

Car la surface intérieure de cet anneau est en continuelle égalité avec celle de la Sphère inscrite, comme Archimedes l'a démontré : en retranchant l'une & l'autre par des plans perpendiculaires à l'axe commun LI ; & en même tems la solidité de l'un & de l'autre ont entre eux la même égalité continuelle, ce qui n'est pas difficile à démontrer & même connu, & ce qui est une comparaison encore beaucoup plus parfaite, qu'aucune des précédentes.

Dans cet anneau, AB ou AC vaut 200,000 (comme il est évident) puisque LB vaut 100,000; & par conséquent le circuit $AKBA$ vaut 628,318 comme pour la Sphère; son grand diamètre EF vaut 282,842; & son grand rayon GF , 141,421; son grand circuit $EHFE$ vaut 888,574; son bouge MF vaut 41,421; sa surface = 125,663,600,000, comme dans la Sphère; & sa solidité 4,188,748,243,600,000, dont la différence est environ $\frac{1}{104,000}$.

12°. Enfin on en pourroit ajouter quantité d'autres tant convexes que concaves, que nous laisserons aux Curieux des questions purement Géométriques.

On trouve toutes ces Figures en relief dans les Cabinets de M. de la Faye l'aîné; du R. P. Sébastien, Carme; & chez l'Auteur.

E X A M E N

*D'une difficulté considérable proposée par M. Hugens
contre le Système Cartésien sur la cause de la
Pesanteur.*

PAR M. SAURIN.

Les effets de la Nature les plus ordinaires, & qui frappent le moins le commun des hommes, ne sont pas toujours ceux qui donnent le moins d'exercice aux Philosophes. Tel est le Phénomène de la Pesanteur. Une pierre jettée en l'air retombe à plomb sur la surface de la Terre; on ne s'avise gueres dans le monde d'en être

10. Avril
1709.

surpris : cependant trouver la cause de cette chute est un des plus difficiles Problèmes que la Physique ait à résoudre ; & l'on n'est point encore parvenu à en donner une solution suffisamment démontrée , & qui répande une pleine lumière sur toutes les difficultez.

J'ai entrepris sur cette matiere un petit Traité que j'ai commencé à lire dans nos Assemblées particulieres. L'Académie a pû voir , que je mets la cause de la Pesanteur dans l'effort centrifuge de la matiere céleste qui nous environne ; & que je fais naître en elle cette effort, du mouvement circulaire qu'elle a autour de l'axe de la Terre , selon l'idée des Tourbillons Cartésiens. Un des principaux objets que je me suis proposez dans le petit Traité dont je parle , est de défendre ce sentiment contre les difficultez qui ont fait rejeter l'hypothese des Tourbillons à deux des plus célèbres Géometres de notre tems , M. Hughens & M. Newton.

Pour ne parler ici que de M. Hughens ; il fait trois Objections contre cette hypothese dans son Discours sur la cause de la Pesanteur ; mais il n'y en a que deux qui me paroissent dignes de considération. C'est de l'une de ces deux fort repetée après lui par quantité d'autres Auteurs grands & petits , que l'on voit une Solution dans le 2^e Journal des Sçavans de 1703. Je fus bien aise d'exposer ainsi par avance cette Solution à la critique des Sçavans , pour m'assurer si je ne me faisois point illusion en la croyant appuiée sur une démonstration véritable ; & pour mettre à profit les nouvelles lumieres que leurs réflexions pourroient me donner. Elle a mérité l'attention de deux Auteurs , qui se piquent , & sans doute avec raison , d'être profonds dans ces sortes de matieres, peu disposez d'ailleurs à me faire grace ; mais quoiqu'ils l'aient combattuë avec beaucoup de vivacité , l'un dans ses *Recherches de Physique & de Mathématique* , & l'autre dans les *Memoires de Trevoux* ; j'oserai dire qu'ils n'ont point troublé la confiance où je pouvois être que la solution est hors d'atteinte.

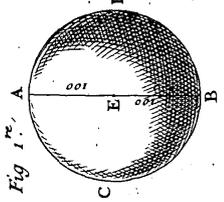


Fig. 1.

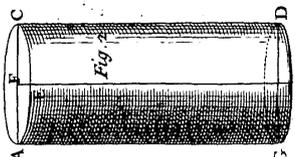


Fig. 2.

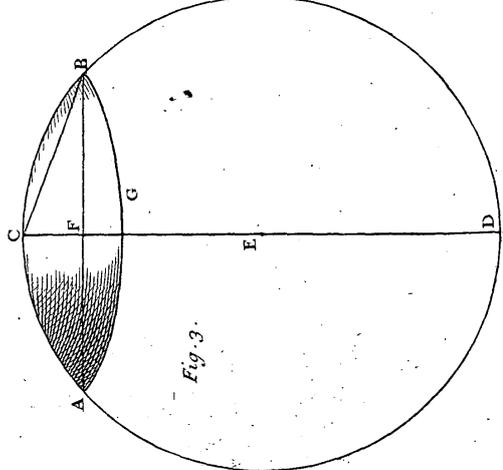


Fig. 3.

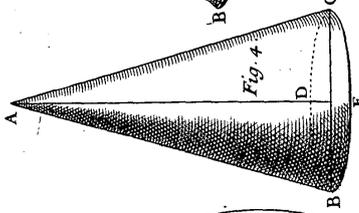


Fig. 4.

