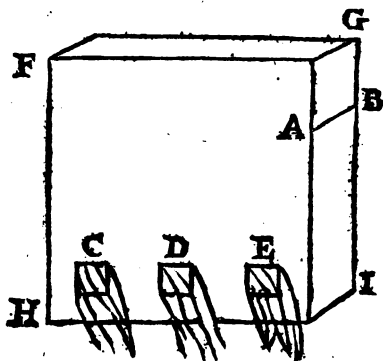
ce qu'on ne peut faire quand les trous sont ronds ; & s'il y a un peu plus de frottement à proportion dans les petites ouvertures que dans les grandes , cela sera recompensé en ce que l'eau succede mieux à un petit écoulement qu'à un grand : Si on veut donner 3 ou 4 pouces , on prendra 3 ou 4 ouvertures entieres , égales chacune à E R S H , comme E H V M pour trois , mais il faudra un peu séparer les ouvertures , quand on ne donne qu'un pouce à chaque particulier , car leurs eaux se confondroient s'il n'y avoit que 2 ou 3 lignes entre elles , il faut que l'entrée de chaque tuyau soit assez large pour recevoir l'eau de chaque division.

Voici comme on peut distribuer une source dans une Ville à plusieurs particuliers.

Je suppose que la fontaine donne 40 pouces d'Eau en Eté , & 50 pouces en Hiver , & 45 dans les autres temps : il faut faire plusieurs reservoirs , comme F G H I où l'eau se décharge.

Dans le premier qui sera le plus grand on laissera élever l'eau jusqu'à une hauteur comme A B , où l'on fera un passage à l'eau pour couler plus loin , & on fera les trous par où l'on veut faire la premiere distribution , comme en C , D , E , un pied au dessous de A B , ces trois trous pour-

ront être assez grands ensemble pour



laisser passer 20 pouces, & les 25 pouces restans passeront par dessus A B. Il est évident que quand l'eau sera la plus forte, l'élevation de l'eau courante sera plus grande au dessus de A B, & quand elle sera moins forte, qu'elle sera moindre; mais ce ne sera que d'un pouce au plus: tellement que quand l'eau qui entre dans le réservoir, sera de 50 pouces, il en passera environ 20 pouces & demi, par les 3 ouvertures, & qu'il n'en passera que 19 & demi à peu près quand elle ne donnera que 40 pouces: on fera de même à l'égard de l'eau qui passera par dessus A B, & de celle qui passera par les trous,

& on leur fera de petits reservoirs en d'autres quartiers de la ville où l'on distribuëra aux particuliers les 25 pouces & les 20 pouces, observant toujours de faire les trous 12 pouces ou du moins 10 pouces au dessous de A B. Enfin il arrivera que dans les grandes eaux il restera 5 ou 6 pouces d'eau qu'on donnera au public en quelque endroit peu fréquenté pour quelques usages, & cette eau ne durera que pendant les grandes eaux, ce qu'on observera aussi dans les autres conduites comme C, D, E. Car il y aura toujours quelques restes qui seront au profit de la Ville, soit pour faire des viviers ou autres amas d'eau qui se conservent long-temps, sans qu'il y en entre de nouvelle, & qui se repareront de temps en temps, le reste sera également distribué sur le pied de 45 pouces, sinon qu'ils auront quelque-fois un peu moins, quelque fois un peu plus.

Frontinus Auteur Romain a parlé de ces conduites d'eau d'une autre maniere; il appelle *Quinaria* ce que nous appellons pouce, mais son *Quinaria* étoit un peu plus petit: il semble que la façon d'appliquer ce qu'il appelle calice, au bas duquel il y avoit un petit tuyau de la grandeur de son *Quinaria*, ne pouvoit pas être juste, & il vaut mieux conduire

