DISCOURS
DU
MOUVEMENT
LOCAL.

Avec des Remarques sur le Mouvement de la Lumiére.

Par le R. P. IGNACE GASTON PARDIES, *de la Compagnie de* JESUS.

QUATRIE'ME EDITION.

A LA HAYE,
Chez ADRIAN MOETJENS, Marchand Libraire près la Cour, à la Librairie Françoise.

M. DCCX.

PREFACE.

JE ne prétens pas faire ici l'Eloge des Méchaniques, & étaler les avantages que nous donne la science du mouvement. On sçait assez que toutes les productions qui viennent ou de l'industrie des hommes, ou des causes de la Nature, ne se font que par le mouvement. De sorte qu'il n'est pas possible de pénétrer dans les secrets de la Physique, ni de réüssir dans l'invention & dans la pratique des Arts, sans le secours des Méchaniques, c'est-à-dire, sans la connoissance des loix du mouvement. Je n'entreprens pas non plus de traiter ici toute *cette matiére: elle est trop vaste pour être comprise dans un si petit discours. Je me suis restraint à ce qui peut être appellé les élémens de cette science, & j'insiste particuliérement à considérer la communication qui se fait du mouvement dans les percussions. Il est vrai que ce sujet a été traité par de trés-grands hommes; mais je m'y prens, ce me semble, tout autrement qu'ils n'ont fait: car sans faire aucune hypothése particuliére, je m'attache à rechercher dans les sources mêmes de la Nature les causes de tous les effets que nous voyons dans les mouvemens, & je tâche d'en faire des démonstrations, qui ne supposant aucune expérience, ne sont fondées que sur des principes incontestables de la pure Métaphysique. Ce dessein sans doute paroîtra hardi à ceux qui sçavent* *la difficulté qu'il y a de prévenir ainsi l'expérience, & de prescrire à la Nature des loix qu'elle doive ensuite observer. Peut-être aussi que la différence qui se trouve entre les régles que je tâche d'établir ici, & celles que M. Descartes a posées dans ses Principes, servira de sujet à la curiosité de ceux qui aiment la Philosophie de cét Auteur, pour rechercher en quoy consistent mes paralogismes, puisque les raisonnemens que je fais sont si opposez à ceux que plusieurs ont tenu jusques ici pour de véritables démonstrations. Car j'avouë que de sept régles du mouvement que donne M. Descartes, il n'y en a qu'une seule qui s'accorde avec les miennes: de sorte qu'il faut ou que ce Philosophe n'ait pas bien rencontré en ce point, ou que je sois tombé moy-même en des fautes considérables.*

Au reste je ne puis pas ignorer ce qui a été publié par toute la France touchant les Régles de percussion, qu'ont proposé quelques célébres Mathématiciens des Académies Royales de Paris & de Londres. S'il y a de la gloire à inventer quelque chose de nouveau dans les sciences, je ne conteste point à ces Messieurs celle qu'ils pourront prétendre pour avoir trouvé le secret des loix du mouvement; je la leur cede volontiers toute entiére, & je n'y prétens rien. Je puis dire neanmoins qu'il y a déja trois ans que j'ay donné publiquement tout ce que je mets ici dans ce discours; & que si l'on compare mes régles avec les leurs, on y trouvera bien peut-être assez de conformité, pour croire que j'ay rencontré avec eux la vérité: mais aussi on y verra assez de différence, pour juger que ce n'est pas

pas d'eux que je l'ay apprise. Outre qu'ils n'ont fait que proposer simplement leurs régles sans les prouver, au lieu que je tâche de démontrer toutes celles que j'avance. Et quoy-que M. Huygens nous ait fait espérer qu'il publieroit bien-tôt un livre où il prouveroit toutes ses régles; neanmoins sans me vouloir en aucune façon comparer à un si grand homme, j'ose bien dire que sa méthode sera toute différente de la mienne; puisqu'il s'est déja suffisamment expliqué, & qu'il nous a fait entendre que ses démonstrations sont appuyées sur des hypothéses particuliéres. Quoi qu'il en soit, je me suis déja déclaré sur le peu de prétention que j'ay à la gloire de passer pour l'inventeur de ces choses: je la laisse toute entiére à ces Messieurs; & s'ils ont la bonté de m'en faire

 part,

part ; je la recevrai comme une grace, & tiendrai à faveur, s'ils veulent seulement reconnoître que j'ay touché leur pensée, ou que du moins je ne m'en suis pas fort éloigné.

DIS.

DISCOURS DU MOUVEMENT LOCAL.

SI nous nous imaginons qu'il n'y ait au monde rien de corporel qu'une ou deux boules, & que de ces boules nous séparions tout ce qui pourroit causer quelque sorte de sympathie ou de secrette communication, par laquelle l'une attireroit ou chasseroit l'autre; en un mot si nous considerons ces boules libres de toute sorte de determination particuliere, sans légereté, sans

I. Le corps est de soy indifférent pour le repos ou pour le mouvement.

sans pesanteur, dans le vuide, ou du moins dans un espace tout uniforme, où il n'y eût rien qui les portât plus d'un côté que d'un autre, ou qui les pût empêcher de se mouvoir librement : si elles venoient à être poussées vers quelque endroit, alors nous concevrions que ces boules seroient tout-à-fait indifférentes pour se toucher, ou pour être séparées, pour être ici, ou pour être là ; puisqu'elles ne trouvent rien en un endroit plus qu'en un autre : & par conséquent elles seront aussi également indifférentes, pour être en repos, ou pour être en mouvement.

ij. Si le corps est une fois en repos, il y demeure toûjours.

Ainsi si nous concevons de plus, qu'une de ces boules est en repos en quelque endroit, y ayant été mise par quelque cause, qui ait le pouvoir de remuer ou d'arrêter les corps ; nous concevons en même temps qu'elle y demeurera éternellement en repos, s'il n'y a quelque nouvelle cause qui vienne la pousser, & la tirer de là, en luy donnant du mouvement : parce que cette boule étant d'elle même indifférente au repos ou au mouvement, & étant une fois déterminée au repos, il est impossible qu'elle se détermine elle même à quitter ce repos pour pren-

prendre le mouvement. Ainsi il faut qu'elle demeure éternellement dans ce repos, s'il ne vient rien d'ailleurs qui l'en ôte.

iii. *Et s'il est une fois dans le mouvement, il continuë aussi de se mouvoir toûjours*

Par la même raison nous devons concevoir, que si une de ces boules est dans le mouvement, Dieu ou quelque Ange l'aiant poussée & aiant commencé à la faire mouvoir ; nous devons dire, concevoir que cette boule aiant ainsi commencé à se mouvoir, elle continuëra de le faire éternellement, s'il n'y a quelque nouvelle cause qui vienne l'arrêter : parce que cette boule étant d'elle même indifférente au mouvement & au repos, & étant une fois déterminée au mouvement, il est impossible qu'elle se détermine elle-même à quitter ce mouvement pour prendre le repos. Ainsi il faut qu'elle demeure toûjours dans ce mouvement, s'il ne vient rien d'ailleurs qui l'en ôte.

iv. *Que le repos n'est pas une pure négation.*

Je voi bien que nous sommes portez naturellement à considérer le repos comme une cessation d'action, & le mouvement comme une action positive, laquelle nous expérimentons en nous-mêmes, quand nous nous mouvons, ou que nous voulons mouvoir un autre corps : au lieu que nous concevons qu'un corps demeure en repos déslors que personne n'y touche, & qu'il n'y a aucune autre cause qui luy imprime effectivement cette qualité ou cette action nécessaire pour le mouvement. Ainsi il semble qu'encore que le corps étant une fois en repos, y demeure éternellement: il ne s'ensuit pas, que s'il est une fois dans le mouvement, il y persiste aussi éternellement; puisque pour se mouvoir il est besoin d'une action positive, & que le repos n'est rien qu'une négation ou une cessation d'action ou de mouvement.

V. *Qu'il y a autant d'action positive dans le repos, que dans le mouvement.*

Mais si la pesanteur de nos corps qu'il nous faut porter, la roideur des membres qu'il nous faut plier, l'agitation des esprits qu'il nous faut employer, & beaucoup d'autres choses, nous font expérimenter quelque resistance, & nous obligent d'user de quelque violence pour surmonter ces empêchemens: on ne peut de la tirer aucune conséquence contre nôtre hypothése, où nous supposons qu'il n'y a aucun empêchement ni de gravité, ni d'inclination particuliére, ni de corps qui puisse résister au dehors. En ce cas il est manifeste qu'il ne faut pas plus d'action pour le mouvement que pour le repos; & qu'afin qu'un corps

se

se repose, il n'est pas moins besoin qu'il ait été mis en repos, qu'il est necessaire, afin qu'il se meuve, qu'il ait été mis dans le mouvement. Et en effet si nous considérons bien la nature du repos ou du mouvement, nous trouverons que le mouvement peut aussi-bien être appellé *une cessation de repos*, que le repos est appellé *une cessation de mouvement*: ou plûtot nous trouverons que l'un & l'autre est effectivement quelque chose de positif, puisque le mouvement est *un état, par lequel un corps correspond successivement à divers lieux*; ou bien *une présence passagere*, ou *une suite de diverses présences en divers endroits*: comme le repos est *un état, par lequel un corps correspond toûjours à un même lieu*; ou bien *une même présence en un même endroit*. De-sorte que le repos, aussi bien que le mouvement, est *un état*, ou bien *une présence*; avec cette différence, que le repos est un état de consistance & une présence constante, qui est toûjours conservée la même: au lieu que le mouvement est un état changeant, & une présence passagére. Or de quelque façon que l'on considére ces présences constantes ou passagéres, s'il y a quelque action ou quelque force, ou quelque sorte de cause dans le corps, qui doive produire cette suite de diverses présences dans le mouvement; il n'est pas moins besoin d'action ou de force dans le repos pour conserver une même présence: parce que conserver une chose, c'est la produire continuellement. Il est donc manifeste, qu'aprés que la présence aura été produite par le corps dans le prémier instant, (je parle dans le sens de ceux qui veulent qu'il y ait une véritable production de ces présences,) il faut qu'elle soit encore produite de nouveau dans l'instant suivant par le même corps, afin qu'il demeure en repos. Or il me semble qu'en cela il y a autant d'action, & autant de force, que pour produire dans ce second instant une seconde présence, au lieu de reproduire la prémiere; & l'on peut en ce sens se servir du vers d'un Ancien:

Non minor est virtus quàm quærere, parta tueri.

Ainsi, soit qu'il faille produire à chaque instant une nouvelle présence pour le mouvement; soit qu'il faille aussi à chaque instant reproduire la même présence pour le repos: cela reviendra toûjours au même, & le corps n'aura pas moins à faire pour se conserver cette

cette même présence, & se tenir en repos, que pour produire de nouvelles présences, & se conserver dans le mouvement. D'où enfin il faut conclure, que comme le corps dés-là même qu'il a été déterminé une fois au repos, est suffisamment déterminé à se conserver toûjours la même présence : aussi dés-lors qu'il a été une fois déterminé au mouvement, il est suffisamment déterminé à produire toûjours de nouvelles présences, & à se mouvoir ainsi sans cesse.

Je ne veux pas m'amuser à répondre à toutes les difficultez chicaneuses que l'on peut faire sur ce sujet, parce qu'il est assez aisé de les résoudre. On dit par exemple, qu'une cause finie ne peut pas produire un effet infini, & que ce mouvement seroit infini, puisqu'il dureroit éternellement. On dit que celuy qui meut un corps, luy imprime une certaine qualité qui s'appelle *Impétuosité*, & que tandis que cette qualité dure, le mouvement dure aussi; mais que cette qualité venant à cesser, le mouvement cesse de même : & ils ajoûtent que cette qualité ne peut durer toûjours, étant de sa nature si imparfaite, qu'elle n'éxige point de durer long-temps. On dit encore que l'expé- VI. *Objections.*

l'expérience fait voir que tous les mouvemens cessent peu-à-peu, comme l'on remarque dans une roue qu'on aura agitée avec violence; dans une boule qu'on fait rouler sur un billard; dans une bale suspenduë, & en d'autres corps dont les mouvemens diminüent peu à peu, & s'éteignent enfin entiérement.

vij. *Une cause finie peut avoir un effet qui dure toûjours.* Je dis qu'il est fort aisé de répondre à toutes ces difficultez, & à beaucoup d'autres semblables. Si l'on veut que ce mouvement soit un effet infini, parce qu'il dure éternellement; il faut aussi dire que le repos sera un effet infini, s'il dure ainsi éternellement; & que par conséquent une cause finie ne pouvant avoir un effet infini, il faudra dire qu'aprés qu'un homme aura mis un corps en repos, ce corps ne pourra pas demeurer éternellement dans ce repos; mais qu'il faudra enfin que ce repos cesse, & que le corps commence à se mouvoir; ce qui n'est pas raisonnable. Il y a grande différence entre un effet infini, & un effet qui dure éternellement: & s'il est vray qu'une cause finie ne puisse produire un effet infini; aussi est-il veritable qu'une cause, pour bornée qu'elle soit, peut produire un effet qui subsiste éternellenellement, s'il n'est détruit par quelque nouvelle cause : car si je fais une figure quarrée sur de la cire, cette figure durera toûjours, si rien ne vient à la gâter ou à détruire la cire même. Ainsi il n'y a nul inconvénient de dire, que si une fois le repos ou le mouvement sont produits dans un corps, ce repos ou ce mouvement dureront sans fin, si rien ne vient à les détruire.