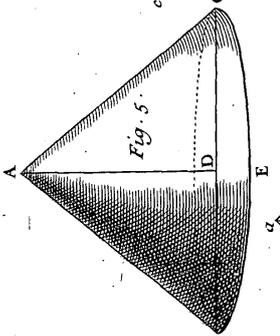


Fig. 5.

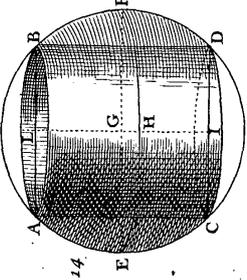


Fig. 14.

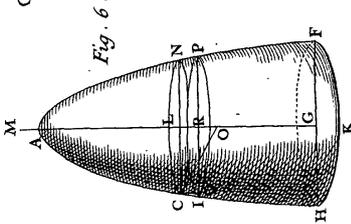


Fig. 6.

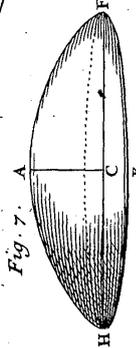


Fig. 7.

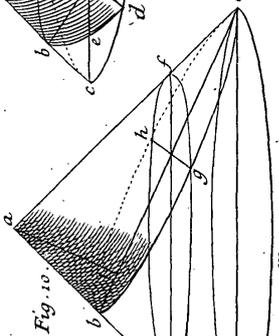


Fig. 10.

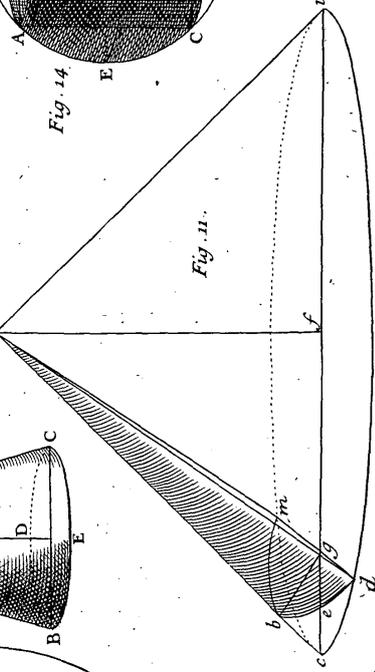


Fig. 11.

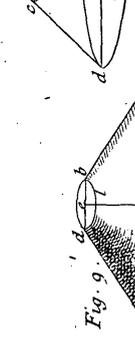


Fig. 9.

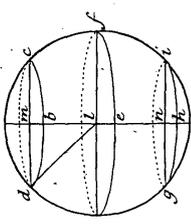


Fig. 13.

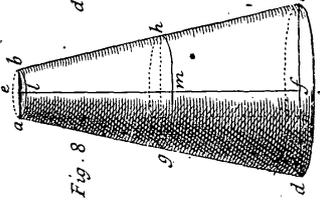


Fig. 8.

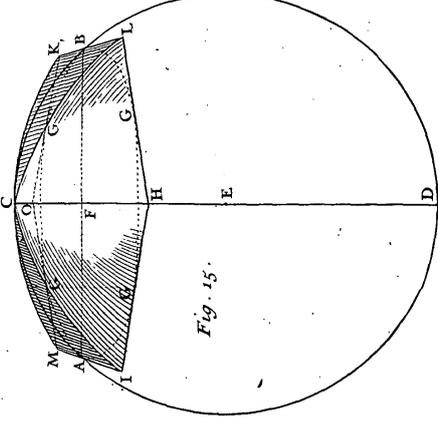
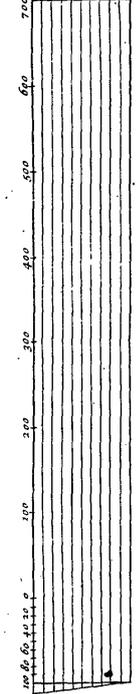


Fig. 15.



Echelle de 800 parties égales

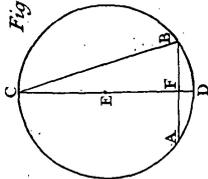


Fig. 16.

L'autre objection de M. Hughens est celle qui doit faire le sujet de ce Memoire , & sur laquelle j'avouïerai d'abord que je n'ai point encore pû me satisfaire parfaitement. Aussi ne donnai-je pas à cette recherche , comme à la précédente , le titre de Solution , mais celui d'*Examen*. C'est un point de Physique à méditer , que je propose aux Philosophes qui m'écoutent. Sur ce pied-là, j'exposerai simplement l'objection ; ce que je crois qu'on peut y répondre ; & ce qui me paroît rester de difficulté ; & j'attendrai de leurs lumières , & de celles de l'Academie , ce qui manque aux miennes.

Comme j'ai l'honneur de parler dans une Assemblée publique où tout le monde ne peut pas être au fait de ces questions , je crois devoir reprendre les choses de plus haut. On n'apperçoit clairement dans les corps pesants que deux choses ; l'une qu'étant lâchez en l'air , ils se meuvent suivant une direction qui tend à peu près au centre de la Terre ; l'autre , qu'ils font effort pour se mouvoir suivant la même ligne , lorsqu'ils sont retenus : & c'est précisément cette effort avec lequel ils pressent ou poussent ce qui les retient , qu'on appelle *Pesanteur*.