388 *Du Mouvement des Eaux.*

jusqu'à un quartier de la Ville 10 pouces, s'il ne faut que dix pouces aux particuliers qui y sont, & les faire décharger dans un réservoir long, où l'on appliquera une jauge comme cy-dessus, donnant un pouce ou un demi pouce, suivant l'acquisition, & quand il y a des particuliers qui n'en veulent qu'une ligne qui est la 144 partie d'un pouce ou deux lignes qui est la 72 du pouce, alors il faudra faire la jauge autrement que celle cy dessus. En un petit réservoir séparé où l'on fera passer l'eau de 5 lignes par dessus les ouvertures, & ayant fait un trou carré de quatre lignes de largeur, on en ôtera $\frac{3}{14}$ de la largeur, laissant la hauteur de 4 lignes qui donnera le neuvième partie d'un pouce, c'est à dire 16 lignes, la moitié de cette largeur donnera 8 lignes, & le quart 4 lignes, ou bien on fera passer l'eau 6 lignes & demie par dessus une ouverture d'une ligne en carré, dont on ôtera $\frac{3}{14}$, afin de faire la valeur d'une ligne ronde précise, qui donnera $\frac{1}{14}$ de 14 pintes en une minute, & 144 pintes en 24 heures de celles dont il faut 36 pour un pied cube: si on double la largeur, ce sera 2 lignes qui donneront un muid en 24 heures, & douze pintes en une heure, & 3 pintes en un quart-d'heure; & pour être plus assuré qu'on ne donne pas plus ou moins que deux lignes, il faudra compter le

temps dans lequel cette ouverture emplit un demi-septier, & si c'est en 75 secondes, la mesure sera juste : il faudra conduire ce peu d'eau dans des Canaux d'un pouce au moins, car ils pourroient se boucher s'ils étoient plus petits, & même de 10 ans en 10 ans il faudra prendre garde si les jauges ne s'emplissent pas de quelque matière pierreuse qui diminuë les ouvertures, & en ce cas on les refera de nouveau.

Lorsque les tuyaux de conduite ne sont pas assez larges, il s'y amasse dans les endroits les plus bas un limon tres-fin, que les eaux les plus claires charient tres-souvent avec elles, qui venant à se durcir, bouche entierement le tuyau; c'est pourquoi il seroit à propos dans ces endroits les plus bas d'y faire des ouvertures de temps en temps pour y faire couler l'eau avec violence, qui entrainera avec elle ce limon, pourvû qu'il ne soit pas encore petrifié

Il arrive encore que si l'on est obligé de faire passer un tuyau par dessus quelque éminence, il faut faire souder à la partie la plus élevée du tuyau de conduite un autre petit tuyau que l'on appelle une ventouse; ce tuyau a un robinet à une mediocre hauteur par dessus le tuyau de conduite, on l'ouvre de temps en temps pour faire sortir l'air, qui étant entraîné

390 *Du Mouvement des Eaux.*
avec l'eau s'amasse dans la partie superieure
du tuyau, & qui étant comprimé par l'eau
qui le presse, s'échappe par bouillons, &
donne des coups si violens contre le tuyau
de conduite, qu'il y fait tres-souvent des
ouvertures, s'il n'est pas assez fort pour
resister, & enfin il le casse s'il est d'une
matiere fragile.

F I N

PERMISSION.

Permis d'imprimer. Fait ce 4. Juillet
1685.

DE LA REYNIE.



T A B L E

DES PRINCIPALES MATIERES
contenuës dans ce Traité.

PREMIERE PARTIE.

*De plusieurs proprietéz des corps fluides,
de l'origine des fontaines, & des
causes des vents.*

I. DISCOURS.

*De plusieurs proprietéz des corps
fluides. page 1*

L 'Etat naturel de l'eau est d'être gla- cée.	3
Des parties de l'eau changées en air.	4
Experiance pour montrer que l'air s'insinüé dans l'eau & dans l'esprit de vin.	5
Remarques sur la formation de la glace, & pourquoi elle s'entrouvre.	7
De la matiere fulminante qui est dans l'eau.	11
Remarques & conjectures sur la viscosité de quelques corps fluides.	14