viij. *Cette qualité qu'on appelle Impétuosité, dure toûjours.*

POUR ce qui est de cette qualité, que l'on prétend être produite dans le corps par celuy qui le pousse ; il m'est fort indifférent qu'on le croie ainsi, ou qu'on ne le croie pas : mais je dis que si cette qualité est nécessaire, elle durera éternellement, aprés avoir été une fois produite, & qu'elle ne cessera jamais d'être, que lorsque quelque nouvelle cause la détruira. Et en cela le sentiment de Vasquez est fort raisonnable, lorsqu'il assure généralement de toutes les formes tant substantielles qu'accidentelles, & en particulier du mouvement & de l'*Impetuosite* ; que si elles peuvent subsister un moment sans avoir besoin de l'influence de leur premiére cause efficiente, elles durent aussi toûjours jusques à ce qu'elles soient détruites par la production d'une nouvelle forme contraire. Que si l'on veut

Vasquez 1. 2 d 81. c. 2. & 3.

veut encore persister dans ce sentiment, & dire que cette qualité est si foible de sa nature, qu'elle se détruit d'elle-même: avec cela je soûtiens qu'aprés que cette qualité aura été détruite, il faut neanmoins que le mouvement dure, par les raisons que j'ay déja dites: parce que le mouvement ne peut cesser, sans que le repos ne soit produit de nouveau. Or il faut toûjours une cause positive pour produire de nouveau quelque effet que ce soit; au lieu qu'il n'en est pas besoin pour faire subsister ce qui est déja: & c'est la veritable raison pourquoi une figure quarrée, qui aura été faite sur de la cire, dureroit éternellement, si Dieu empêchoit tous les agens extérieurs de rien détruire dans cette cire, parce que cette cire quarrée ne sçauroit perdre cette figure, sans qu'une autre figure soit produite. Et comme une figure ne peut commencer d'être de nouveau, sans qu'il y ait quelque cause positive qui la produise, & que nous supposons qu'il n'y en a ici aucune; il faut nécessairement que cette premiére figure qui a déja été produite subsiste toûjours en possession de son éxistence. Il en est de même du mouvement; & quoique cette impétuosité prétenduë cesse d'être, le mouvement neanmoins qui a déja été produit, ne doit pas cesser pour cela, puisqu'il n'y a aucune nouvelle cause qui produise le repos, & que le mouvement ne peut cesser, que le repos ne soit produit.

IX. *Les corps que nous mouvons, cessent de se mouvoir, parce qu'ils sont empêchez.*

Enfin ce que nous voions que les corps poussez cessent dans peu de temps de se mouvoir, ne prouve rien contre nous, puisqu'il est certain que ces corps trouvent des empêchemens à leur mouvement. Aussi voions-nous que d'autant plus on ôte ou on diminuë ces empêchemens, d'autant plus aussi durent les mouvemens des corps. Ainsi une boule roule bien plus long-temps sur une allée bien polie, que dans un chemin raboteux. Une rouë tourne bien mieux, si son essieu est fort petit, & bien tourné, que s'il est gros & irrégulier; une pierre est jettée bien plus loin dans l'air, que dans l'eau. Mais je tâcherai dans la suite de ce discours d'expliquer comment tous ces empêchemens font cesser peu-à-peu le mouvement des corps.

X. *Demande pour la seureté des démonstrations suivantes.*

Tout ce que je viens de dire touchant la nature & la perpétuité du mouvement, est en quelque façon nécessaire pour l'intelligence de ce que je prétens démontrer dans la suite de ce dis-

discours. Mais comme cette question ne peut jamais être traitée si clairement, qu'elle ne soit toûjours sujette aux chicanes de la dispute : je voi bien que sans doute aprés tous mes raisonnemens, tous ne seront pas convaincus de ce que j'ay voulu prouver. Et d'ailleurs ne voulant me brouïller avec personne, ni laisser sujet de croire que j'appuie mon discours sur un principe douteux ; je déclare que pour la fermeté de mes démonstrations, je n'ay pas besoin qu'on pense que le mouvement seroit en effet perpétuel, pourvû qu'on m'accorde, ce que personne du monde ne sçauroit nier, que le mouvement aiant une fois commencé, dure du moins quelque temps, & se continuë d'autant plus uniformément, qu'il y aura moins d'empêchemens qui l'arrêtent ou le diminuënt. Qu'on explique cette continuation du mouvement par la production d'une *qualité impresse*, ou par une simple détermination, ou par tout ce que l'on voudra : cela m'est indifférent. Je demande seulement qu'il me soit permis de poser comme un *Postulatum* de Géométrie, qu'aprés qu'un corps a été une fois poussé, il continuë de se mouvoir pendant quelque temps, & que même

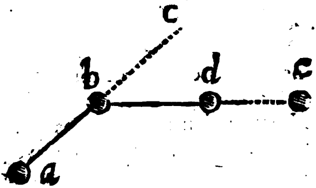
ce

ce temps est assez notable, lorsqu'au dehors il n'y a rien qui puisse arrêter ou diminuer le mouvement. Moiennant quoi j'espére que les démonstrations suivantes auront toute leur force.

xj. Un corps recevant successivement plusieurs déterminations, demeure affecté seulement de la derniére.

Non seulement le corps persévére dans le repos ou dans le mouvement, suivant qu'il a une fois commencé d'y être ; mais aussi il persévére dans la même espéce de mouvement, & dans le même degré de vîtesse, où il a été mis. Par exemple, s'il a commencé de se mouvoir sur une ligne droite vers l'Orient avec un degré de vîtesse, il continuë de se mouvoir avec un pareil dégré, sans jamais se départir d'un seul point de cette même ligne. Ce qui est manifeste par les mêmes raisons que j'ai apportées pour prouver que le mouvement dure toûjours. Mais il faut remarquer que lorsqu'un corps a receu successivement plusieurs déterminations différentes, il reste affecté de la derniére, sans que les précédentes fassent aucune impression sur lui. Par exemple, si une boule a été poussée avec la main ou autrement d'*a* en *b*, & qu'ensuite on porte cette même

boule.

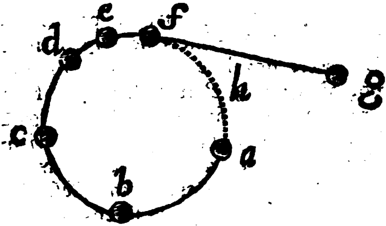


boule de *b* en *d*, & que là on l'abandonne : je dis que la boule continuëra de se mouvoir vers *e* sur une même ligne *b d e*, & avec la vîtesse qu'elle aura euë de *b* en *d* ; & cette prémiére détermination qu'elle avoit receuë d'*a* en *b*, & qui l'auroit portée vers *c*, ne sert de rien maintenant, non plus que si elle n'avoit jamais été : parce qu'elle est détruite par cette seconde détermination.

xij. *Un corps libre ne peut être déterminé à se mouvoir sur une ligne courbe, ni d'une vitesse inégale.*

De là il s'ensuit qu'un corps ne peut être déterminé à se mouvoir sur une ligne courbe, ou d'une vîtesse inégale ; mais que tout corps libre continuë de se mouvoir en ligne droite & avec une vîtesse uniforme. Par exemple,

qu'un



qu'un corps ſoit meu ſur une ligne courbe d'*a* par *b c d e* juſques à *f*, (comme l'eſt une pierre dans une fronde,) & qu'on laiſſe enſuite ce corps en *f* pour voir ce qu'il deviendra : je dis qu'il ne continuëra pas de ſe mouvoir ſur la ligne courbe vers *b*, mais qu'il ira vers *g* ſur une ligne droite qui toûchera la courbe au point *f*. Car que le corps ait été prémiérement mû d'*a* en *b*, cela ne fait rien pour cette derniére détermination, & il ſe mouvroit maintenant de même, quand il n'auroit commencé de ſe mouvoir que depuis le point *b*, ou depuis *c*, ou depuis *d* ou *e*, ou encore de plus prés, pourvû qu'il eût toûjours en *f* le même degré de vîteſſe : parce que tous ces prémiers mouvemens ſont autant de déterminations diffé-

différentes, dont les derniéres détruiſent les prémiéres; ainſi le corps demeure affecté de la derniére détermination. Or cette derniére détermination le portoit vers *g*; c'eſt à dire qu'il faut prendre l'inclination qu'a la ligne courbe au point *f*; & cette inclination ſe meſure par la tangente, comme ſçavent les Géométres: ainſi c'eſt ſuivant cette tangente que le corps a été déterminé pour la derniere fois, & par conſéquent c'eſt ſuivant cette ligne qu'il continuë de ſe mouvoir.

xiij. *Tout corps qui ſe meut autour d'un centre, fait effort pour s'en éloigner.*

On voit par là que cét axiome eſt trés-véritable, *que tout corps qui eſt mû en rond, fait effort pour s'éloigner du centre de ſon mouvement*: comme fait une pierre dans une fronde, qui fait reſſentir à la main l'effort qu'elle fait pour aller en ligne droite, & s'écarter par conſéquent de la main qui eſt le centre de ſon mouvement: comme font encore les goutes d'eau ou les grains de ſable qui jailliſſent en ligne droite dés auſſi-tôt qu'ils ſe peuvent détacher de la rouë d'un coutelier, ou d'une pirouëtte où ils rouloient fort vîte.

xiv. *Les aſtres ne peuvent ſe mou-*

On voit encore que ceux là ſe trompent, qui mettant la matiére céleſte liquide & immobile, croient que le ſoleil & les autres aſtres peuvent avoir reçû

reçû une prémiére impétuosité qui dure toûjours, & qui les fasse mouvoir circulairement à l'entour du centre du Monde. Car il est manifeste, que si un Ange, ou quelque autre cause que ce soit, avoit mû une étoile ainsi en cercle à l'entour du centre du Monde; aussi-tôt que cét Ange ou cette autre cause viendroit à abandonner son étoile, celle-ci cesseroit en même temps de se mouvoir en cercle, & s'enfuiroit en ligne droite vers les extrémitez du Monde. *voir d'eux-mêmes.*

MAIS si un corps est lié, comme seroit une boule suspenduë par un filet ou une rouë appuiée sur son essieu, ou bien s'il est liquide & renfermé dans un vaisseau, comme seroit de l'eau dans un bassin: alors cette boule ou cette rouë étant une fois agitée avec assez de violence, ou cette liqueur étant aussi émuë; tous ces corps continuëront de se mouvoir en cercle, la boule à l'entour du clou où elle est suspenduë, la rouë à l'entour de son essieu où elle est attachée, & la liqueur à l'entour du centre du vaisseau où elle est renfermée. De même, si deux corps étant attachez ensemble, sont également agitez vers des endroits différens; il faut nécessairement que ces corps op- *XV. Comme quoy un corps peut être mû circulairement.*

posez se meuvent circulairement à l'entour du point qui est au milieu d'eux : & c'est ainsi qu'un fuseau & une pirouëtte continuent de se mouvoir circulairement, parce que les parties opposées étant attachées & unies entr'elles ; & de plus étant mûës par les doigts, en deux sens différens, l'une d'un côté, l'autre de l'autre ; il faut que ce fuseau se meuve à l'entour de soi-même. Que si de plus ces parties opposées sont poussées inégalement, en sorte que l'une soit portée un peu plus vîte vers un côté ; alors ce corps, outre son mouvement circulaire à l'entour de soi même, aura un autre mouvement qui le portera tout entier sur quelques lignes différentes, suivant la diversité & la combinaison de ces déterminations. Et c'est ainsi qu'une pirouëtte décrit par son essieu sur la table diverses figures entrelacées, tandis qu'elle se meut avec une vîtesse incroiable à l'entour de son propre centre.

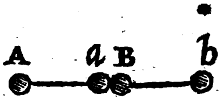
xvj. *Un corps se mouvant contre un autre corps, lui donne.*

PENSONS maintenant qu'un corps se mouvant sur une ligne droite, vient à en rencontrer un autre ; & voyons ce que doivent devenir ces deux corps. Prémiérement comme les corps sont impénétrables, il est impossible que le corps A se meuve, sans que le corps B qui *tout son mouvement.*

qui se rencontre au devant, se meuve aussi ; parce qu'autrement ces deux corps se pénétreroient. Et comme d'ailleurs je suppose que le corps B est là tout-à-fait indifférent ou à demeurer en repos ou à prendre le mouvement qu'on luy pourroit donner ; dés lors que le corps A viendra à se mouvoir contre luy, il le déterminera aussi à un pareil mouvement : ainsi n'y ayant aucun empêchement, ce corps B prendra tout autant de mouvement qu'en avoit le corps A, & ira vers les mêmes endroits sur la même ligne avec la même vîtesse, & tout cela par la même raison : C'est à dire, parce que les corps étant impénétrables, & le corps *a* tendant à se mouvoir vers *b* ; & de plus le corps B se rencontrant là avec une indifférence totale & libre de tout empêchement ; il est clair que le corps B doit se mouvoir vers *b* avec la même vîtesse que le corps *a* se mouvoit vers le même endroit. Ainsi il semble qu'il n'y a pas plus de peine à comprendre que naturellement un corps peut mouvoir un autre corps ; qu'il y en a de concevoir que deux corps sont impénétrables, & qu'un corps en se mouvant peut en rencontrer un autre.

xvij. *Dans la rencontre de deux corps il se fait une percussion, qui est mutuelle & également receuë dans l'un & dans l'autre corps.*

Ensuite il faut considérer que dans cette rencontre des deux corps, il se fait une certaine *percussion*, qui n'est autre chose que le choc de deux corps, qui s'approchant l'un de l'autre, s'empêchent par leur impénétrabilité. Or quoi-que bien souvent il n'y ait qu'un corps qui se meuve & qui frappe, tandis que l'autre demeure immobile, & reçoit le coup ; neanmoins la percussion est toûjours mutuelle, & elle est également receuë dans l'un & dans l'autre corps : de sorte qu'autant