Il est évident que ces deux choses sont l'effet d'une seule & même cause. La force , de quelque nature qu'elle soit qui fait mouvoir les corps pesants suivant la direction constante qu'ils observent , est celle-là même qui fait que ces corps pressent suivant la même direction , le plan qu'on leur oppose pour les retenir.

Il ne s'agit donc dans la question de la Pesanteur ; que de rendre raison d'un certain mouvement , sçavoir , de ce mouvement particulier qui porte vers le centre de la Terre les corps à qui cela même fait donner le nom de pesants.

Si nous consultons nos idées sur la cause physique du Mouvement , elles ne nous presenteront rien de clair , rien de distinct que le choc , ou l'impulsion : ainsi c'est par ce principe qu'il faut rendre raison du Mouvement

134 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
dont nous cherchons la cause, ou abandonner cette recherche, & renoncer à l'esperance de pouvoir jamais expliquer d'une maniere intelligible & raisonnable le Phénomene de la pesanteur ; & si nous ne réussissons pas à l'expliquer par ce principe, cela marquera sans doute l'insuffisance de nos lumieres, mais non pas celle du principe.

Voici donc suivant cette idée, de quelle maniere nous philosophons sur la pesanteur avec M. Hughens. Les corps pesants se meuvent vers le centre de la Terre ; ils y sont donc poussez. Les corps ne peuvent être poussez que par d'autres corps en mouvement qui les choquent ; il y a donc d'autres corps en mouvement, qui heurtent ceux que nous appellons pesants, & qui par ce choc les poussent où nous les voions tendre. Ces autres corps ne sont point apperçus ; c'est donc une matiere subtile, que la délicatesse de ses parties dérobe à notre vûë ; & comme on sçait d'ailleurs par mille autres effets, que la Terre nage dans un fluide d'une subtilité inconcevable ; qui l'environne de toutes parts ; il n'y a pas lieu de douter que ce ne soit à cette matiere fluide qu'il faut attribuer l'impulsion qui produit le mouvement des corps pesants.

Mais comment le produit-elle ? Pour l'expliquer avec ordre, il faudroit faire de longues déductions ; je les franchis, & je viens tout d'un coup au fait. C'est qu'elle circule autour de la Terre avec une extrême rapidité : en circulant ainsi elle fait effort pour s'éloigner de la Terre ; & les corps grossiers n'ayant pas le même mouvement, & ne faisant pas le même effort, doivent être chassez nécessairement vers la Terre. Jusqu'ici nous avons marché de compagnie, & philosophé de concert avec M. Hughens ; mais nous allons nous diviser ; voici le point de séparation. M. Hughens fait mouvoir circulairement la matiere celeste en tous sens autour du centre de la Terre ; c'est-a-dire, que dans son Systême le centre de la Terre est le centre commun de tous les cercles

que décrit la matiere celeste : au lieu que selon Descartes , elle se meut toute en même sens autour de l'axe d'Occident en Orient , & décrit des cercles dont les plans sont paralleles à celui de l'Equateur. C'est cette hypothese que je défens contre les deux objections de M. Hughs dont il s'agit.

La 1^e. est tirée de la direction qu'observent dans leurs chûtes les corps pesants. M. Hughs prétend , que dans la supposition des cercles paralleles décrits par la matiere celeste , les corps devoient tomber suivant des lignes perpendiculaires à l'axe de la Terre , & qu'ils ne seroient poussez vers le centre que dans le plan de l'Equateur , au lieu que l'expérience nous apprend qu'ils suivent par tout une même direction qui tend au centre. C'est l'objection que je crois avoir suffisamment résolüe dans le Journal des Sçavans.

Voici la seconde , qui est celle que j'ai à examiner presentement. M. Hughs observe que pour produire le degré de pesanteur que nous éprouvons dans les corps terrestres , la vitesse de la matiere celeste qui se meut circulairement , doit être beaucoup plus grande que la vitesse du mouvement journalier de la Terre autour de son axe. D'où il conclut que si la matiere celeste se mouvoit en même sens avec une telle vitesse , il ne seroit pas possible que par le continuel effort d'un mouvement si rapide, elle n'entraînât avec elle tous les corps qui sont sur la surface de la Terre , ce qui n'arrive pas.

On sentira toute la force de cette objection par l'exposition que j'en vais faire. Les corps qui sont sur la Terre étant emportez avec elle autour de son axe dans 24 heures , sont eux-mêmes necessairement effort pour s'éloigner du centre , & leur effort est proportionné à la vitesse qui les emporte. Si la matiere celeste ne se mouvoit circulairement qu'avec la même vitesse que la Terre tourne , elle ne seroit pas plus d'effort pour s'éloigner du centre de la Terre , que n'en font les corps qui sont sur la Terre , & par conséquent il n'y auroit pas de pesanteur ;

ces corps jettez en l'air ne retomberoient point. Dans quelque lieu du Fluide environnant qu'ils fussent portez, & ensuite lâchez, ils y demeureroient suspendus & en repos; puisqu'ils y seroient en équilibre avec un égal volume de la matiere celeste.