T A B L E

II. DISCOURS.

<i>De l'origine des fontaines.</i>	17
Réponse aux objection sur l'origine des fontaines.	20
Remarques sur l'augmentation & la diminution de quelques sources.	24
Des sources & lacs élevez sur de hautes montagnes.	26
Observations sur la quantité de l'eau de la pluye.	30
Calcul des eaux pour fournir la riviere de Seine.	31

III. DISCOURS.

<i>De l'origine & causes des vents.</i>	34
Conjectures sur les causes des vents.	40
Observation sur un vent qui se fait aux ouvertures des fours à chaux.	49
Remarque sur la revolution des vents à Paris & aux environs.	50
Expérience sur le mouvement de l'air.	51
De la cause des tourbillons.	56
De la cause des différentes directions des vents, & de la fumée de quelques cheminées.	58
Explication des orages & houragans.	67

DES MATIÈRES.

II. PARTIE.

De l'équilibre des corps fluides.

I. DISCOURS.

De l'équilibre des corps fluides par la pesanteur. 74

P Rincipe universel de mechanique.	85
Preuves de la pesanteur de l'air.	89
De l'eau.	96
Regle de l'équilibre de l'eau par son poids.	97
Experience de l'équilibre de l'eau.	106
Regle de l'équilibre des liqueurs differentes par la pesanteur.	113
I. Regle de l'équilibre des corps fermes, dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de l'eau.	116
Propriété de l'eau de s'attacher ou de s'écarter de quelques corps.	118
D'où vient que quelques corps plus pesans que l'eau nagent au dessus.	123
Les matieres congelées sont plus legeres que les mêmes matieres fondus.	125
Application de la regle precedente.	126
II. Regle, avec quelques remarques.	129
III. Regle pour les corps qui pesent plus que l'eau.	132

T A B L E

Quatrième Regle.	135
Experience qui montre que quelques corps plus legers que l'eau peuvent descendre au fond.	136

II. D I S C O U R S.

<i>De l'équilibre des corps fluides par le ressort.</i>	139
---	-----

De la proportion de la condensation de l'air.	140
De la rarefaction ou dilatation de l'air.	145
Regles pour l'élevation de l'eau dans les pompes aspirantes.	151
Experience sur le ressort de l'air.	157
Refutation de l'erreur de ceux qui croient que l'air ne pese pas sur les corps qui sont au dessous.	159
Du ressort de la flâme de la poudre à canon.	163

III. D I S C O U R S.

<i>De l'équilibre des corps fluides par le choq.</i>	166
--	-----

Premierement du choq de la flâme.	166
Du choq de l'air, & de l'eau.	168
Premiere regle, du choq des jets d'eau.	168
De l'acceleration de la vitesse des corps qui tombent.	171

DES MATIÈRES.

- De la lenteur de la sortie des premières gouttes d'eau par l'extrémité des tuyaux. 172
- Seconde Regle, de l'équilibre du choq des jets d'eau qui tombent de haut en bas. 176
- Troisième Regle, de l'équilibre du choq des jets d'eau en raison des hauteurs des réservoirs. 181
- Conséquence pour la vitesse des jets d'eau qui sont en raison soudoublée des hauteurs des réservoirs. 185
- Quatrième Regle, des jets d'eau égaux & de vitesses inégales, qui soutiennent par leur choq des poids en raison doublée des vitesses. 185
- Expérience pour connoître la force du choq de l'air. 187
- Conséquence où l'on voit quelle est la proportion du temps de l'écoulement de l'air de deux cylindres inégaux, par des ouvertures égales, & chargez de poids égaux. 190
- Cinquième Regle pour les jets d'eau de même vitesse, mais inégaux en grosseur, qui soutiennent des poids par leur choq, qui sont l'un à l'autre en raison doublée des ouvertures. 192
- De la pesanteur du pied cube d'eau, & la quantité des pintes qu'il contient. 193