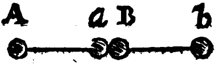


que le corps *a* frappe le corps B, autant est-il frappé luy-même. Ce que nous concevrons aisément, si nous supposons que ces deux corps sont tout-à-fait semblables en masse, en figure, en dureté ; & si de plus nous imaginons qu'ils aient du sentiment, & qu'ils soient capables de ressen-

ressentir de la douleur, quand ils sont frappez : car pour lors il est manifeste que le corps *a* venant à frapper contre B, sentira luy-même autant de douleur que le corps B : comme nous voions qu'une main, qui frappe sur une autre main, se fait à elle-même autant de mal qu'elle en fait à l'autre, si elle est aussi délicate. La même chose se conçoit encore en supposant qu'il y ait deux clous entiérement égaux à demi fichez, l'un au corps *a*, & l'autre au corps B, & que dans le mouvement du corps *a* contre B les deux têtes des clous se rencontrent : car pour lors nous concevons que dans cette percussion ces deux clous sont fichez plus avant, & qu'il n'y a point de raison qui puisse nous faire croire que le clou de B soit plus enfoncé que celui d'*a*; au contraire, puisque tous les deux clous sont égaux & également pointûs, & les corps également durs, sans aucune autre différence; il faut nécessairement que ces deux clous soient également frappez, & fichez autant l'un que l'autre. Ainsi nous pouvons mettre pour une maxime générale, que *lorsque deux corps se frappent, la percussion est mutuelle & égale de part & d'autre.*

REPRENONS maintenant nôtre exemxviij. *Un corps mobile rencontrant un autre corps en repos, lui donne tout son mouvement, & demeure lui-même immobile.*

exemple. Le corps A se meut avec un degré de vîtesse vers *a*, & là il rencontre tout droit le corps B, & par la percussion luy communique son mouvement, qui portera le corps B avec un degré de vîtesse vers *b*, suivant ce que j'ay montré au §. 16. Puis donc que la percussion que reçoit le corps B, est d'un degré, c'est à dire, qu'elle est capable de porter le corps B avec un degré de vîtesse vers *b*; il faut aussi que la percussion que reçoit en même temps le corps *a*, soit aussi d'un degré; c'est à dire, qu'elle puisse porter le



corps *a* avec un degré de vîtesse vers les parties opposées, c'est à sçavoir, vers A, (Car ces percussions frappent & poussent les deux corps vers les endroits opposez; l'un vers *b*, l'autre vers A.) Et comme d'ailleurs le corps *a* avoit déja un degré d'impétuosité ou de vîtesse pour aller vers *b*, & que maintenant il en reçoit un semblable pour rebrousser vers A: il faut nécessairement que ce corps demeure immobile au point *a*, sans avan-

avancer ni reculer, puisqu'il est poussé également vers les endroits opposez. Ainsi dans cette percussion le corps *a* donné son mouvement & sa vîtesse au corps B, & demeure cependant luy-même immobile.

SUPPOSONS maintenant que les deux corps se meuvent l'un vers l'autre sur une même ligne : l'un de *b* avec un degré de vîtesse vers B ; l'autre d'A avec un pareil degré de vîtesse vers *a*, où se fait la rencontre ; & voyons ce qui arrivera. La percussion ne sera pas icy seulement d'un degré, mais elle sera de deux ; & pour le comprendre il faut distinguer la vîtesse absoluë d'un corps, & sa vîtesse respective. J'appelle *vîtesse absoluë*, celle qui se considére dans un corps comparé avec l'espace dans lequel il se meut : & *vîtesse respective*, celle qui se considére dans deux corps comparez ensemble, par laquelle vîtesse ces deux corps s'approchent ou s'éloignent mutuellement l'un de l'autre. Comme dans nôtre exemple,

XIX. *Ce que c'est que vîtesse absoluë, & vîtesse respective.*

si nous considérons le corps *b*, en le comparant à l'espace, par exemple, d'un pied qu'il parcourt dans une minute; nous appellerons cela un degré de vîtesse absoluë. Mais si nous le comparons avec le corps A qui se meut de sa part vers *a* avec un pareil degré de vîtesse absoluë, parcourant aussi un pied dans une minute; alors la vîtesse respective de l'un & l'autre sera de deux degrez, parce qu'ils s'approchent mutuellement avec cette vîtesse, & qu'ils font dans une minute deux pieds, dont ils étoient auparavant éloignez l'un de l'autre.

XX. *Les percussions sont comme les vîtesses respectives.*

OR la force de la percussion se doit mesurer, non par la vîtesse absoluë, mais par la respective; parce que la percussion ne vient, comme nous avons dit, que de l'impénétrabilité de deux corps, qui s'approchant mutuellement l'un de l'autre, empêchent leur prémier mouvement, & reçoivent ainsi de nouvelles impressions. D'où l'on voit encore que la percussion sera d'autant plus grande, que cette approche mutuelle se fera plus viste. De sorte que *les percussions sont toûjours comme les vîtesses respectives*, pourvû que tout le reste soit pareil. Ainsi les deux corps s'approchant chacun avec

un

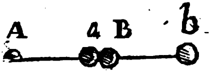
un degré de vîtesse absoluë, & faisant chacun un pied de sa part dans une minute : il est manifeste que la percussion que recevra chaque corps en (*a b*,) se-

sera la même qu'elle seroit, si l'un avoit demeuré immobile en A, tandis que l'autre seroit venu de B en A avec deux degrez de vîtesse absoluë, faisant dans une minute tous les deux pieds qui sont depuis B jusques en A : puisque les vîtesses respectives sont toujours les mêmes, soit que nous supposions que tandis que l'un demeure immobile en A, l'autre se meut avec deux degrez de vîtesse absoluë, & fait tous les deux pieds dans une minute ; soit que nous supposions que l'un & l'autre corps se meuve en s'approchant, chacun avec un degré seulement de vîtesse, en sorte que dans une minute ils auront fait en s'approchant tous les deux pieds qui étoient entr'eux au commencement de la minute.

E'TANT donc certain que la percussion qui se fait en cette rencontre, est de deux dégrez ; & que chacun de *xxj. Deux corps se mouvant.*

l'un vers l'autre, rebroussent en faisant un échange de leur vîtesse.

ces corps reçoit dans ce choc une impression qui les porteroit avec deux degrez de vîtesse vers les endroits oppo-



sez : je veux dire que le corps *a* reçoit un coup qui le porteroit vers A avec deux degrez de vîtesse, & que le corps B en reçoit de même un, qui le porteroit avec deux pareils degrez de vîtesse vers *b* ; il faut de nécessité que le corps *a* rebrousse seulement avec un degré de vîtesse vers A, parce qu'il est porté de deux impressions inégales & toutes contraires : d'une de deux degrez vers A, qu'il reçoit dans la percussion, & d'une autre d'un degré vers *b*, qu'il avoit auparavant : ainsi il luy reste seulement un degré libre d'impression & de vîtesse qui le porte vers A. Et de même B sera porté vers *b* avec un degré aussi de vîtesse ; de façon que tous deux rebroussent sur la même ligne avec la même vîtesse qu'ils sont venus. Que si nous supposons que l'un s'avance plus vîte que l'autre ; par exemple qu'A se meut avec un degré & demi de vîtesse, parcourant un pied & demi dans une mi-

minute; & que *b* se meut avec un demi degré de vîtesse, parcourant un demi-pied seulement: alors la percussion étant de deux degrez aussi bien que dans le cas précédent, puisque la vîtesse respective est la même, quoi-que les absoluës soient différentes; il faut que chaque corps reçoive deux degrez d'impression & de vîtesse pour rebrousser; & par conséquent le corps B qui avoit seulement un demi-degré de vîtesse vers A, rebroussera avec un degré & demi, au lieu que *a* qui avoit auparavant un degré & demi vers *b*, rebroussera seulement avec un demi-degré. Et de cette maniére on peut prouver généralement, *que deux corps se mouvant l'un vers l'autre sur une ligne droite, rebroussent tous-deux aprés la rencontre, en faisant un échange de leurs vîtesses.*

xxij. *Deux corps se mouvant vers les mêmes endroits, continüent aprés leur rencontre,*

Que si les deux corps se meuvent vers les mêmes endroits sur une ligne droite, en sorte que le plus lent allant devant, soit enfin attrapé par le plus vîte qui le suit: alors tous les deux continuëront de se mouvoir sur la même ligne vers les mêmes endroits; mais ils feront un échange de leurs vîtesses. Soit le corps A mû avec deux degrez de vîtesse, faisant dans une minutte deux pieds jusques en (a.) En même *en faisant échange de vîtesses.*

temps soit le corps B mû sur la même ligne avec un degré de vîtesse, faisant seulement un pied jusques à (b,) & que là il soit attrapé par le corps (a:) la force de la percussion se mesurant, comme j'ay fait voir, par la vîtesse respective; cette percussion ne doit être ici que d'un degré, parce que la vîtesse respective n'est que d'un degré, puisque ces deux corps ne s'approchent mutuellement qu'avec ce degré de vîtesse, & que dans une minute ils ne font l'un à l'égard de l'autre qu'un pied d'espace qui étoit entre-deux au commencement. Or puisque le corps (b) avoit auparavant un degré de vîtesse qui le portoit vers *a*, & que maintenant dans la percussion il en reçoit un autre vers les mêmes endroits; il faut qu'il se meuve avec deux degrez, & qu'il fasse deux pieds jusques à *b*: au lieu que le corps (a,) qui avoit auparavant deux degrez de vîtesse vers (b,) & qui en reçoit maintenant un à rebrousser vers B, est contraint d'aller vers *a* avec un degré de vîtesse.

Que

Que si le corps qui est frappé, est tout-à-fait inébranlable; il faut voir quelle force aura la percussion, & ce que deviendra le corps qui frappe. xxiij.

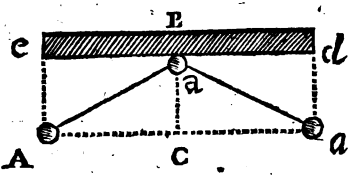
Un corps dur venant à frapper sur un autre corps inébranlable, se réfléchit avec tout son mouvement.

Supposons que le corps A se meuve avec un degré de vîtesse vers *a*, & que là il rencontre le corps B indifférent à se mouvoir, en telle sorte neanmoins qu'il se trouve entre deux une lame ou une surface indifférente elle-même au repos ou au mouvement, mais qui neanmoins soit impénétrable: en ce cas le corps *a*, frappant cette lame, frappe aussi par ce moien le corps B, qui se rencontre tout joignant derriére. Et comme d'ailleurs je suppose que cette lame ne fait aucune sorte de résistance, sinon en ce qu'elle est impénétrable; il est manifeste (par ce qui a été prouvé au §. 18.) que dans cette rencontre le corps *a* demeure immobile en *a*, & que tant la lame que le corps B se meuvent vers *b* avec un degré de vîtesse. Mais si nous supposons qu'en même temps qu'A vient frapper la lame en *a*, en même temps aussi B la vient frapper en B; cette lame demeurera immobile, puisqu'elle est frappée également des deux côtez opposez; & chaque corps rebroussera avec son degré de vîtesse avec lequel il étoit venu. Car, comme j'ai dit, ces deux corps se frappent nonobstant cette lame, comme s'il n'y avoit rien entre-deux. Or s'il n'y avoit rien entre-deux, ils rebrousseroient avec leur même degré de vitesse, comme il a été prouvé au §. 21. ainsi quoi-que cette lame se trouve là, ils ne laisseront pas de rebrousser. Pensons maintenant que cette même lame étant impénétrable, soit de plus tout-à-fait arrêtée, en sorte qu'elle soit inébranlable & infléxible; & faisons venir, comme devant, les deux corps A & *b*, qui la frappent en même temps en *a* & en B: je dis qu'après ce choc, chaque corps doit rebrousser avec le même degré de vîtesse; parce que si la lame eût été indifférente & non-attachée, ils eussent rebroussé, & cette lame eût été renduë immobile. Or le même effet doit s'ensuivre, quoi que nous supposions que cette lame soit d'elle-même immobile, attachée, & inébranlable; puisque d'une façon ou d'autre elle demeure sans aucune forſorte d'action ou de mouvement. Que ſi enfin nous ſuppoſons que le ſeul corps A ſe meuve vers *a*, & frappe la lame attachée & inébranlable; il faudra dire auſſi que le corps *a* rebrouſſé vers A: parce qu'il rebrouſſeroit, ſi en même temps le corps *b* étoit venu frapper en B: donc il rebrouſſe auſſi, quand le corps *b* ne vient point, puiſque la lame étant inébranlable, fait toûjours le même effet à l'égard du corps *a*, ſoit que B la frappe ou non. Et voilà comment on démontre qu'un corps dur venant à frapper un autre corps dur inflexible & inébranlable, ſe réfléchit avec tout ſon mouvement: ce que je ne penſe pas que perſonne ait encore démontré.