Les corps qui sont sur la Terre ne sont donc pesants, & jettez en l'air ne retombent, que parce que la matiere celeste fait plus d'effort pour s'éloigner du centre commun qu'ils n'en font de leur part: Et si l'on retranche leur effort de celui de la matiere celeste, la quantité d'effort qui restera, & qui est le degré de force avec lequel ils sont poussez vers le centre, sera justement égale à leur degré de pesanteur. Ainsi la matiere celeste doit circuler plus vite que la Terre ne tourne, & l'excès de sa vitesse par dessus celle de la Terre doit être tel, qu'il en puisse résulter cette quantité d'effort égale au degré de pesanteur des corps terrestres.

M. Hughens a trouvé par une recherche exacte, qu'il falloit pour cela que le mouvement circulaire de la matiere celeste fût environ 17 fois aussi vite que celui de la Terre. Son calcul est fondé sur une proposition curieuse; mais il est un peu embarrassé. On peut faire le même calcul d'une maniere plus aisée en supposant la verité d'un autre Theorème, qui est très-facile à démontrer. Ce Theorème est, qu'en tems égal, l'espace parcouru par un corps qui tombe perpendiculairement est à l'espace ou à l'arc parcouru par la matiere celeste qui se meut circulairement, & produit la pesanteur, comme ce même arc est au diametre du cercle qu'elle décrit: Et par conséquent si le nombre de pieds que contient ce diametre, est multiplié par le nombre de pieds qu'un corps qui tombe perpendiculairement parcourt dans une Seconde, ce produit sera égal au quarré de l'arc parcouru aussi dans une Seconde par la matiere celeste. On sçait par des experiences faites avec beaucoup d'exatitute, qu'un corps qui tombe perpendiculairement, parcourt dans une Seconde environ 15 pieds: le diametre du cercle décrit par

la matière celeste proche de la Terre n'étant pas sensiblement différent de celui de la Terre même , est de 39' 23 1' 600 pieds : Donc par le Theorème ces deux nombres multipliez l'un par l'autre , donneront un produit égal au quarré de l'arc parcouru par la matière celeste ; & la racine quarrée de ce produit , laquelle est 24258 , sera le nombre de pieds égal à l'arc parcouru. Il faut donc que pour produire le degré de pesanteur que nous éprouvons sur la Terre , la matière celeste parcoure 24258 pieds dans une seconde.

La Terre faisant une révolution en 23 heures 56 minutes , ou en 86160 secondes , & le cercle qu'elle décrit étant de 123' 249' 600 pieds , ce qu'elle en parcourt dans une seconde doit être de 1430 pieds & $\frac{1}{2}$. Ainsi la vitesse de la matière celeste , qui lui fait parcourir dans une seconde 24258 pieds , est à celle de la Terre qui n'en parcourt dans le même tems que 1430 , comme le premier de ces nombres est au second. Or si l'on divise ces deux nombres l'un par l'autre , on trouvera qu'ils sont entr'eux environ comme 17 à 1. En mesurant donc le degré de pesanteur par le seul effort centrifuge de la matière celeste , qui vient de son mouvement circulaire , il est démontré que la vitesse de ce mouvement doit être 17 fois aussi grande que celle du mouvement journalier de la Terre , ou la sur passer 16 fois.

Mais pour connoître plus précisément encore jusqu'où va la difficulté , examinons quelle impression peut faire sur les corps terrestres cette prodigieuse vitesse que nous sommes obligez de donner à la matiere celeste , & nous verrons ensuite s'il s'offrira quelque moyen de la rendre insensible.

Feu M. Mariote , un des plus habiles & des plus exacts observateurs en Physique qu'ait eu l'Académie , a fait quantité d'expériences sur la force du choc des Fluides , & en particulier de l'Eau & de l'Air. Il a trouvé* que l'eau allant avec une vitesse qui lui fait parcourir 3 pieds & $\frac{1}{4}$ dans une seconde , & heurtant

* *Mouvement des Eaux* , pag. 187. & 195.

perpendiculairement avec cette vitesse une surface d'un demi-pied en quarré, soutient un poids de 3 livres $\frac{3}{4}$. Il a aussi déterminé que l'air allant 24 fois aussi vite, faisoit précisément le même effort. Ainsi l'Air parcourant 78 pieds dans une seconde, & choquant avec cette vitesse une surface d'un demi-pied en quarré, opposée perpendiculairement à son cours, soutiendrait un poids de 3 livres $\frac{3}{4}$: Mais si nous lui donnons la vitesse dont la matiere celeste surpasse celle de la Terre, quel poids soutiendra-t'il? Il est aisé d'en faire le calcul. Les efforts d'un même Fluide qui va avec différentes vitesses sont entr'eux comme les quarrés des vitesses: la vitesse de l'air qui lui fait soutenir 3 livres $\frac{3}{4}$. est de 78 pieds dans une seconde; celle de la matiere celeste, la vitesse de la Terre en étant retranchée, est de 22827 pieds & $\frac{1}{2}$; tout est connu; il n'est plus besoin que d'une regle de proportion; on dira, comme le quarré de 78 est au quarré de 22827 & $\frac{1}{2}$, de même le poids de 3 livres $\frac{3}{4}$ est à un 4^e terme: ce 4^e terme donnera l'effort de l'air, ou le poids cherché. En faisant cette opération on trouve que si l'air alloit avec la vitesse de la matiere celeste, il soutiendrait un poids de plus de * trois cens ving mille livres.

* Il est au
juste de
321187 liv. &
14308
24336.