T A B L E

Pour mesurer la vitesse & la force du choq de l'eau courante.	194
De l'effort des rouës des moulins qui sont sur la riviere de Seine.	197
• Experiences pour les vitesses differentes des eaux courantes , tant au fond qu'à la surface.	197
Calcul de la force des rouës des moulins de la Seine.	201
Pour la force du choq du vent contre les aïles d'un moulin.	202
Pour le choq du vent contre la voile d'un vaisseau.	205
Comparaison de la force des moulins à vent aux moulins de la Seine.	207
Description & jugement de plusieurs moulins à vent qui tournent à tous vents.	209
Pour le calcul de la vitesse du vent, qui peut renverser des arbres & autres corps.	212
Pour augmenter la force d'une certaine quantité d'eau.	217

DES MATIERES.

III. PARTIE.

De la mesure des eaux courantes & jaillissantes.

I. DISCOURS.

Du ponce pour la mesure des eaux. 219

P Remiere experience pour determiner la quantité d'eau que fournit un ponce en un certain temps. 222

Proposition où il est démontré que le pendule qui marque par ses battemens une seconde de temps, doit être plus court dans les païs proche la ligne équinoxiale, que vers les poles. 225

Difficultez qui surviennent à l'experience precedente. 227

Seconde experience par une ouverture de 6 lignes de diametre, & des differences entre les ouvertures verticales & horizontales. 229

Les dépenses des eaux par des ouvertures égales posées l'une sur l'autre, sont en même proportion que les ordonnées d'une parabole. 232

Diverses causes qui apportent quelques irregularitez à la regle de la dépense des eaux. 237

T A B L E

Un pouce d'eau est déterminé à fournir 14 pintes mesure de Paris en 1 minute de temps.	240
Troisième expérience d'un pied cube rem- pli en 2 minutes & demie.	241
Moyen pour connaître les pouces d'eau d'une fontaine ou d'un ruisseau cou- lant.	242

II. DISCOURS.

*De la mesure des eaux jaillissantes selon les
différentes hauteurs des réservoirs.* 242

Première expérience pour la dépense des
eaux jaillissantes. 243

Deuxième expérience. 244

Règle pour la mesure des eaux jaillissan-
tes. 245

Table des dépenses d'eau par 3 lignes d'a-
jutoir pendant une minute sur différentes
hauteurs de réservoirs. 248

Comparaison des dépenses de l'eau par une
ouverture simple faite à un réservoir, &
lors qu'on y applique un tuyau. 249

III. DISCOURS.

*De la mesure des eaux jaillissantes par des
ajutoirs de différentes ouvertures.* 252

Première expérience. 254

Seconde expérience. 255

DES MATIERES.

Regle pour la dépense des eaux jaillissantes.	255
Table des dépenses d'eau par differens ajutoirs ronds pendant une minute, sur la hauteur de 13 pieds de reservoir.	256
Troisième experience par deux ouvertures differentes en même temps.	257
Quatrième experience de la même chose.	258
Trois causes qui peuvent faire que les grandes ouvertures donnent ordinairement plus que les petites.	259
Cinq experiences sur ce sujet.	262
Deux causes qui diminuent la raison soudoublée, & deux qui l'augmentent.	264
En quelle proportion se vuide un vaisseau par un trou qui est au fond	265
Il sort deux fois autant d'eau d'un vaisseau entretenu toujours plein dans le même temps, que s'il se vuidoit sans y rien ajouter.	266
Observation sur le fait precedent.	267
Pour juger du temps dans lequel un vaisseau se vuide.	271
Probleme, de la forme d'un vaisseau dont l'eau s'écoulant descend en temps égaux par des intervalles égaux.	272
Regle de l'écoulement de l'eau de deux tuyaux inégaux par des ouvertures égales.	275
Question sur l'écoulement de l'eau de deux	

T A B L E
 tuyaux d'égal diametre & de hauteurs
 inégales. 276

IV. DISCOURS.

*De la mesure des eaux courantes dans un
 acqueduc ou dans une riviere.* 277

Methodes pour cette mesure avec des exem-
 ples, & le calcul de l'eau de la riviere de
 Seine. 277

IV. P A R T I E.

De la hauteur des jets.