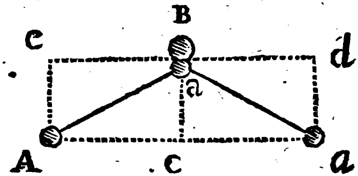
XXIV. *L'angle de réflexion eſt égal à l'angle d'incidence.*

JUSQUES ici nous avons toûjours ſuppoſé que les percuſſions ſe ſont faites tout-droit; voions maintenant ce qui arrive quand les corps ſe frappent obliquement ou de biais: & pour faire comprendre plus clairement tout ceci, j'emploierai toûjours des boules ou des corps plats; & il ſera fort aiſé enſuite d'entendre tout ce qui devra être des corps qui auroient des figures moins régulieres. Soit la boule A muë vers (a,) frappant obli-

que-



quement le corps inébranlable B. Par le point d'attouchement soit tirée une ligne droite *e d*, puis une parallelle A *c a*, les perpendiculaires A *e*, a *c*, ensuite *c a* ou B *d* égale à *c* A, où à B *e*: je dis que la boule rebroussera par la ligne (a *a*,) en sorte que cét angle de réfléxion *a* a *d* est toûjours égal à l'an-



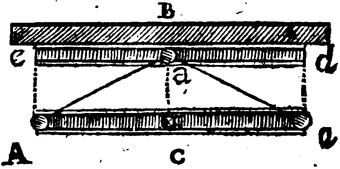
gle d'incidence A a *e*. Pour le prouver pensons que la boule A reçoive tout à la fois deux coups ou deux impressions; une qui la pousse vers *e* avec un degré de vîtesse, & l'autre qui la pousse vers *c* avec deux degrez: il faudra pour lors qu'elle se meuve sur la dia-

diagonale A a, & que là elle frappe le corps B. Mais la force de la percussion ne sera que d'un degré : parce que la percussion ne se fait, comme j'ai dit plusieurs fois, que par l'impénétrabilité de deux corps qui empêchent leur mouvement. Or le mouvement qui porte la boule vers (*c* a,) n'est nullement empêché par le corps B. Il n'y a que le mouvement qui portoit le corps A vers *e* B, qui soit empêché par le corps B, & par conséquent toute la force de cette percussion se mesure par cette vîtesse respective qui fait approcher ce corps A vers la ligne *e* B : aussi dans ce cas la percussion est la même que si le corps A se fût mû seulement de *c* en (a) avec ce seul degré de vîtesse : ainsi dans la percussion il doit rebrousser avec le même degré de vîtesse, & se porter vers *c a*, comme il se portoit auparavant vers *e* B, tandis que l'autre mouvement demeure tout entier vers *a d*. D'où il suit que la boule rebrousse par la ligne (a *a*.)

XXV. *On peut imaginer que le mouvement oblique*

PARCE que ceci est important, il est bon de l'expliquer encore d'une autre maniére. Imaginons le corps B immobile, & un autre corps A *a* qui se meuve parallélement entre les lignes A *e*; *a d*, & aille frapper le corps im-

est composé de deux mouvemens. immobile : alors suivant ce que j'ay déja prouvé au §. 23. ce corps se réfléchira tout entier vers A *a* avec sa même vîtesse. Imaginons de plus que ce



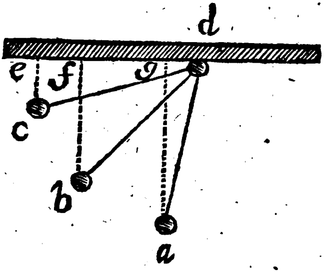
corps est percé en canal ; & que dans ce canal est une boule qui roule d'A vers *a*, en sorte qu'en même temps que tout le corps se meut d'A *a* jusques au corps immobile B, la boule fait dans son canal le chemin A *c*. Ainsi tandis que tout le corps rebroussera aprés la percussion, la boule continuëra de se mouvoir dans son canal de *c* vers *a* avec sa même vîtesse. Or le véritable chemin qu'aura fait cette boule, sera A a *a*, en sorte que l'angle de réfléxion sera égal à celui d'incidence, puisque tant les lignes A *c*, *c a*, que A *e*, *d a* sont égales. Or il est manifeste que la même percussion, & par conséquent la même réfléxion, se feroit, si la boule avoit frappé immédiatement venant d'A en (a) que si c'éc'étoit le canal A *a* qui eût frappé, tandis que la boule auroit coulé dans le canal sans aucune interruption D'où nous pouvons conclure qu'en tout mouvement oblique, lorsqu'un corps en frappe un autre de biais, nous pouvons distinguer comme deux mouvemens; l'un que nous appellerons *Perpendiculaire*, qui le porte à frapper le corps, & qui reçoit du changement dans la percussion; l'autre *Latéral*, par lequel le corps ne fait que glisser contre l'autre sans le frapper, & qui par conséquent demeure tout entier aprés la percussion. Ici le mouvement perpendiculaire est celui qui porte la boule vers *e d*, dont la vîtesse se mesure par la perpendiculaire A *e*: & le mouvement latéral est mesuré par la paralléle A *c*, qui continuë aprés la percussion vers *c a*.

XXVJ. *Remarque sur l'argument du P. Riccioli.*

Je ne puis m'empêcher de faire ici deux remarques à l'occasion de la percussion oblique. L'une est touchant l'argument que fait un des grands hommes de nôtre siécle, pour décider la question du mouvement de la Terre. Il prétend que si les corps pesans descendoient par une ligne courbe telle que la décrit Galilée, les percussions des corps pesans ne se feroient pas com-

comme nous voions qu'elles se font. Car à mesure qu'un corps tombé de plus haut, il frappe aussi plus fortement: en sorte que la percussion sera dix fois & vingt fois plus grande d'une chûte de 100. ou 400. fois plus haute: cependant dans l hypo hese que cét Auteur, dont je parle, combat, la force de la percussion devroit, ce lui semble, être toûjours la même; au moins n'y auroit il aucune différence sensible, quelque différence qu'il se trouvât dans les hauteurs des chûtes: parce que le corps pesant iroit sur cette ligne courbe d'une vîtesse partout presque uniforme: & comme la force des percussions est toûjours proportionnée à la vîtesse; il conclud que les vîtesses étant toûjours égales en quelque hauteur que ce soit, les percussions le seront aussi. Mais cét argument n'est pas concluant; parce que la vîtesse demeurant toûjours la même, les percussions peuvent diminuer, si elles se font obliquement: & si nous pensons que les boulets *a*, *b*, *c*, frappent la muraille en *d*, tous avec la même vîtesse, mais plus obliquement les uns que les autres, certes la percussion de celui qui frappe plus droit, sera bien plus grande: & la force de

ces



ces percussions obliques se mesure, comme j'ai fait voir, par les perpendiculaires *ce*, *bf*, *ag*. De sorte que le boulet *c* peut frapper si obliquement, qu'il ne fera qu'effleurer la muraille sans faire quasi aucun effet. Ainsi quoique les poids qu'on suppose tomber par une ligne courbe, se meussent d'une vîtesse quasi uniforme, ils ne laisseroient pas de frapper plus fortement, lorsqu'ils tomberoient de plus haut, parce qu'alors la percussion seroit plus droite: & en effet si l'on veut en faire le calcul, (ce qui est fort aisé à faire sur celui même qu'à fait cét Auteur,) on trouvera que l'obliquité de ces mouvemens est toûjours toute telle qu'il faut pour faire la di- ver-

In Astronomia reformata, lib. pag. . .

versité que nous voions dans les percussions d'un corps qui tombe.

xxvij. *Remarque sur quelques citadelles*

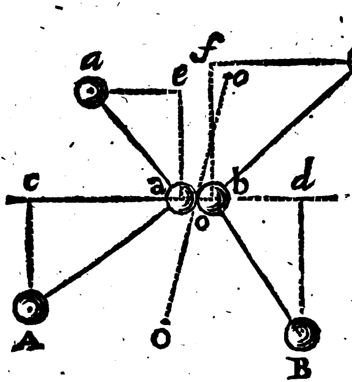
L'AUTRE remarque est sur ce que j'ai vû dans quelques unes de nos citadelles, où ceux qui les ont bâties, ont préféré l'agrément des yeux à la force des murailles, lorsqu'au lieu de les faire tout-unies, ils les ont diversifiées de beaucoup d'ornemens de pierres qui avancent au dessus des autres : & même ils ont entaillé chaque pierre en forme de diamant, ou du moins ils y ont fait un rebord en les échancrant tout à-l'entour, en sorte que les pierres se joignant laissent entre-deux une enfonçûre à la façon de l'architecture rustique. Je dis que si toute cette varieté est agréable à la vûë, elle est aussi très-desavantageuse pour la défense. Car ces enfonçûres & ces saillies de pierres donnent aux batteries obliques du canon le même avantage & la même force qu'ont les batteries droites. De sorte que le boulet, qui venant de biais ne feroit qu'effleurer le mur, s'il l'avoit trouvé tout plat; venant y rencontrer les saillies de ces pierres qui avancent, ils auront le même effet, & feront une aussi grande esquarre, que s'ils avoient battu tout droit perpendiculairement. Et en-

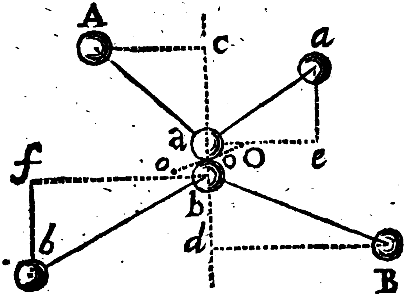
encore en feront-ils davantage : parce qu'il sera bien plus aisé d'enlever ainsi debiais une pierre, qui donnant prise au boulet, n'est pas soutenuë par les autres, comme elle seroit, si on l'avoit frappée tout droit vers l'épaisseur de la muraille. Mais reprenons nôtre sujet.

APRE'S avoir fait cette distinction des deux mouvemens dans le mouvement oblique, il est aisé de faire une régle générale qui explique tous les effets des percussions. En voici la proposition avec les figures qui expriment tous les cas possibles des percussions obliques, & même des droites, lorsque les corps ne sont point inébranlables. Soit le corps A mû vers (a) avec la vîtesse (A a,) & le corps B avec la vitesse (B b) sur la ligne (B b;) ou bien que l'un d'eux soit immobile, en sorte que (B b) ne soit qu'un point. La rencontre se fasse en (a b.) Joignons les centres par la ligne (a b) continuée de part & d'autre, s'il en est besoin. Tirons les perpendiculaires A *c*, B *d*. Nous pouvons ici distinguer deux mouvemens en chaque boule : l'un perpendiculaire, comme si le corps A s'étoit mû de *c* jusques en (a:) & le corps B de *d* jusques en (b.) L'autre

xxviij. Régle générale de toutes les percussions.

mou-


b
a
f
e
o
c
a
b
d
o
A
O
B


A
c
a
a
f
o
o
O
e
b
b
d
B

mouvement eſt le latéral, qui porte le corps A vers c, & le corps B vers d, & ce latéral demeure en ſon entier aprés la percuſſion dans l'un & dans l'autre corps: au lieu que toute la percuſſion ſe faiſant par les mouvemens perpendiculaires, ces mouvemens perpendiculaires doivent être échangez ſuivant ce qui a été démontré: c'eſt-à-dire que le corps (b) prendra le mouvement & la vîteſſe perpendiculaire (c a;) & le corps (a) prendra la vîteſſe & le mouvement (d b.) Soit donc tirée la ligne (a e) égale & paralléle à A c, & la ligne e a égale & paralléle à (d b:) je dis que le corps (a) ſe mouvra aprés la percuſſion ſur la ligne (a a) avec la vîteſſe (a a.) Et de même, ſoit tirée (b f) egale & paralléle à B d; & la ligne f b égale & paralléle à (c a:) je dis que le corps (b) ſe mouvra ſur la ligne (b b) avec la vîteſſe (b b;) & ceci n'a pas beſoin de nouvelle preuve.

xxix. *Il y a toûjours égale quantité de mouvement reſpectif.*

Il faut remarquer qu'il n'eſt pas vrai qu'il y ait toûjours autant de mouvement abſolu aprés la percuſſion, qu'il y en avoit devant. Mais il eſt fort aiſé à démontrer que le mouvement reſpectif eſt toûjours le même, enſorte que les corps s'éloignent mutuellement l'un de l'autre aprés la percuſ-

 ſion,

sion, aussi vîte qu'ils s'en approchoient devant. Ainsi en prenant deux temps égaux devant & aprés la percussion, la distance A B est toûjours égale à la distance *a b*. Et même aprés que j'aurai expliqué les mouvemens qui se font dans le plein, je croy qu'il me seroit facile de prouver qu'ayant égard généralement à tous les corps qui sont dans tout l'Univers, il y a présentement autant de mouvement respectif, ni plus ni moins, qu'il y en avoit au commencement de la création du Monde.

XXX. *Le milieu des deux corps se meut toûjours uniformement en ligne droite.*

Il est encore à remarquer que le point du milieu d'entre les deux corps se meut toûjours uniformément sur une ligne droite, tirant sans aucune interruption vers les mêmes endroits. Ainsi prenant deux temps égaux devant & aprés la percussion, & supposant qu'(o) est le point du milieu d'entre les deux corps au temps de la percussion; & O étant aussi le milieu des deux corps avant la percussion, comme *o* aprés; O o *o* sera en ligne droitte, & (O o) sera égale à (o *o*: ce que je ne m'arrête pas à démontrer, quoique cela se puisse faire géométriquement.