Nous avons suivi dans ce calcul la détermination de M. Mariote, qui ne donne à l'air qu'une vitesse 24 fois aussi grande que celle de l'eau, pour lui faire soutenir le même poids que l'eau soutient; mais d'autres expériences prouvent qu'il doit aller 30 fois aussi vite; & si nous voulons suivre ces expériences, le poids que soutiendra l'air avec la vitesse de la matiere celeste, diminuera, mais il sera encore * de plus de deux cent mille livres.

* au juste de
205560 liv. &
2340
38025.

Telle seroit la force de l'air emporté avec la vitesse qui convient à la matiere celeste pour produire la pesanteur. D'où l'on voit que quand l'effort de la matiere celeste mûe avec cette rapidité ne seroit que la deux-cent-millième partie de celui de l'air, elle ne laisseroit pas de soutenir le poids d'une livre, en agissant contre une sur-

face d'un demi-pied en quarré, & que s'il étoit près de deux millions cinq cent mille fois plus foible, il soutiendrait encore le poids d'une once : de sorte que si l'on suspendoit en l'air au bout d'un fil un corps qui ne pesât qu'une once, & qui opposât une surface d'un demi-pied en quarré au cours de la matiere celeste, elle le pousseroit d'Occident en Orient avec un effort qui lui feroit faire en ce sens-là un angle de 45 degrez, en faisant abstraction de toute autre résistance que de celle du corps suspendu.

Il seroit impossible à cause de la résistance, & de l'agitation continuelle de l'air, & de plusieurs autres considérations, de déterminer au juste combien l'effort de la matiere celeste avec vitesse égale, devoit être plus foible que celui de l'air pour devenir insensible; mais il me paroît qu'il devoit l'être du moins trois ou quatre millions de fois plus : il reste à sçavoir si on peut le supposer sans absurdité; ou si l'on ne pourroit point donner de la foiblesse de cet effort quelque raison du moins vraisemblable.

On sçait que les Fluides sont plus ou moins fluides les uns que les autres, & qu'ils font plus ou moins de résistance au mouvement des corps; & par conséquent plus ou moins d'effort contre les corps en repos, lorsque ce sont les Fluides mêmes qui se meuvent. Ainsi nous venons de voir que l'air doit aller 30 fois plus vite que l'eau, pour avoir une égale force de choc : d'où il s'ensuit qu' allant avec la même vitesse que l'eau, il doit faire 900 fois moins d'effort que l'eau, 900 étant le quarré de 30. La Regle que l'on donne sur ce point, est que les efforts de differens Fluides qui vont avec une même vitesse sont comme leurs densitez; aussi est-ce sur ce principe que l'on fait l'air 900 fois plus rare que l'eau. Cette conséquence néanmoins pourroit être fausse; car la Regle sur laquelle on la fonde, n'est exactement vraie que lorsque les Fluides que l'on compare ne diffèrent qu'en densité. Dans ce cas-là il est aisé de comprendre, que si de deux Flui-

140 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE
des emportez avec une même vitesse, l'un est par exemple deux fois moins dense que l'autre, il doit faire deux fois moins d'effort; car à chaque tems le corps contre lequel il agit est choqué par deux fois moins de particules, & par conséquent deux fois moins choqué: La Regle est donc certaine & évidente, mais elle est défectueuse, parce qu'il y a dans les Fluides bien d'autres différences auxquelles il faut avoir égard. La force du choc dans ceux qui vont également vite, ne dépend pas seulement de ce qu'en tems égal ils choquent avec la somme des efforts d'une plus grande ou d'une plus petite quantité de particules, mais encore de ce qu'ils font plus ou moins de résistance à la division; c'est-à-dire du plus ou du moins de facilité qu'ont les particules à se séparer, à se déplacer. Or une plus grande ou une moindre facilité au déplacement peut avoir plusieurs causes, & par le concours de toutes ces causes devenir aussi considérable que l'on voudra.

La première cause qui se présente, est le différent degré même de densité. J'ai déjà employé la densité; c'est un double emploi que j'en fais, mais il n'est pas vicieux; elle vient ici sous une autre considération. Il est clair qu'un Fluide doit être d'autant plus facile à diviser que ses particules sont moins ferrées, moins près les unes des autres: c'est-à-dire d'autant plus qu'il est moins dense. Le plus ou le moins d'âpres, d'inégalité dans les surfaces des particules, & leurs figures plus ou moins irrégulières & embarrassantes sont deux autres causes dignes d'attention & qui peuvent produire à l'égard de la facilité des Fluides à se diviser, & par conséquent dans la force de leur choc, de grandes différences.

J'avois crû d'abord pouvoir ajouter à ces articles le différent degré de subtilité. Et en effet il étoit assez naturel de penser que, supposé d'ailleurs toutes choses égales, le Fluide qui avoit les particules les moins grossières, devoit se diviser avec plus de facilité, & faire moins d'effort contre les obstacles opposés à son cours. Cette pensée

m'accommodoit tout-à-fait : elle me fournissoit le moïen du monde le plus aisé de réduire à rien la force du choc de la matière celeste qu'il est permis de faire aussi subtile qu'on voudra : mais en cherchant à démontrer une proposition qui me paroïssoit si vrai-semblable , j'ai trouvé contre mon attente , quoiqu'après M. Newton , qu'elle étoit fausse , & que deux Fluides de même nature , & de même densité , & qui ne different qu'en ce que les particules de l'un sont plus petites que celles de l'autre , sont une égale résistance au mouvement des corps , ou si les Fluides se meuvent eux-mêmes , ont une égale force de choc. J'avoüe que j'ai eu grand regret de cet article , & que ce n'est qu'après avoir bien chicané contre ma propre démonstration que j'ai consenti à le raïer.