L. DISCOURS.

De la hauteur des jets perpendiculaires. 282

P Remiere Regle avec des experiences.	282
page	282
Seconde Regle pour la diminution des jets à l'égard des reservoirs, avec exem- ple.	284
Table de cette diminution depuis 5 pieds de hauteur jusqu'à cent.	289
Experiences pour la confirmation de cette regle.	292
Experience d'un cas particulier quand l'eau du	du

DES MATIERES.

du reservoir ne fournit pas assez par le jet.	296
Experience par un syphon recourbé.	298
Experience de l'eau chargée de mercure par la hauteur des jets.	299
Confirmation par l'experience des poids attachez au corps d'une siringue.	300
Experience de la hauteur des jets par la compression de l'air.	302
L'impulsion est arrêtée par le frottement dans un petit tuyau attaché à un grand,	page 305
Machine pour pousser de l'eau fort loin.	page 306
Machine de Heron par la compression de l'air.	308
Experience sur la netteté & beauté des jets d'eau, & comme on doit faire & disposer les ajutages.	310
L'eau qui s'écoule par un trou en tombant de haut en bas se reduit enfin en gouttes.	311
La dépense de l'eau se regle selon la vitesse du jet à la sortie de l'ajutage, & non pas sur sa hauteur,	315
Regles pour la diminution d'un jet si l'on prend une partie de l'eau qui le fournit.	316
Experience pour prouver que les trop grandes hauteurs des reservoirs ne peuvent servir de rien.	318

T A B L E

II. D I S C O U R S.

Des jets obliques & de leurs amplitudes. 322

Probleme. Etant donné la hauteur médiocre du reservoir, & l'obliquité du jet trouver son amplitude. 325

Remarque sur les jets de mercure. 328

Expérience pour prouver que les matieres les plus pesantes décrivent de plus grandes paraboles. 329

Pour trouver les amplitudes des jets horizontaux. 330

Pour trouver la hauteur de l'eau dans un reservoir ou un tuyau, par l'amplitude d'un jet horizontal, qui sort d'une ouverture du tuyau. 331

V. P A R T I E.

De la conduite des eaux, & de la resistance des tuyaux.

I. D I S C O U R S.

Des tuyaux de conduite. 333

Plusieurs remarques sur la grosseur des tuyaux de conduite suivant les jets

DES MATIERES.

qu'ils fournissent , pour differentes hauteurs.	334
Experiences contre les ajutages en tuyau ou cone , & pour ceux en platine.	336
Observations pour regler la largeur des tuyaux de conduite suivant la hauteur des reservoirs & la grandeur des ajutages.	339
Regle tirée des observations precedentes.	340
Exemple de cette regle.	340
Remarques particulieres sur quelques tuyaux de conduite qui sont à Chantilly.	341
De la soudivision des tuyaux de conduite avec exemple.	344

II. DISCOURS.

De la force de tuyaux de conduite , & de la resistance des solides. 348

De la resistance absoluë des solides.	349
Refutation de la proposition de Galilée pour la resistance des solides.	351
Experiences qui confirment la regle demontrée de la resistance des solides.	353
Solution de quelques objections.	356
Experience de l'alongement d'un fil de verre.	362
Experiences de la resistance des solides.	364

T A B L E

Theoreme d'un cas de la resistance des solides avec sa demonstration.	367
Regle pour la resistance des solides, qui sont souples, avec des experiences.	370
Experience du fil tourné en vis pour l'allongement des corps souples.	372
Experiences sur la resistance des tuyaux.	376
I. Regle pour la resistance des tuyaux.	381
II. Regle.	382

III. DISCOURS.

De la distribution des eaux. 384

Pour la distribution d'une source en plusieurs endroits d'une ville ou à plusieurs particuliers	384
Des ouvertures pour nettoyer les tuyaux & des ventouses.	390

Fin de la Table.