On s'étonnera sans doute que dans tou-

toutes les régles précédentes je n'aie point fait mention de l'égalité ou de l'inégalité des corps qui se frappent. Et il semble d'abord qu'afin que ce que je viens de dire soit véritable, il faut que je suppose que les corps sont parfaitement égaux : car si l'un est plus grand que l'autre, toutes ces régles doivent varier ; & l'expérience montre qu'un grand corps venant à frapper sur un petit qui fût auparavant immobile, le grand corps ne laisse pas de continuer aprés le choc, quoi-que plus lentement : & tout au contraire si c'est le petit qui frappe, il se réfléchit avec une partie de sa vîtesse. Mais si j'ai omis ici de distinguer ces cas d'égalité ou d'inégalité des corps, je l'ai fait avec réfléxion : j'ai toûjours confondu la vîtesse & le mouvement, & j'ai voulu faire entendre que toutes ces régles seront véritables, soit que les corps soient égaux, soit qu'ils ne le soient pas. Et si l'on y prend garde, la force de la raison que j'ai apportée au §. 16. est toûjours la même, quoique les corps soient de différentes grandeurs. Car le corps frappé étant tout-à-fait indifférent à demeurer en repos ou à prendre le mouvement, & tout l'effet de la percussion venant de

xxxj. *Toutes ces régles sont véritables, soit que les corps soient égaux, soit qu'ils ne le soient pas.*

l'impénétrabilité des corps : si nous supposons que le corps frappé soit plus grand, pourvû que toutes ses parties soient bien unies ensemble, il faudra qu'il se meuve de la même vîtesse que se meut le corps qui frappe, par la même raison que lorsqu'ils sont égaux ; c'est à sçavoir parce qu'ils sont impénétrables, & que le corps frappant ne peut se mouvoir plus avant, sans que le corps frappé qui est au devant, ne prenne toute sa vîtesse. Et comme d'ailleurs le plus grand est aussi indifférent que le corps égal pour le repos & pour le mouvement ; certes le plus grand ne fera pas plus de résistance que l'égal, puisque ni l'un ni l'autre n'en feront pas la moindre du monde. Que si l'expérience nous fait voir le contraire, c'est que les mouvemens des corps que nous voions, ne se font pas dans le vuide, comme nous avons supposé jusqu'à cette heure, mais qu'ils se meuvent dans un espace plein de quelque corps fluide, comme est l'air & quelque autre substance encore plus subtile. Il faut donc maintenant considérer le mouvement qui se fait des corps solides dans une substance fluide.

Si cette substance est parfaitement flui-

fluide, c'est à dire, si toutes ses parties, xxxij
aussi-bien les petites que les grandes, sont fléxibles & liquides : si d'ailleurs cette même substance est parfaitement pleïne, sans qu'elle puisse ni se condenser ni se raréfier, comme fait une éponge qui se comprime ou dilate à cause de ses pores : si enfin elle est renfermée en quelque lieu d'où elle ne puisse sortir en aucune façon ; alors un corps dur, qui aura commencé de se mouvoir au milieu de cette liqueur, continuëra de le faire aussi librement que dans le vuide, & ira jusqu'aux extrémitez de la liqueur, où rencontrant un obstacle inébranlable, il se réfléchira avec la même vîtesse, & ainsi se mouvra éternellement. La raison en est, que lorsqu'un corps dur se meut dans une substance liquide, il se fait une réfléxion d'impétuosité qui se communique dans un moment à toutes les parties de la liqueur, en sorte que le corps se mouvant pousse les parties de la liqueur qui se trouvent au devant ; & ainsi il devroit s'arrêter, s'il n'y survenoit autre chose, (par le §. 18.) mais ces parties de la liqueur étant poussées, en poussent d'autres, & ainsi jusqu'à l'extrémité ; d'où il se fait une réfléxion par laquelle les parties qui se trou-

Un corps se meut dans le plein, aussi librement que dans le vuide.

vent aprés le corps dur, sont poussées avec la même force pour suivre ce même corps. Parce que toute la liqueur étant renfermée & ne pouvant se condenser, & n'y aiant point de vuide, il n'est pas possible que les parties qui devancent le corps, se meuvent, sans que les parties qui suivent le même corps, ne se meuvent aussi avec la même force. Ainsi autant que le corps dur est retardé par les parties qui le précédent, autant est-il repoussé par celles qui le suivent: & par conséquent si le mouvement a une fois commencé, il doit continuer comme si c'étoit dans le vuide. D'où l'on voit que ceux-là qui veulent prouver la nécessité du vuide par le mouvement, ne raisonnent pas bien.

xxxiij. *Les mouvemens diminüent peu à peu dans l'air.*

MAIS si les corps durs sont dans une liqueur spongieuse & capable de compression, ou bien que cette liqueur ne soit pas si bien bornée que ses extrémitez ne cédent un peu; alors le mouvement ne sera pas perpétuel; mais il diminuëra peu à peu, & enfin il s'éteindra entiérement. Car le corps dur sentira plus de résistance par les parties antérieures de la liqueur, qu'il ne recevra d'impulsion par les postérieures: parce que comme la liqueur de devant se se compresse, ou bien que les extrémitez cédent; la communication de l'impression ne se peut faire parfaitement: & ainsi les parties postérieures de la liqueur ne seront pas tant poussées que les antérieures; & par conséquent ne pousseront pas tant le corps dur, que celles de devant le retardent. Et c'est pour cette raison que tous nos mouvemens cessent dans l'air & dans l'eau, ou dans les autres liqueurs: parce qu'il est certain que l'air est spongieux, & qu'il se comprime aisément; & que les liqueurs ne sont terminées que par l'air, quand elles sont à découvert, ou du moins par les bords de quelque vaisseau qui peut céder & se fléchir tant soit peu. Car nous sçavons par des expériences certaines, que les vaisseaux de verre, & même ceux de fer ou de bronze, ne laissent pas de se fléchir aux coups qu'on leur donne.

XXXIV. *Les percussions des corps égaux se font dans le plein comme dans le vuide.*

Les percussions qui se font par des corps qui se meuvent ainsi dans les liqueurs, sont différentes en quelque chose de celles qui se font dans le vuide. Pour en comprendre la cause, il faut remarquer, que lorsqu'un corps dur se meut dans la liqueur, il communique aussi son mouvement à la même li-

 queur,

queur, en-sorte qu'elle se meut aussi en suivant le corps dur, de telle maniére qu'elle se divise & s'ouvre au devant, & suit & se renferme aprés le corps. Et si le corps par quelque sorte d'accident venoit à perdre son mouvement; la liqueur néanmoins étant ainsi déterminée à se mouvoir, redonneroit au corps son mouvement, & l'entraîneroit avec elle, à peu prés comme les riviéres emportent le bois qui flotte sur leurs eaux. Si donc un corps vient en frapper un autre qui luy soit égal, il en aviendra comme dans le vuide: parce que ces deux corps égaux étant envelopez d'une égale quantité de liqueur; autant que la liqueur du corps frappé empêche ce même corps frappé de se mouvoir librement, autant une égale quantité de liqueur, qui est autour du corps frappant, pousse aussi de nouveau tant le frappant que le frappé: ainsi leur mouvement aprés la percussion, se fera comme dans le vuide; puisque la résistance de la liqueur du corps frappé est précisément récompensée par l'impulsion de la liqueur du corps frappant.

XXXV. *Lors que les corps sont iné-*

MAIS si le corps frappant est plus grand, il faut nécessairement qu'il ne reçoive pas tant d'effet de la percussion que

que l'autre, parce qu'il est emporté avec plus de violence par la liqueur qui l'environne: car nous voions qu'une poutre emportée par le courant d'une riviére a bien plus d'effet, quand elle vient à heurter contre un pont ou contre un moulin, que n'auroit pas un bâton emporté aussi par la même riviére, quoique d'ailleurs la poutre n'allât pas plus vîte que le bâton: & cela parce que la poutre venant à heurter, est encore poussée par la grande quantité d'eau qui l'environne, au lieu que le bâton l'est fort peu, à cause du peu de place qu'il occupe, & du peu d'eau dont il est emporté. Ainsi donc si le petit corps est en repos, & que le grand vienne à le frapper; ce grand en communiquant son mouvement au petit, ne s'arrêtera pas immobile, comme il feroit dans le vuide: mais il continuëra de se mouvoir, & suivra l'autre, quoique plus lentement. Au contraire, si le grand est en repos, le plus petit, aprés avoir frappé l'autre, & luy avoir communiqué une partie de son mouvement, se réfléchira en perdant une partie de sa vîtesse. Et de tout ceci il paroît qu'Aristote n'est pas si blâmable que quelques-uns prétendent, lorsque pour expliquer les causes de la con-

gaux, les percussions se font dans le plein autrement que dans le vuide.

tinuation des mouvemens que nous voions, il a emploié le *medium*, c'est à dire, la substance liquide dans laquelle nos corps se meuvent.

xxxvj. *Les percussions des corps inégaux ne peuvent être réduites à une régle générale.*

De déterminer l'excés qui peut être dans les résistances ou dans les plus grandes impressions de ces corps inégaux, je ne croi pas qu'on le doive entreprendre, au moins si l'on considere les corps tels que nous les avons parmi nous, parce que cela dépend de la resistance que font les corps liquides, dans lesquels les corps durs que nous voions, se meuvent; de la facilité qu'ils ont de se condenser ou de se raréfier, & de beaucoup d'autres choses qui ne peuvent nous être connuës, non plus qu'une infinité d'autres empêchemens, dont les combinaisons peuvent diversifier infiniment tous les effets des percussions. Seulement je puis dire qu'en faisant une certaine hypothése, qui paroît assez naturelle, on peut faire voir par les régles précédentes, que les percussions des corps inégaux se feront de la maniére que veut Monsieur Huygens dans le dernier Journal des Sçavans. Mais je ne veux pas m'arrêter là davantage; peut-être trouverai-je en quelque autre rencontre occasion d'en parler plus amplement.

ON

On peut voir encore de ce que je viens d'expliquer, la raison des réfractions, qui se font quand un corps dur passe d'une liqueur à une autre de différente consistance: car si le corps dur passe d'une liqueur plus libre à une qui l'est moins, il perdra quelque chose de sa vîtesse dans le passage, trouvant plus de résistance dans la liqueur qui est devant, qu'il ne se sent poussé par celle qui le suit; ainsi la réfraction se fera en s'éloignant de la perpendiculaire. Au contraire, si le corps passe d'une liqueur plus empêchante à une autre plus libre, la réfraction se fera en s'approchant de la perpendiculaire, & le corps augmentera sa vîtesse dans le passage, parce qu'il est plus poussé par la liqueur qui le suit, qu'il n'est retenu par celle qui se trouve au devant. Et c'est de cette augmentation de vîtesse que je ne pense pas que personne eût encore donné raison. Je ne veux pas marquer les mesures de ces réfractions, parce que cela a été fait par d'autres, & que leurs démonstrations se peuvent fort bien accommoder avec les choses que j'ai ici avancées. Je ne parle pas non plus ici de la réfraction de la lumiére, parce que je croi qu'elle se fait tout autrement, c'est-à-dire, par xxxvij. *De la réfraction.*

des cauſes & des moiens tout différens, comme je pourrois faire voir, ſi je faiſois quelques autres diſcours du mouvement.

xxxviij *Concluſion.*

Il me reſteroit à parler du mouvement des corps peſans, tant de ceux qui tombent ou qui ſont pouſſez en l'air, que de ceux qui roulent ſur des plans inclinez, ou qui étant ſuſpendus par un filet, ſe balancent de part & d'autre. Il faudroit encore parler du mouvement des liqueurs, tant de leur chute que de leur ſaillie, comme auſſi de leurs ondulations & de choſes ſemblables : mais tout cela mérite autant de diſcours particuliers. Et comme je croi avoir trouvé quelque choſe de nouveau ſur ces matiéres, je ne feray point difficulté de donner au public mes penſées à examiner, ſi je voi que ce prémier diſcours n'ait pas été jugé tout-à-fait indigne d'être lû par les perſonnes qui ſe plaiſent à de ſemblables matiéres.

TABLE
DES
PARAGRAPHES.

XVI. Un

AVIS

AVIS AU LECTEUR.

L'AUTEUR *du Traité du Mouvement Local ayant appris par un de ses amis, que quelques personnes qui avoient lû les feüilles, comme on les tiroit de la presse, publioient qu'il suivoit entiérement la doctrine de M. Descartes ; & que quoi qu'en quelques endroits il semblât le combattre sans le nommer, il établissoit tous ses sentimens sur cette matiére : il a crû être obligé de détromper ceux qui les croiroient sur leur parole, par les remarques suivantes qu'il a voulu être ajoûtées à la fin dudit Traité, avant qu'il parût en public.*

RE-

REMARQUES

Sur le Discours

DU MOUVEMENT.

QUAND l'Auteur de ce discours s'est arrêté à prouver que le mouvement n'est jamais détruit que par une détermination contraire, qui survienne de nouveau ; il s'est suffisamment déclaré sur le peu d'attache qu'il a à ce sentiment. Mais comme ceux qui ont traité de cette matiére en Italie, en Angleterre, en Hollande & en France, s'accordent presque tous en cela : on n'a pas crû se devoir éloigner d'un sentiment si commun. Galilée, Gassendi, Hobbes, Regius, Maignan, Digby, Kirker, Fabri, & plusieurs autres, soûtiennent tous en quelque maniére cette perpétuité du mouvement ; & ils ne différent que sur la façon de la prouver. De toutes les preuves qu'on a apportées, la plus foible est sans doute celle de M. Descartes. Cét Auteur prétend que si le mou-

mouvement ou le repos, qui ont une fois commencé, cessoient, Dieu seroit sujet au changement: qui est un raisonnement qui fait rire ceux qui ont quelque teinture de la Théologie, n'y aiant personne qui ne sçache que tous ces changemens des créatures se font sans aucun changement de la part de Dieu. *Apud Deum non est transmutatio*, dit Saint Augustin; & *ideò apud eum cursus temporis, diei noctisque alternatione nequaquam variatur.* Et il est bien visible que la cessation du mouvement n'est non plus contraire à l'immutabilité de Dieu, que l'est la création du Monde, ou les actions de nos volontez, ou la vicissitude des jours & des nuits. Si ce raisonnement de M. Descartes n'étoit pas si aisé à résoudre, il seroit très-dangereux; puisqu'il prouveroit aussi que Dieu devroit avoir fait de toute éternité tout le mouvement qui se trouve maintenant dans le Monde.