Cependant quelque fausse que soit l'idée dont j'avois crû pouvoir tirer un si grand avantage ; le plus ou le moins de subtilité ne laisse pas d'être ici d'une extrême considération par un autre endroit ; car un Fluide qui seroit si subtil que tous les corps lui donneroient un libre passage par leurs pores , choqueroit ces corps sans doute avec bien moins de force que ne feroit un autre Fluide de même nature , mais dont les particules seroient trop grossieres pour pouvoir passer à travers les pores des corps. Il est évident qu'encore que ces deux Fluides fussent d'une même densité , ils tomberoient par rapport à l'effet du choc dans le cas de deux Fluides inégalement denses ; tout ce qui dans le Fluide subtil continuë son cours par les pores des corps , librement & sans les choquer , ne devant point être compté. Or où cela ne peut-il point aller ?

La tiffure des corps les plus solides , est peut-être infiniment plus rare qu'on ne pense. Ce qu'il y a de bien certain , c'est que les sens & l'imagination nous trompent là-dessus. A les consulter , qui diroit que ce qu'un morceau de bois de chêne contient de sa matière propre , ne fait pas la 20^e partie du volume sous lequel il paroît ? Peut-être s'en faut-il beaucoup qu'il n'en fasse la milliëme,

ou la cent-millième ; mais au moins est-il facile de démontrer qu'il n'en fait pas la 20^e. Le bois de chêne pèse moins que l'eau, & l'eau pèse à peu près 19 fois moins que l'or. Un morceau de bois de chêne pèse donc plus de 20 fois moins qu'un morceau d'or de même volume ; mais c'est un principe démontré par M. Hughens même, que la Pesanteur spécifique des corps suit exactement la proportion de la quantité de matiere propre qu'ils contiennent sous un volume égal. Sur ce principe, un morceau de bois de chêne contient 20 fois moins de matiere propre qu'un morceau d'or égal en volume ; & par conséquent, en supposant même l'or parfaitement solide & sans pores ; ce qui est bien éloigné d'être vrai ; la quantité de matiere propre que contient un morceau de bois de chêne, n'est pas la 20^e partie de son volume : certainement les yeux ne disent pas cela. Par le même raisonnement un corps qui pesera 20 fois moins qu'un égal volume de bois de chêne, & 400 fois moins qu'un même volume d'or, contiendra aussi 20 fois moins de sa matiere propre que le chêne, & 400 fois moins que l'or : Les yeux en jugent-ils ainsi ?

Je n'ai aucunes lumieres sur la solidité absoluë des corps : je connois bien par le poids les differens rapports de densité ou de rareté qu'ils ont entr'eux ; mais si l'on considère un corps en lui-même, & sans le comparer à d'autres, il est impossible de connoître quel est son degré absolu de solidité, c'est-à-dire, de déterminer quelle proportion il y a entre la quantité de matiere propre qu'il contient, & son volume : ainsi je sçai qu'un morceau de bois de chêne est 20 fois moins solide qu'un égal morceau d'or ; mais ce morceau d'or jusqu'à quel point est-il solide ? Combien a-t-il de pores, combien de matiere propre ? c'est ce que j'ignore profondément, ou plutôt c'est ce que je sçai avec la dernière évidence qu'on ne peut pas sçavoir ; & j'ose avancer cette proposition qui va paroître un paradoxe, c'est que si l'on vouloit soutenir, que dans un morceau d'or il n'y a pas de matiere

propre la cent-millionième partie du volume, on le soutiendrait à la vérité sans preuve positive, mais on pourroit défier hardiment les Physiciens de démontrer le contraire.

Je ne doute point que l'imagination de ceux qui jugent de tout par les sens, ne se révolte. L'or est le plus pesant de tous les corps que nous connoissons : il leur a toujours paru fort lourd, & par cela même fort massif; ce sentiment confus passera toujours chez eux pour une expérience aussi évidente qu'une démonstration : mais quand nous soutenons un poids, le sentiment de pesanteur que nous éprouvons est relatif au degré de force que nous avons pour le soutenir : ce qu'un homme trouve léger, est pour un enfant un poids énorme, & nous pourrions avoir une telle force, que la plus pesante masse nous paroîtroit aussi légère que nous paroît une plume. Ainsi à juger par sentiment ; des hommes mille fois plus forts que nous, trouvant l'or mille fois moins pesant que nous ne le trouvons, le jugeroient aussi mille fois moins solide que nous ne le jugeons. Venons à conclusion ; les sens ni l'imagination ne devant pas être écoutés sur ce point, & la raison ne nous y fixant aucunes bornes, il est permis de donner à la tiffure des corps toute la rareté, comme à la matière celeste toute la subtilité dont on a besoin ; pourvu seulement que la supposition que l'on fera pour l'effet qu'on veut expliquer, ne se trouve pas combatuë par d'autres effets.

Encore un article sur lequel on ne sçauroit trop appuier, & qui se rapporte à celui des figures plus ou moins embarrassantes ; c'est que les particules de la matière celeste n'ont ni figure ni grosseur déterminée ; chaque particule pouvant se diviser, & se divisant à l'infini, selon les besoins, & avec la dernière facilité, elles s'accommodent sans peine à toutes sortes de places ; ce qui diminuë infiniment dans le fluide la résistance au déplacement, & qui affoiblit d'autant son effort.