De l'Imprimerie de GILLES PAULUS
DU MESNIL 1700.

LIVRES DE MATHÉMATIQUE.

Imprimez, ou qui se trouvent chez JEAN JOMBERT, près des Augustins, à l'Image Notre-Dame.

- T**raité Mathématique, contenant les principales Définitions, Problèmes & Théorèmes d'Euclide, l'Arithmétique en toutes ses parties, la Trigonométrie, la Longimétrie, la Planimétrie & la Steréométrie, les Fortifications Française, Hollandoise, Italienne & Espagnole, la manière d'attaquer & de défendre les Places, la Perspective Militaire, & la Géographie Universelle, par T. Luders, in fol. 15 l.
- Les dix Livres d'Architecture de Vitruve par M. Perrault, fol. 22 l.
- Les Oeuvres d'Architecture d'Antoine le Pautre, Architecte ordinaire du Roi, contenant divers plans & élévations d'Eglises, Palais, Châteaux, Portes de Villes, Fontaines &c. fol. 15 l.
- La Dioptrique oculaire du Pere Cherubin, fol. 12 l.
- Traité du Jardinage, enrichi de divers desseins de Parterres par Boyceau, fol. 12 l.
- Méthode pour bien dresser toutes sortes de Comptes à parties doubles par le sieur Irson, fol. 18 l.
- Tables Astronomiques de Lansberge, fol. 7 l.
- Les Edifices Antiques de Rome par M. des Godetz, in fol. 20
- Meriani Topographia Gallia*, 4. vol. fol. 40 l.
- Diffesa & Offesa delle Piazze*, di Floriani, fol. 7 l.
- Livres de Navigation.*
- Le petit Flambeau de la Mer, ou le véritable Guide des Pilotes, 4. 4 l.
- Le Tresor de la Navigation, par Blondel, 4. 4 l.
- L'Art de naviger par le Quartier de réduction,

& par le Compas de proportion, par Blondel, 4.	4 l.
Le Pilote Expert, par Dacier, 4.	3 l.
Traité des Pratiques Journalieres des Pilotes, par Cordier, 8.	2 l.
Journal de Navigation, par Cordier, 8.	2 l.
Tables Astronomiques de Pagan, 4.	2 l. 10 l.
Elevation des Eaux par toute sorte de Machines, réduite à la mesure, au poids, à la balance, par le moyen d'un nouveau Piston & corps de Pompe, &c. par le Chevalier Morland, 4.	5 l.
Projet d'une nouvelle Mécanique, par Monsieur Varignon, 4.	4 l.
Des principes de l'Architecture, de la Sculpture, de la Peinture & des autres Arts qui en dépendent, par Monsieur Felibien, 4.	12 l.
L'Arithmétique des Ingenieurs, par Monsieur de la Londe, 4.	8 l.
Pratique Generale & Methodique des Changes étrangers, par Monsieur Irfon, 4.	6 l.
L'Art & la science des nombres, où l'Arithmétique Pratique & speculative; en François & en Latin, comprise en dix Livres, dont les sept premiers contiennent l'Arithmétique ordinaire, avec la Théorie des Nombres, telle qu'on la trouve dans les anciens Auteurs Grecs & Latins, principalement dans les V. VII. VIII. & IX. des Elemens d'Euclide, & dans les deux Livres de Boëce. Les Trois derniers enseignent l'ALGÈBRE par une methode courte & facile, & donnent des Maximes pour découvrir les Nombres inconnus dans la resolution de plusieurs Questions, aussi-bien par l'Arithmétique ordinaire, que par l'Algebre, par feu Monsieur Ouvrard, Chanoine de l'Eglise de Tours, 4.	4 l.

De Monsieur Oxanam.

Cours de Mathematiques, qui comprend toutes

les parties de cette Science, divisé en 5. vol.
in 8. 24 l. où sont les Elemens d'Euclide, d'Arithmetique, la Trigonometrie, les Tables de Sinus, la Geometrie, Theorique & Pratique, la Fortification, les Mécaniques, la Perspective, la Geographie, la Gnomonique ou Science des Cadrans : tous ces Traitez. se vendent en corps ou séparément.