Comme plusieurs dans le choix des opinions ont égard au sentiment des anciens & des Docteurs Scholastiques, on peut ajoûter ici qu'outre ce qui a été dit de Vasquez, qui s'arrête à prouver au long cette perpétuité de mouvement, disant qu'aiant une fois commenmencé, il ne cesse jamais, à moins qu'il ne survienne quelque nouvelle cause qui produise quelque forme positive & contraire à ce mouvement : outre cela, dis-je, trois de ces grandes thèses de Lyon, faites en divers temps, disent la même chose. Mais de plus on peut y ajoûter Aristote. Voici comme il parle au livre 3. des Météores, chapitre 2. *Si quelque corps qui seroit sans pesanteur & sans légereté, est mû ; il faut qu'il ait été mû par quelque force* étrangere : *& étant une fois mû de la sorte, il fera un mouvement infini.* βίᾳ δὲ κινούμενον, ἄπειρον ποιεῖν τὴν κίνησιν. Et dans le livre 4. de la Physique, texte 69. en parlant d'un corps qui auroit été mû dans le vuide, où l'on suppose qu'il n'y a nulle sorte d'empêchements, il dit ces paroles : *Personne ne peut dire pourquoi un corps qui seroit mû* de la sorte dans le vuide, *s'arrêteroit en quelque part. Car pourquoi* s'arrêteroit-il *plûtôt ici que là ? ainsi ou il ne bougera point du tout ; ou* s'il commence à se rémuer, *il faut qu'il aille à l'infini, si quelque chose de plus fort ne vient l'arrêter.* οὐδεὶς ἂν ἔχοι εἰπεῖν, διὰ τί κινηθὲν στήσεταί που; τί γὰρ μᾶλλον ἐνταῦθα ἢ ἐνταῦθα; ὡς ἢ ἠρεμήσει, ἢ

εἰς

ὡς ἄπειρον ἀνάγκη φέρεσθαι, ἐὰν μή τι ἐμποδίσῃ κρεῖττον.

M. Descartes se sert trés mal du principe qui a été expliqué au §. 13. *Que tout corps qui se meut autour d'un centre, fait effort pour s'en éloigner.* On peut faire voir qu'il s'est trompé en voulant expliquer par là la pesanteur des corps. Aussi ne prétend-on pas donner à ce principe toute l'étenduë que lui donne M. Descartes. Et l'on approuve fort la restriction qui a été mise par un sçavant homme, que cela est vrai dans les mouvemens artificiels, & que cela peut ne l'être pas dans les naturels.

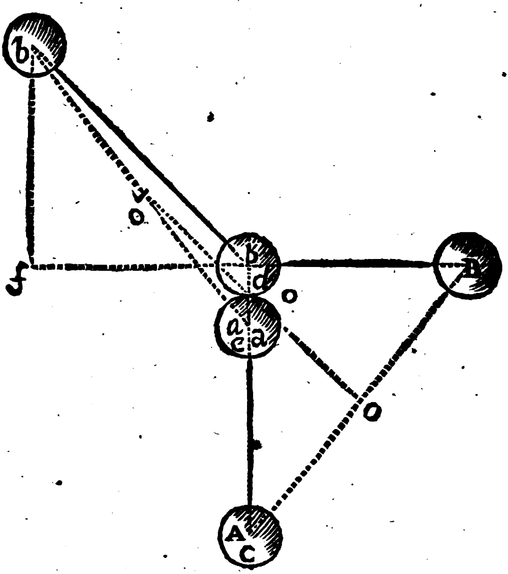
Ce qui a été prouvé au §. 16. & aux suivans, fait voir que M. Descartes s'est trompé dans six régles des sept qu'il a données du mouvement.

Dans le §. 16. on ne prétend nullement favoriser le sentiment du mouvement de la Terre. L'Auteur de ce discours est pleinement persuadé, que quand bien il n'y auroit point de saintes Ecritures, l'hypothése qui met la Terre immobile, est préférable à toute autre. On a seulement voulu faire voir que cét argument n'est pas convainquant: il y en a d'autres qui sont meilleurs; sur tout celui qui a été fait valoir

valoir en de fort belles occaſions, pris du mouvement tonique de l'aiman.

Le §. 29. eſt contre M. Deſcartes qui n'a point diſtingué le mouvement, que l'on appelle ici abſolu, d'avec celui que l'on appelle reſpectif. Et quand il a dit qu'il y avoit toûjours une égale quantité de mouvement devant & après la percuſſion, il entend parler de ce mouvement abſolu: or il eſt bien viſible qu'il s'eſt trompé en cela. Car dans la figure ſuivante, avant la percuſſion, le mouvement des deux boules A & B eſt Aa & Bb; & tout le mouvement d'aprés la percuſſion ramaſſé dans la ſeule boule (b,) n'eſt que (b *b*,) l'autre boule demeurant immobile en *a*.

Quand dans le §. 31. on a fait mention d'une ſubſtance plus ſubtile que l'air, il ne faut pas s'imaginer que c'eſt la matiére ſubtile de Mr. Deſcartes. Tout le monde reconnoît qu'il y a des corps plus ſubtils que l'air que nous reſpirons. Et comme Ariſtote dans la compoſition de l'Univers a mis ſur l'Eau la ſphére de l'Air; auſſi a-t-il mis le Feu au deſſus de l'Air, & l'*Æther* au deſſus du Feu: qui ſont toutes des ſubſtances différentes, d'autant



tant plus ſubtiles, qu'elles s'élévent davantage.

On prétend dans le §. 37. que M. Deſcartes n'a point prouvé les réfractions des corps; & beaucoup moins celle de la Lumiére.

RE-

REMARQUES

Sur une Lettre

DE

M. DESCARTES

Touchant la Lumiére.

Extrait de la Lettre dix ſeptiéme du ſecond tome de M. Deſcartes.

MONSIEUR,

Je ſuis bien aiſe que vous aiez remis ſur le tapis la queſtion qui s'étoit mûë n'aguéres entre nous. Mais pour ce que je voi que la raison dont je me servois alors, ne vous a pas encore satisfait, je vous dirai librement ce que je pense de vôtre réponse : & auparavant, pour être certains de l'état de la question, j'en ferai ici une briéve description.

Je vous dis derniérement lorsque nous étions ensemble, non pas à la vérité que la lumiére se mouvoit en un instant, comme vous m'écrivez ; mais (ce que vous croiez être la même chose) que du corps lumineux elle parvenoit en un instant jusques à nos yeux : & même j'ajoûtai que je pensois sçavoir cela si certainement, que si on me pouvoit convaincre de fausseté là-dessus, j'étois tout prêt d'avouër que je ne sçavois rien du tout en Philosophie. Et vous au contraire, vous assuriez que la lumiére ne se mouvoit pas en un instant ; & vous

vous disiez avoir trouvé un moyen d'en faire l'expérience, par lequel il seroit aisé de voir qui de nous deux se trompoit en cela. Et cette expérience, purgée comme elle est à présent, d'une quantité de choses superfluës, par exemple, du son, du maillet, & de choses semblables, c'est-à-dire, ainsi que vous l'exposez maintenant dans vos lettres, beaucoup mieux sans doute que vous ne faisiez la première fois, est telle.

Si quelqu'un portant de nuit un flambeau à la main, & le faisant mouvoir, jette la vûë sur un miroir éloigné de lui d'un quart de lieuë, il pourra très-aisément remarquer, s'il sentira le mouvement qui se fait en sa main, auparavant que de le voir par le moien du miroir. Et vous vous assuriez tellement sur cette experience, que vous étiez prêt de croire que toute vôtre Philosophie étoit fausse, s'il ne se rencontroit un temps notable & sensible entre l'instant auquel le mouvement se verroit par le moien du miroir, & celui auquel on le sentiroit par l'entremise de la main. Et moi au contraire, je disois que s'il se rencontroit en cela le moindre intervalle de temps, j'étois prêt de confesser que toute ma Philosophie étoit entiérement renversée. Et partant (ce qui est à remarquer) en toute nôtre dispute, il ne s'agissoit pas tant de sçavoir si la lumiére se transmet en un instant, ou si elle a besoin de quelque tems; qu'il s'agissoit du succés de cette expérince. Et le jour suivant pour finir nôtre dispute, & vous épargner un travail inutile, je vous donnai avis que nous avions une au-

autre expérience qui avoit déja été faite plusieurs fois par plusieurs milliers de personnes, & même de personnes très-exactes & très-attentives, par laquelle on voioit manifestement qu'il n'y avoit aucun intervalle de temps entre l'instant auquel la lumiére sort du corps lumineux, & celui auquel elle entre dans l'œil.

Et avant que de vous l'exposer, je vous demandai si vous ne demeuriez pas d'accord que la Lune est éclairée par le Soleil, & que les éclipses se font par l'interposition de la Terre entre le Soleil & la Lune, ou par l'interposition de la Lune entre le Soleil & la Terre: ce que vous m'accordâtes sans aucune difficulté. Aprés cela je vous demandai suivant quelles lignes vous vouliez supposer que la lumiére parvînt depuis les astres jusqu'à nos yeux:

& vous me répondites, suivant les lignes droites; *on sorte que lorsqu'on regarde le Soleil, il ne nous paroit pas au lieu où il est en effet: mais en celui où il étoit à l'instant que la lumiére, qui sert à nous le faire voir, en est sortie. Enfin je vous demandai que vous déterminassiez combien grand devoit être du moins cét intervalle de temps sensible, entre l'instant auquel le flambeau seroit mû, & l'instant auquel son mouvement seroit apperçu par le moien du miroir, qui seroit distant d'un quart de lieuë. A quoi vous me répondîtes le jour précédent, qu'il s'y rencontreroit pour le moins autant de temps qu'il en faut pour un battement d'artére; mais pour lors vous me dîtes que je prisse tel intervalle de temps que je voudrois. Et pour ne pas abuser de la permission que vous me*

me donniez, je ne pris que la vingt-quatriéme partie du temps qu'il faut pour un battement d'artére: & je dis que cèt intervalle de temps, qui ſelon vous ſeroit tout-à-fait inſenſible dans vôtre expérience, ſeroit très-ſenſible dans la mienne.

Car ſuppoſant que la Lune eſt éloignée de la Terre de cinquante demi-diamétres & qu'un ſeul demi-diamétre de la Terre contient ſix cens lieuës; (ce qu'on doit du moins ſuppoſer, ou bien l'Aſtronomie & la Géométrie ſont fauſſes:) ſi la lumiere a beſoin de la vingt-quatriéme partie du temps que les artéres emploient à battre une ſeule fois, pour traverſer deux fois la quatriéme partie d'une lieuë, elle aura beſoin d'un temps égal à celui que les artéres emploient à battre cinq mille fois, c'eſt-à-dire, pour le *le moins d'une heure de temps, pour traverser deux fois l'espace qui est entre la Lune & la Terre, comme il paroît à tout homme qui veut prendre la peine d'en faire le calcul. Après quoi, voici comme j'ai argumenté.*

Qu'ABC soit une ligne

A B C

droite : & pour pouvoir conclure la même chose, soit que nous supposions que la Terre se meuve, soit que ce soit le Soleil, qu'ABC soient les lieux où le Soleil, la Terre & la Lune se rencontrent quelquefois ; & supposons que maintenant de la Terre B on voit la Lune éclipsée au point C : cette éclipse, suivant ce qui a été accordé ci-dessus, doit nous paroître précisément au même instant auquel la lumiére

qui

qui est sortie du Soleil, lorsqu'il étoit au point A, étant resléchie de la Lune, parviendroit à nos yeux, si elle n'eût point été empêchée par l'interposition de la Terre, c'est-à-dire, suivant ce qui a aussi été accordé, une heure aprés que cette lumiére est parvenuë à la Terre B. Et de plus, suivant ce qui a aussi été accordé, le Soleil ne peut être vû au point A, si ce n'est précisément à l'instant même que sa lumiére est parvenuë directement jusqu'à la Terre : & partant la Lune ne sçauroit paroître éclipsée en C, qu'une heure aprés que le Soleil a été vû en A; si vos concessions sont vraies, c'est-à-dire, si l'on apperçoit plus tard de la vingt-quatriéme partie du battement d'une artére, le mouvement d'un flambeau dans un miroir qui est éloigné de la quatriéme par-

partie d'une lieuë, qu'on ne le ressent à la main.

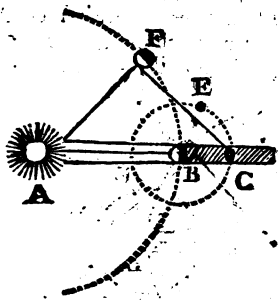
Mais l'observation exacte qu'en ont fait tous les Astronomes, confirmée par une infinité d'expériences, fait assez connoître, que si quand la Lune est éclipsée, on la voit de la Terre B au point C, le Soleil ne doit point être vû en A une heure auparavant, mais au même instant que l'Eclipse paroît. Et le temps d'une heure est bien plus sensible en l'observation du lieu du Soleil au regard de la Terre & de la Lune, que n'est en vôtre expérience la vingt-quatriéme partie du temps que l'artere employe à battre une seule fois. Par conséquent & vôtre experience est inutile, & la mienne qui est celle de tous les Astronomes, montre clairement que la lumiére se voit sans aucun intervalle de *de temps sensible, c'est-à-dire, comme j'avois soûtenu, en un instant. Je maintenois que cét argument étoit une démonstration; & vous au contraire vous disiez que c'étoit un paralogisme & une pétition de principe. Mais il est aisé de voir par vôtre réponse, si vous aviez raison, ou non, de la nommer ainsi. Car, &c.*

REMARQUES.