A tout ce que nous avons dit sur les causes qui peuvent

contribuër à rendre insensible l'effort de la matiere celeste, nous pourrions ajouter des experiences de M. Newton qui nous sont favorables. M. Newton les a faites pour s'assurer si la matiere celeste qui pénétre tous les corps, & remplit leurs pores, avoit quelque part à la résistance que ces corps souffrent lorsqu'ils sont mûs dans un Fluide; & il n'a pas trouvé plus de résistance de ce côté-là, que si cette matiere n'existoit pas, & que les pores fussent entièrement vuides. Nous ne nous prévaudrons pourtant point de sa découverte: quelle conséquence pourrions-nous tirer d'une résistance insensible dans d'aussi foibles mouvemens que ceux des experiences que nous pouvons faire? Mais quel sujet d'étonnement qu'un aussi habile homme que M. Newton en ait conclu, ou ait été tout près d'en conclure le vuide, nous invitant même à répéter les expériences pour nous convaincre de plus en plus de la solidité prétendue de cette conclusion.

Quand après toutes les considerations que l'on vient de faire, on ne seroit pas moins frappé comme d'une absurdité, de cette rapidité prodigieuse que nous donnons à la matiere celeste proche de la Terre, quoiqu'elle ne s'y fasse pas sentir, il semble qu'il n'y auroit pas d'autre parti à prendre, que de la digerer cette absurdité, comme on est obligé d'en digerer tant d'autres dans la plûpart des sujets de Physique, & generalement dans presque tous les objets de nos connoissances: car enfin cette absurdité soit prétendue, soit vraie, où conduit le sentiment que je défends, se trouve être une suite nécessaire des plus certaines observations des Astronomes, ainsi que je le vais démontrer.

Les Planetes qui tournent autour du Soleil à différentes distances, vont plus vite les unes que les autres; le fameux Kepler a remarqué le premier, que leurs vitesses gardent entr'elles la raison renversée des racines quarrées de leurs distances. Supposons par exemple que la distance de Venus au Soleil soit à celle de Mercure comme 9 à 4;

je

je prends ces nombres, parce qu'il font commodes, & qu'ils ne s'éloignent pas beaucoup du rapport exact qu'ont entr'elles ces deux distances, la racine quarrée de 9 est 3, celle de 4 est 2 : la racine quarrée de la distance de Venus étant donc à la racine quarrée de la distance de Mercure comme 3 à 2 ; on trouve selon la regle de Kepler, qu'en raison renversée la vitesse de Venus est à celle de Mercure comme 2 à 3.

Toutes les observations confirment cette regle ; elle n'est pas suivie seulement par les Planetes principales qui tournent autour du Soleil ; elle l'est encore exactement par les petites Planetes qui font leurs révolutions autour d'une Planete principale ; c'est ce qu'a pleinement vérifié dans les Satellites de Jupiter M. Cassini qui nous en a donné la Theorie, & qui par ses sçavantes & ses utiles découvertes a une si grande part à la gloire des progresz que l'Astronomie a faits de nos jours, & de si grands droits à la gloire même de ceux qu'elle pourra faire après lui. Il en est de même des 5 Satellites de Saturne que des 4 de Jupiter. C'est donc une Loi inviolablement observée par les corps celestes dans les petits Tourbillons particuliers ainsi que dans le grand : & comme l'hypothese la plus raisonnable sur le mouvement des Planetes, ou pour mieux dire, la seule raisonnable, est qu'elles suivent le cours de la matiere celeste qui les emporte, c'est aux différentes vitesses de la matiere celeste prise à différentes distances du centre du Tourbillon, que doit s'appliquer la regle de Kepler.

Pour venir presentement à la Démonstration que j'ai promise ; Si par cette regle nous cherchons la vitesse qui convient à la matiere celeste proche de la Terre, nous trouverons qu'elle doit être à celle de la Terre à peu près comme 17 à 1, telle précisément que nous avons déjà vu que la demandoit le degré de pesanteur des corps terrestres : le calcul n'en est ni long ni difficile.

La Lune étant éloignée de nous ou du centre de notre Tourbillon particulier d'environ 60 demi diametres de la

Terre, le cercle qu'elle parcourt autour de ce centre, est 60 fois aussi grand que celui qui décrit un point de la surface de la Terre sous l'Equateur ; & par conséquent elle a 60 fois autant de chemin à faire pour achever sa révolution, que ce point pour achever la sienne. Ainsi quand la Lune n'acheveroit sa révolution qu'en 60 jours, elle iroit aussi vite que la Terre qui tourne en un jour : Si la révolution de la lune s'achevoit en 30 jours, sa vitesse seroit double de celle de la Terre sous l'Equateur, la Lune n'emploiant qu'un peu plus de 27 jours & demi à faire son tour, il s'ensuit que sa vitesse est un peu plus que double de celle de la Terre. Cela posé, la distance de la matiere celeste qui circule ici bas, & qui n'est éloignée du centre du Tourbillon que d'un demi-diametre de la Terre, & la distance de la Lune que nous avons faite de 60 de ces demi-diametres, font l'une à l'autre comme 1 à 60, & leurs racines quarrées à peu près comme 1 à 8, ou comme 2 à 16, ou comme un peu plus de 2 à 17 ; donc en raison renversée, conformément à la regle de Kepler, la vitesse de la matiere celeste proche de nous, est à la vitesse de celle qui emporte la Lune comme 17 à un peu plus de 2 ; mais nous avons trouvé que la vitesse de la Lune, ou de la matiere celeste dont elle suit le cours, étoit en effet à la vitesse de la Terre, comme un peu plus de 2 à 1 ; donc la vitesse de la matiere celeste ici bas, est à la vitesse de la Terre environ comme 17 à 1 ; *ce que j'avois à démontrer.*