Recreations Mathematiques & Physiques, qui contiennent plusieurs Problèmes d'Arithmetique, de Geometrie, d'Optique, de Gnomonique, de Cosmographie, de Mécanique, de Pyrotecnie, & de Physique, avec un Traité nouveau des Horloges Elementaires, 2. vol. 8. 7 l. 10 s.

L'usage du Compas de proportion, 8. 1 l. 10 s.

Oeuvres d'Henriion.

Les Tables des Monroyal, 4. 4 l. 10 s.

Les quinze Livres des Elemens Geometriques d'Euclide, 8. 2. vol. 4 l. 10 s.

L'Usage du Compas de Proportion, nouvelle Edition, augmentée, 8. 2 l. 10 s.

La Gnomonique universelle, ou la Science de tracer les Cadrans solaires sur toutes sortes de surfaces, tant stables que mobiles, 8. avec 25 Planches en taille-douce, par M. Richer du Bouchet. 3 l. 10 s.

L'Usage du Mecometre & de la Bussolle, 8. 2 l.

La Geometrie d'Errard, 8. 3 l.

L'Arithmetique de Chauver, par du Lac, 8. 2 l.

Usage des Globes, par Huës, 8. 1 l. 10 s.

Cosmologie du Monde, 8. 1 l.

Logocanon ou Regle proportionnelle, 8. 1 l. 6 s.

Artillerie de Davelourt, 8. 1 l. 10 s.

Horlogeographie du Pere Feuillant, 8. 3 l.

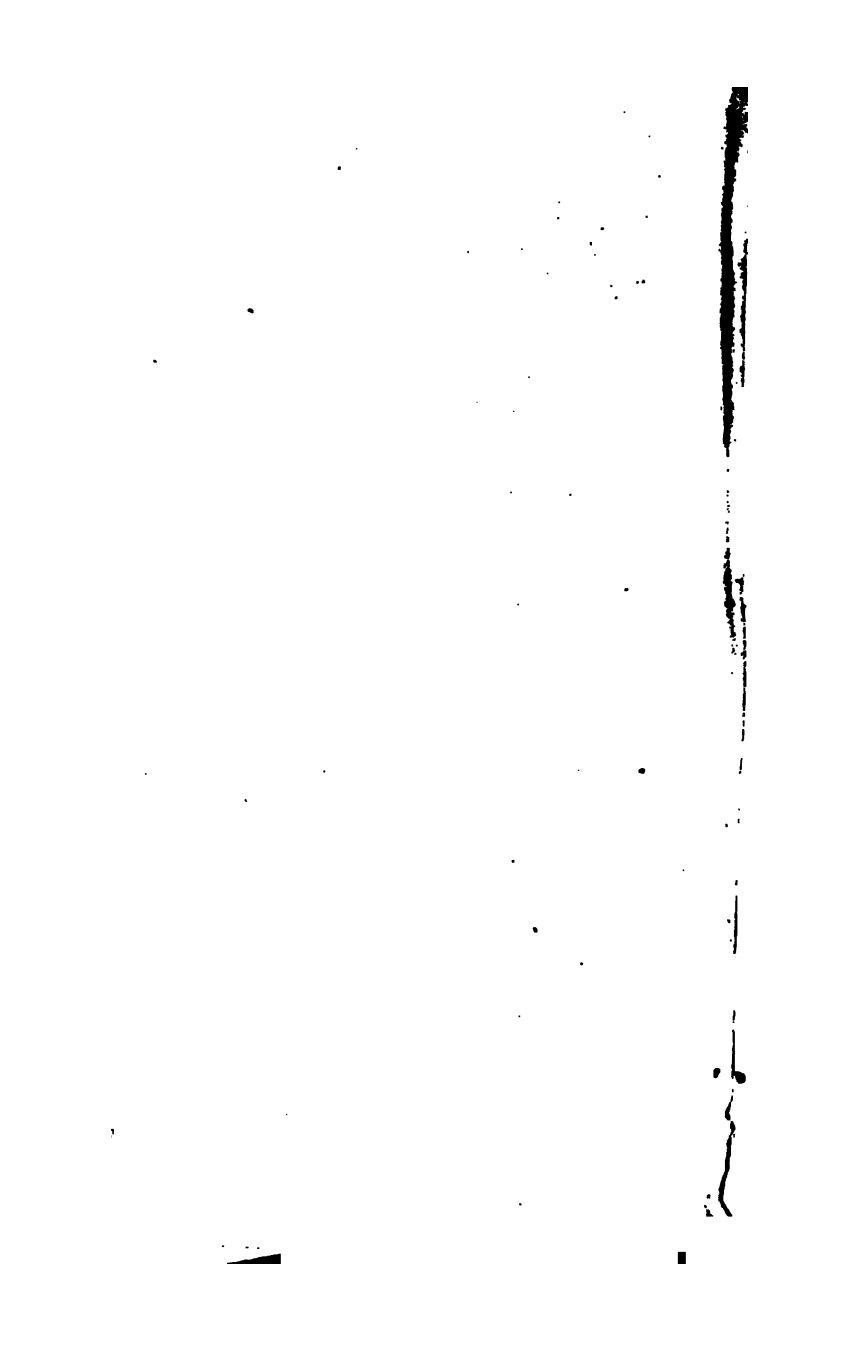
Harmonie Celeste, de Monsieur Fayol, 8. 2 l.