MON deſſein n'eſt pas de combattre ce que M. Deſcartes dit touchant la lumiére, que *du corps lumineux elle parvient en un inſtant juſqu'á nos yeux.* Je ſuis d'accord avec lui en ce point, & je ſuis perſuadé que l'effuſion de la lumiére ne ſe peut faire par un flux ſucceſſif de quelque ſubſtance ſubtile. Je veux ſeulement examiner ſon raiſonnement, afin que chacun puiſſe juger ſi l'argument qu'il apporte, eſt une démonſtration comme il le ſoûtient, ou ſi c'eſt ſeulement un paralogiſme, comme ſon adverſaire le lui reproche.

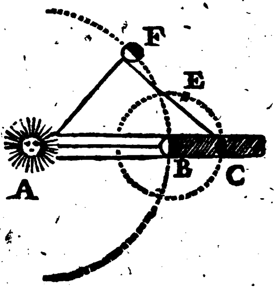
M. Deſcartes établit d'abord que la lumiére emploiroit une heure à parvenir de la Lune juſqu'à nous, ſi elle emploioit la vingt-quatriéme partie du temps que les artéres battent une fois, à venir depuis un miroir, qui ſeroit éloigné d'un quart de lieuë. Il ſuppoſe en ceci, que le temps du mouvement de la lumiére doit être à même proportion d'autant plus long, que l'eſpace qu'elle a à parcourir, eſt plus grand: ce ce qu'on peut fort raisonnablement ne lui pas accorder. Car encore que la Lune soit douze mille fois plus éloignée de nous, que ne le seroit ce miroir; il ne s'ensuit pas pour cela qu'il faille à la lumiére douze mille fois plus de temps pour venir de la Lune, que pour venir du miroir: parce qu'il se peut faire que la lumiére se meuve fort vîte dans ce grand espace qui est vers le Ciel, & fort lentement dans ce petit espace qui est proche de la Terre, à cause qu'ici-bas l'air est fort grossier, pour retarder le mouvement de la lumiére: au lieu que là haut, *la matiére*, dont M. Descartes compose le Ciel, étant infiniment subtile, donne le moien à la lumiére de se mouvoir avec une vîtesse incomparablement plus grande. Car nous voions qu'un boulet de canon étant porté dans l'air avec une rapidité incroiable, vient à se mouvoir fort lentement, lorsqu'il entre dans la bouë, ou dans quelque rempart de terre. Et comme celui-là se tromperoit fort lourdement, lequel voiant que ce boulet auroit emploié une minute de temps à faire deux ou trois pas en s'enfonçant dans la terre. concluroit que ce même boulet auroit mis deux ou trois mille minutes de temps à venir depuis le canon que l'on ſuppoſe être éloigné de deux ou trois mille pas : ainſi on peut dire que M. Deſcartes n'a pas bien raiſonné, quand de ce qu'on ſuppoſe la Lune douze mille fois plus loin que le miroir, il veut que la lumiére emploie douze mille fois plus de temps, c'eſt-à-dire, une heure entiére à venir de la Lune, ſuppoſé qu'elle emploie la vingt-quatriéme partie d'un battement d'artére à venir du miroir. Et il ſe peut faire que cette matiére céleſte ſurpaſſant l'air en ſubtilité, bien plus à proportion que l'air ne ſurpaſſe la Terre, la lumiére emploie plus de temps à parcourir ce petit eſpace, qui eſt entre nous & le miroir, qu'elle n'en a emploié à venir juſqu'à nôtre air dans ce grand intervalle du Ciel : comme peut-être le boulet a mis plus de temps à entrer deux ou trois pas dans le rempart, qu'à venir depuis le canon. De-ſorte que M. Deſcartes n'a pas eu raiſon de mettre une heure pour le temps que la lumiére emploiroit à venir de la Lune. Et comme d'ailleurs toute la démonſtration qu'il prétend faire enſuite, eſt établie ſur ce fondement ; certes ce fondement venant à manquer, il faut que toute ſa démonſtration tombe en ruïne. Mais

Mais ce n'eſt pas ſur cela que j'inſiſte davantage contre M. Deſcartes ; il me ſemble qu'il a bien plus manqué dans la ſuite de ſon raiſonnement même. Car il faut remarquer qu'il a apporté ſa démonſtration, comme ſi elle étoit également convainquante dans l'hypothéſe de Tycho, & dans celle de Copernic : *Et pour pouvoir*, dit-il, *conclure la même choſe, ſoit que nous ſuppoſions que la Terre ſe meuve, ſoit que ce ſoit le Soleil, &c.* Poſons donc que le Soleil ſoit immobile au centre du Monde A ; que la Terre ſe trouve quel-



quefois en B, & la Lune en C, en ſorte qu'A B C ſoit une ligne droite ; que la lumiére venant d'A, & paſſant par B, emploie une demi-heure à aller en-

ensuite jusqu'à C, & une autre demi-heure à revenir de C jusques à B : alors ceux qui sont sur la Terre B., verront la Lune, ou plûtot son éclipse en C. Mais alors aussi ceux là mêmes verront encore le Soleil en A, où non seulement il étoit une heure auparavant, mais où il a toûjours demeuré immobile. Pourquoy donc M. Descartes veut-il qu'on voie maintenant le Soleil en quelque autre part ; J'avouë qu'une heure avant que la Lune parût en C, le Soleil paroissoit en A ; mais je dis aussi qu'une heure aprés, c'est-à-dire, quand la Lune est vûë en C, le Soleil est encore vû en A, puisqu'il n'a point changé de place : & partant que le Soleil, la Terre & la



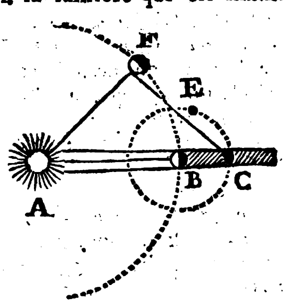
Lune

Lune dans ſon éclipſe paroiſſent en ligne droite. Comme ce ſujet eſt purement géométrique, on peut aiſément déterminer qui eſt celui qui ſe trompe.

Mais on le fera encore avec plus d'aſſurance, quand on ſçaura ce que M. Deſcartes répond à ſon adverſaire. Voici comme il lui écrit: *Car de recourir comme vous faites à la lenteur ou tardiveté du mouvement annuel, dans une choſe qui dépend toute entiére du mouvement de la Lune, qui eſt douze fois plus rapide que le mouvement annuel, & de plus auſſi dans une choſe où l'on a de coûtume d'obſerver aſſez commodément, je ne dis pas ſeulement la différence d'une heure, ce que j'aurois démontré être ſuffiſant; mais même celle de la moitié d'une minute: qui eſt celui qui ne voudra pas reconnoître en cela un paralogiſme?* J'avouë que c'eſt moi qui ne puis reconnoître en cela un paralogiſme, & même que je ne ſçaurois m'empêcher d'en voir pluſieurs dans cette inſtance de M. Deſcartes.

En premier lieu, il dit que toute cette affaire, c'eſt à dire, le défaut de ligne droite & d'oppoſition, qui pourroit paroître dans les éclipſes, *dépend tout entier du mouvement de la Lune:*

ne: & cependant il eſt certain que le mouvement de la Lune ne fait pas plus en cela, que ſi elle étoit immobile. Car imaginons-nous, que la Lune aprés s'être trouvée dans l'ombre en C, ſe meut encore plus vite qu'elle ne fait, & parvient en E, lorſque ſa lumiére (ou plûtot ſon défaut, car c'eſt la même choſe) envoiée de G, eſt venuë à la Terre B: alors ſuivant toutes les ſuppoſitions ſur leſquelles M. Deſcartes argumente, la Lune doit paroître en C, parce que l'on ſuppoſe que la Lune & les aſtres paroiſſent, *non dans les lieux où ils ſont en effet, mais dans ceux où ils étoient à l'inſtant que la lumiére qui ſert à nous les faire voir, en eſt ſortie.* Ainſi la lumiére qui eſt maintenant

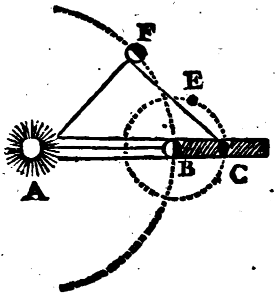


par-

parvenuë à nous, étant sortie de C, où étoit la Lune demi-heure auparavant, nous doit faire voir la Lune en C, en quelque part du Monde qu'elle se puisse maintenant trouver, quand elle seroit demeurée immobile, ou qu'elle auroit été transportée: & par conséquent le mouvement de la Lune ne fait rien en ceci.

En second lieu M. Descartes reprend son adversaire, pour avoir allegué la lenteur du mouvement annuel; & il prétend que ce mouvement annuel ne fait rien dans une chose *qui dépend*, dit-il, *toute entiére du mouvement de la Lune*: & cependant il est certain que s'il devoit paroitre quelque défaut d'opposition dans les éclipses, cela seroit causé uniquement par le mouvement annuel, pourvû qu'il fût plus grand & plus sensible. Car si aprés que la Lune se seroit trouvée dans l'ombre de la Terre en C, la Terre étoit transportée par son mouvement annuel jusques en F, tandis que les raions envoiez de C parviendroient jusqu'à la Terre; alors de la Terre F on verroit toûjours le Soleil en A, & la Lune en C: mais les lignes AF, FC, ne seroient plus une même ligne droite, & la Lune qui seroit vûë pour lors

en



en éclipse, ne paroitroit pas neanmoins opposée au Soleil. Ainsi le mouvement annuel pourroit faire de la diversité & du défaut dans l'opposition apparente du Soleil & de la Lune éclipsée. Mais d'ailleurs comme le mouvement annuel de la Terre pendant une heure, est trés petit, & même insensible; il est clair que l'adversaire de M. Descartes avoit raison de recourir à la lenteur de ce mouvement pour rendre inutile toute sa démonstration.

Enfin M. Descartes dit qu'en ceci *on peut observer assez commodément non seulement la différence d'une heure, mais même celle de la moitié d'une minute;* ce qui n'est nullement véritable. Car quand il s'agit seulement du mouvement jour-

journalier, il est vrai qu'on peut discerner jusqu'aux minutes, pourvû qu'on ait de fort bons instrumens, & qu'on soit addroit à faire de ces sortes d'operations. Mais quand il faut observer le mouvement propre du Soleil ou de la Terre, ou déterminer précisément l'opposition de la Lune, quelles difficultez ne rencontre-t-on pas? que d'observations, que de calculs, que de reductions! Nous avons d'illustres exemples de ces difficultez dans les observations qu'on a voulu faire des éclipses horizontales; on sçait l'empressement qu'ont eu les Astronomes, pour voir s'ils ne pourroient point découvrir quelque diversité dans l'opposition du Soleil & de la Lune causée par les réfractions. Mais quelque soin qu'ils aient eu de préparer leurs instrumens de longue main, & quelque précaution qu'ils aient apportée dans leurs observations & dans leurs calculs: à peine peut-on s'assurer qu'ils aient discerné une différence, je ne dis pas d'une minute d'heure; mais même d'une minute de degré. Comment donc M. Descartes veut-il que l'on observe si commodément dans une occasion toute semblable, la différence de la moitié d'une minute d'heure?

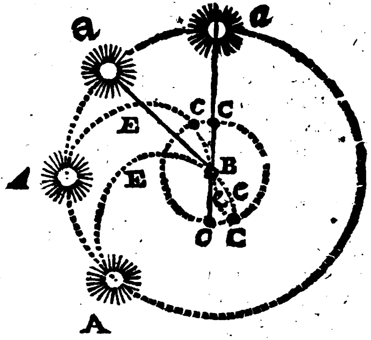
Jusques

Jusques ici nous avons seulement examiné le raisonnement de M. Descartes dans l'hypothése du mouvement de la Terre, dans laquelle il prétendoit que ce fût une démonstration. Que si maintenant on veut l'examiner en suivant l'hypothése commune de l'immobilité de la Terre, je ne croy pas qu'on trouve que sa démonstration soit meilleure. Car tandis que toute la *matiére céleste* qui emporte le Soleil & les étoiles, se meut tous les jours autour de la Terre ; on peut fort raisonnablement penser, que la lumiére étant pour ainsi dire jettée du Soleil ou de la Lune, se meut vers la Terre, non en ligne droite, mais dans une ligne courbe & spirale, en suivant toûjours circulairement le mouvement de l'astre d'où elle a été élancée ; & cela se pourroit peut être prouver par les loix de la Méchanique, & confirmer par l'expérience des corps qu'on jette de dedans un vaisseau : & en ce cas, le Soleil & les astres paroitroient toûjours dans le lieu où ils seroient en effet, si ce n'est que leur mouvement propre y apportât quelque différence. Ce qui se peut déclarer fort manifestement par l'exemple du son, que tout le monde reconnoit se répandre successivement

par

par de certaines ondées, qui se forment & s'étendent en rond dans l'air. Car imaginons-nous que tout l'espace céleste est rempli d'air, & qu'il se forme quelque son dans le Soleil; certes tandis que le Soleil avec tout le Ciel se mouvroit ainsi autour de la Terre, toutes ces ondées circulaires de l'air seroient aussi en même temps transportées d'un commun mouvement avec leur centre, qui est le Soleil: & ainsi étant arrivées à la Terre, elles désigneroient toûjours le Soleil & leur centre, non au lieu où elles auroient été formées pour la prémiére fois; mais au lieu même où le Soleil se trouveroit pour lors, en exceptant toûjours le mouvement propre que pourroit avoir le Soleil, outre celui qui lui seroit commun avec tout l'air. Mais de quelque façon qu'on l'explique, ou quelque cause que l'on veuille donner de ce mouvement spiral ou circulaire des raions de la lumiére; il est certain que ce mouvement étant une fois supposé, la Lune en son éclipse devra paroître directement opposée au Soleil, comme si la lumiére se répandoit dans un instant. Car posons que la Terre soit immobile en B, & que le Soleil étant en A, envoie un raion vers la Terre;