Tel est le parfait accord entre ce qu'exige de vitesse dans la matiere celeste le Phenomene de la pesanteur, & ce que nous trouvons d'ailleurs qu'elle en doit avoir en vertu d'une loi établie par les Observations, & démontrée comme la loi fondamentale de tout le Systême de l'Univers, par l'ingénieux Auteur de *la nouvelle Explication du Mouvement des Planettes*. Si un accord si merveilleux ne delivre pas entierement l'esprit de la peine que lui fait ce mouvement rapide de la matiere celeste proche de la Terre, dont cependant on n'apperçoit aucun

effet sensible ; il doit au moins le disposer à recevoir plus favorablement les considérations que nous avons proposées pour résoudre , ou pour affoiblir l'objection de M. Hughs.

Il est vrai qu'il se présente bien de nouveaux embarras ; & je n'ai garde de dissimuler que cette loi même que suivent les vitesses des Planetes ; quand on la considère dans la matiere celeste , est environnée de difficultez ; il y en a plusieurs qu'un peu d'attention fait évanouir ; il seroit ennuyeux & inutile de s'y arrêter : il y en a d'autres plus considérables , & parmi celles-ci deux principales , que je vais toucher en peu de mots.

La premiere s'offre d'abord , & il est impossible de n'en être pas frappé. Selon la regle de Kepler jointe à l'hypothese de nos Tourbillons , la matiere celeste fait autour de la Terre 17 révolutions en un jour , d'où vient que la Terre n'en fait qu'une ? Pourquoi ne suit-elle pas la regle ? Cette difficulté est commune aux autres Tourbillons ; Jupiter , & Saturne tournent chacun autour de son centre ; & tous deux infiniment moins vite qu'ils ne devoient selon la regle. Le Soleil qui occupe le centre du grand Tourbillon , tourne de même autour de son axe , & met environ 27 jours & $\frac{1}{2}$ à tourner , au lieu que suivant la regle , il n'y devoit emploier qu'un peu plus de 3 heures. J'avoüe que je ne suis pas content de mes lumieres sur cette difficulté , & que je n'ai pas de plus solide réponse à y faire que celle qu'on peut voir dans la nouvelle Explication du Mouvement des Planetes , Ouvrage qui est plus aisé de critiquer qu'il ne le seroit d'en faire un meilleur.

L'autre difficulté est de M. Newton. Au milieu d'un Fluide uniforme , & en repos ; c'est-à-dire , qui n'a d'autre mouvement que l'agitation même en tous sens de ses parties , qui le rend fluide , il conçoit une Sphère solide qui tourne autour d'un axe à peu près comme la Terre. Cette Sphère en tournant fait une continuelle impression sur une premiere surface du Fluide , & celle-ci sur une

autre, & cette autre sur une autre encore, & ainsi de suite. Dans cette supposition arbitraire, il cherche géométriquement avec quelle proportion le mouvement se communique aux surfaces de proche en proche, ou quel doit être le rapport des vitesses à différentes distances du centre commun: & son Analyse lui donnant un rapport différent de celui qui s'observe dans les Planetes, il conclut qu'elles ne sont point emportées par le Fluide, & que les Tourbillons Cartesiens seroient incompatibles avec la loi qu'établit la regle de Kepler.

Je passe un grand nombre de réflexions qu'il y auroit à faire sur la Démonstration de M. Newton: je veux bien la recevoir; mais en la recevant je ne laisse pas de rejeter la conclusion qu'il en tire contre nos Tourbillons. Elle n'a de force qu'en vertu de la supposition gratuite que M. Newton fait, d'un Fluide parfaitement uniforme, & par tout d'une égale fluidité, & d'une résistance de la part des Surfaces, dans la raison de la vitesse. Mais si l'on suppose que la Fluidité augmente à mesure que l'on s'éloigne du centre, ou que l'on suppose une résistance plus grande que dans la raison de la vitesse, on retrouvera sans peine le même rapport que donne la Règle.

Ce que nous disons ici n'a pas échappé à l'exactitude de M. de Newton; il l'a très expressément remarqué; mais il se contente de dire que ces suppositions ne seroient pas raisonnables; & quoique la dernière soit incontestable, il aime bien considérer la pesanteur comme une qualité inhérente dans les corps, & ramener les idées tant décrites de qualité occulte, & d'attraction. Il ne faut pas nous flatter que dans nos recherches de Physique nous puissions jamais nous mettre au dessus de toutes les difficultés; mais ne laissons pas de philosopher toujours sur des principes clairs de Méchanique; si nous les abandonnons, toute la lumiere que nous pouvons avoir est éteinte, & nous voilà replongez de nouveau dans les anciennes ténèbres du Peripathetisme, dont le Ciel nous veuille préserver.