Geographie de Cluvier, 8. 1 l. 10 s.

Traité de la Sphere, du sieur Boulenger, aug-

- menté par Monsieur Ozanam , 12. 1 l. 10 s.
 Pratique de Geometrie sur le Papier & sur le Ter-
 rain avec figures , par le sieur le Clerc, 12. 3 l.
 La longimetrie industrieuse , 12. du P. Bôbi-
 net. 1 l.
 Usage du Cercle universel , 12. 1 l. 10 s.
 Cartes du Ciel , contenant toutes les Constella-
 tions avec le Catalogue des Etoilles , par Royer.
 12. 3 l.
 Traité de Mécanique , par M. de la Hire ,
 12. 2 l. 5 s.
 Propheties de Nostradamus , impression d'Hol-
 lande , in 12. 1 l. 10 s.
 Traité du mouvement des Eaux , & des autres
 corps fluides , par M. Mariotte , 12. 2 l. 5 s.
 Trigonometrie & Tables de Sinus , par Blon-
 del , 12. 1 l. 10 s.
 Nouveaux Elemens d'Arithmetique & d'Algebre,
 par M. de Lagny , 12. 2 l. 10 s.
Pap. Masso de Fluminibus Gallia , 12. cum Notis D.
Mich. Baudrand. 8. 1 l. 10 s.
 Tables de Sinus de Vlacq, nouvelle Edition. 2 l. 10 s.
 La Geometrie pratique du sieur le Boulenger
 avec des Notes de Monsieur Ozanam. 2 l.
 Methode facile pour Arpenter ou mesurer toutes
 sortes de superficies , & pour toiser la Maçonne-
 rie , la Charpenterie , &c. par Monsieur Oza-
 nam , 12. 2 l.
 Nouvelle Trigonometrie , où l'on trouve la ma-
 niere de calculer toutes sortes de Triangles re-
 ctilignes sans les Tables de Sinus , par Monsieur
 Ozanam , 12. 1 l. 10 s.
 Effets de la force de la Contiguite des corps , où
 il est traité de diverses nouvelles experiences
 touchant la nature du Vuide , la pesanteur de
 l'air. Des effets de la Pompe , des Hygrome-
 tres , des Barometres , & autres curiositez de
 Mccanique , & de Physique , 12. 2 l.





Handwritten scribbles and faint markings at the top of the page.

8-

2