&



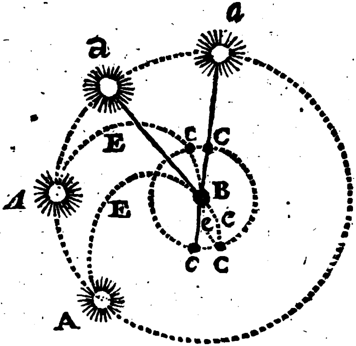
& pendant que le Soleil se meût & arrive en (a,) que le raion allant par la spirale A E, arrive en B: alors ce raion fera paroître le Soleil en (a,) où il est en effet. Ensuite ce même raion A E B passant plus outre, (ou plûtost son défaut,) ira en demi-heure par la spirale (B e) jusqu'à C, où se trouve la Lune. Enfin la raion, ou plûtost son défaut, revenant par la spirale C e, parviendra aprés une autre demi heure à la Terre B, tandis que la Lune a été transportée par la matiére céleste jusques en C: & alors par ce même raion, ou plûtost par son défaut, la Lune fe-

ra

ra vûë éclipsée en C; mais en ce même temps aussi le Soleil apparoîtra de l'autre côté diamétralement opposé en *a*, à sçavoir, dans le même point où il est une heure aprés avoir été vû en (a.) Et cela est si véritable, que M. Descartes s'en étant bien apperçu lui-même, a jugé à propos d'attaquer son adversaire d'un autre côté dans cette hypothése, Voici comme il poursuit:

Quand aprés cela vous dites, que les raions qui sont émanez du Soleil & de la Lune, se meuvent ainsi hors d'eux circulairement avec le Soleil & avec la Lune, en sorte que les astres nous paroissent toûjours dans les lieux où ils sont en effet, encore qu'ils soient vûs par l'entremise de la lumiére, qui est émanée d'eux auparavant, lorsqu'ils étoient en d'autres lieux, (car on ne sçauroit concevoir autrement ce que vous dites:) vous niez manifestement ce que vous aviez auparavant accordé, & d'où dépendoit toute cette partie de ma demonstration que je vous avois expliquée. Mais vous ne prenez pas garde que vous tombez ici dans son autre partie, qui est celle de l'éclipse du Soleil.

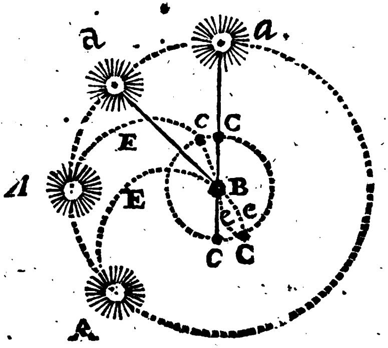
Je ne veux pas m'arrêter ici à chercher ce qui peut avoir été accordé ou nié à M. Descartes, mon dessein n'est que d'examiner son raisonnement. J'ai fait voir que son adversaire l'accusoit de paralogisme dans la prémiére partie de sa démonstration. Voions maintenant s'il est plus exact dans la seconde. *Qu'(a) soit le Soleil*; dit-il, c *la Lune, & B la Terre, tous trois dans une même ligne droite. Suivant le calcul que nous avons fait ci-devant, si la lumiére a besoin d'une demi heure, pour parve-*



nir depuis la Lune c *jusqu'à la Terre B, il lui faudra douze heures de temps pour parvenir depuis le Soleil jusqu'à nous, puisque le Soleil est éloigné de la Terre pour le moins vingt-quatre fois autant que la Lune. Donc suivant vôtre derniére concession, au même instant que le Soleil est en* (a,) *(a,) il est vû par ceux qui sont en B, nonobstant l'interposition de la Lune, laquelle cependant non seulement est en C, mais qui y seroit aussi vûë, si elle avoit une lumiére qui lui fût propre: car le Soleil est vû en ce lieu-là par le moien de la lumiére, qui est émanée de lui douze heures auparavant, & qui aiant traversé le ciel de la Lune une demi-heure devant, n'a pû être empêchée par elle, parce qu'elle n'étoit pas encore alors interposée entre le Soleil & la Terre; & la lumiére qui est maintenant empêchée par elle, ne sçauroit parvenir à la Terre qu'une demi-heure aprés: & par conséquent la défaillance de sa lumiére, c'est à dire, l'éclipse du Soleil, ne sçauroit être vûë qu'une demi-heure aprés l'instant que le Soleil, la Lune & la Terre sont dans une même ligne droite.*

Mais l'experience de tous les Astronomes nous assure du contraire; c'est à sçavoir qu'il y a éclipse de Soleil, lors que le Soleil, la Lune & la Terre sont dans une même ligne droite: & en cela non seulement l'erreur d'une demi-heure, mais celle de la moitié d'une minute ne seroit pas insensible. Donc, &c.

Toute la force de ce raisonnement consiste en ce que nonobstant l'interposition de la Lune, quand elle seroit vûë en (c,) le Soleil ne laisseroit pas d'être vû en *a* par le moien du raion qui étant émané de lui douze heures auparavant, n'auroit pû être empêché de passer par le ciel de la Lune demi-heure auparavant, la Lune n'étant pas encore pour lors interposée directement entre la Terre & le Soleil. Mais M. Descartes a-t-il si-tôt oublié, que nous supposons que les raions ne vont plus en ligne droite? La Lune demi-heure auparavant n'étoit pas encore directement interposée entre le Soleil & la Terre; cela est trés-vrai, elle est pour lors en *c* & le Soleil en *a*: mais il n'est pas pour cela véritable, que la Lune en ce temps-là ne puisse arrêter



les

les raions, que nous ſuppoſons venir par une ligne courbe *A E c*, comme la ſeule figure le démontre viſiblement. Ce n'eſt pas neanmoins là ce que je voudrois le plus reprocher à M. Deſcartes. Je m'étonne bien davantage qu'il n'ait point pris garde, ou que du moins il l'ait diſſimulé, que quand on dit dans cette hypothéſe, que les aſtres paroiſſent toûjours où ils ſont, on doit en retrancher leur mouvement propre, ainſi que je l'ai rémarqué ci-devant; & en ce cas, la lumiére ſe mouvant uniformément dans une ſpirale réguliére, fera neceſſairement paroître les choſes dans les éclipſes tout de même qu'elles paroiſſent en effet; ce qui ſe peut fort bien démontrer. Que ſi M. Deſcartes s'attachant ainſi au ſon des paroles rapportées dans ſa lettre comme venant de ſon adverſaire, inſiſte ſur cela, & ſuppoſe que les aſtres paroiſſent préciſément au même point où ils ſont en effet; outre que j'ai déja fait voir qu'il s'étoit mépris dans ce raiſonnement même, on peut lui dire qu'il n'étoit point beſoin de recourir à cette ſeconde partie, & que par l'éclipſe de la Lune, il pouvoit prouver la même choſe qu'il a voulu prouver par l'éclipſe du Soleil; mais il n'eſt pas néceſſaire d'expliquer ceci davantage.

Enfin M. Deſcartes conclud ſa lettre en cette ſorte : *Je n'ajoûte point ici quantité d'autres choſes, qui pourroient faire voir que cette derniére aſſertion ou propoſition eſt encore plus abſurde que la prémiére : comme par exemple, que cela poſé, on devroit toûjours voir vers l'Orient un cercle noir dans l'Horizon entre la Terre & le Ciel : & vers l'Occident, le Soleil & les étoiles au deſſous des montagnes, & pluſieurs choſes ſemblables. Et je ne demande pas auſſi par quelle puiſſance ce mouvement circulaire de la lumiére, qui ſort en même temps de divers aſtres, eſt conduit, pour pouvoir toûjours retenir l'inégalité qui eſt en la vîteſſe des aſtres d'où elle eſt ſortie, &c. Car ſi ce que je viens d'écrire, n'a pas la force de vous convaincre, j'avouë que vous étes tout à-fait invincible. Adieu.* Ce ne ſont pas-là de nouveaux inconvéniens, que M. Déſcartes objecte, mais de nouvelles difficultez, où il s'embarraſſe lui même : je ne veux pas les déveloper en détail, puiſque lui-même n'a fait auſſi que les rapporter. Mais je ne puis aſſez m'étonner de voir la fermeté avec laquelle il écrit toutes ces choſes : ſurtout voiant que ce n'eſt pas quelque

mot

mot qui lui ait échappé ; mais que c'est une lettre sérieuse écrite à loisir sur un sujet prémédité de longue main, & aprés plusieurs contestations réïtérées. Ce n'est pas à mon avis dans cette seule lettre que M. Descartes s'est trompé : je croi pouvoir démontrer que cela lui est arrivé en plusieurs endroits de sa Philosophie. Peut-être que je me trompe moi même, j'en fais juges, pour ce que je viens d'écrire, tous ceux qui voudront prendre la peine de le lire, & de l'examiner. Comme c'est une matiére purement de Géométrie, & que je me suis abstenu de tout ce qui pourroit être contesté dans la Physique, il sera aisé de déterminer de quel côté est le paralogisme, & si je suis moi-même tombé dans l'erreur, lorsque j'ai prétendu faire voir que M. Descartes ne prouve pas solidement ce qu'il assure avoir démontré.

Fin du Mouvement Local.

LA STATIQUE OU LA SCIENCE DES FORCES MOUVANTES.

Par le R. P. IGNACE GASTON PARDIES, *de la Compagnie de* JESUS.

QUATRIE'ME EDITION.

A LA HAYE,
Chez ADRIAN MOETJENS, Marchand Libraire près la Cour, à la Librairie Françoiſe.

M. DCCX.

PREFACE.

CE Traité est une suite d'un Discours du Mouvement Local, qu'on avoit déja publié, dans le dessein de faire une Méchanique entiére, & de réduire en ordre toute la science du Mouvement. Ceux qui sçavent la maniére dont on procéde aujour'dhuy dans la considération de la Nature, & dans la pratique des Arts, sçavent aussi les avantages que l'on trouve dans la connoissance des loix du Mouvement. Et comme il est certain que rien ne se pratique dans les Arts, sans l'usage de la Mechanique; aussi il faut reconnoître *que rien ne se peut expliquer dans les effets particuliers de la Nature, si l'on n'y emploie les démonstrations de cette science. C'est la Méchanique qui prescrit les régles de l'une & de l'autre Architecture, je veux dire de la Civile & de la Militaire. C'est-elle qui bâtit les Vaisseaux, & qui les gouverne. Elle dresse des machines, pour enlever avec facilité les plus lourds fardeaux. Elle régle la conduite des eaux, & olle en ménage le cours & les saillies dans les moulins, & dans les maisons de plaisance. Elle anime les Orgues sans soufflets, & les fait joüer par la seule chûte des eaux. Elle fait parler les rochers dans les grottes artificielles, où elle imite le chant des oiseaux, & nous y fait entendre les plus doux concerts. Voilà une partie de ce qu'elle fait, quand*

quand elle est employée par l'artifice des hommes: Mais que ne fait-elle pas, quand elle est employée par l'industrie de la Nature même? N'est-ce pas elle qui affermit inébranlablement la Terre sous nos pieds, & qui assigne à tous les corps la place qu'ils doivent tenir dans l'Univers? Oüi, c'est elle qui arrondit la surface de la Mer, & qui en filtre les eaux par les conduits soûterrains, pour en faire sortir les fontaines & les riviéres; c'est elle qui suspend les nuées au milieu de l'air, qui les pousse en divers endroits par le vent, & qui en exprime la pluye, pour fertiliser les campagnes; c'est elle qui fait descendre en bas les corps pesans, avec ce redoublement de vîtesse & cette proportion que les Philosophes ne peuvent assez admirer; c'est elle qui donne le bran-

le à tous les Cieux, & qui les entretient dans ce mouvement si réglé; c'est elle encore qui fait voler les oiseaux dans l'air, qui fait nager les poissons dans l'eau, & marcher les animaux sur la Terre; c'est par son moyen que se fait le battement du cœur, la circulation du sang, la distribution des esprits, & la respiration; c'est elle qui porte en rond de tous côtez la lumiére & les sons, qui les fait réfléchir ou qui les rompt dans les échos, dans les miroirs, & dans les lunettes. En un mot, rien ne se fait sans elle, ni dans l'Art, ni dans la Nature: de-sorte qu'il n'est pas possible de réüssir dans la considération de l'une, ou dans la pratique de l'autre, sans la connoissance & l'usage de la Méchanique.

Il faut néanmoins avoüer, que cette science si belle, si curieuse, *si necessaire, a été étrangement négligée pendant long-temps. Aristote à la verité fait de très-belles réflexions là dessus; mais ses pensées sont limitées aux seules Forces Mouvantes, qu'il applique au maniment des chevaux, à la conduite des navires, à la consistance & au mouvement des animaux. Ce que nous avons d'Archiméde n'est proprement que la démonstration du levier, & de la balance, & de quelques machines qui en dépendent. Heron a traité des fontaines artificielles & des arcs-baletes. Ce qu'a fait Vitruve est un peu plus etendu: Mais outre que ce n'est-là qu'une très-petite partie des Méchaniques, on peut dire que si l'on a du plaisir à faire joüer toutes ces petites machines; si l'on en retire même quelque profit, on n'y trouve pas un grand secours*

cours pour la connoissance de la Nature. Voilà néanmoins où se reduit toute la science des Anciens: elle est venuë en cét état jusqu'à nous, sans que parmi tant de commentaires & tant de compilations qu'on a faites, personne se soit mis en peine depuis tant de siécles de luy donner quelque nouvelle perfection; jusqu'à ce que dans ces derniers temps, si heureux à faire de nouvelles découvertes, on a vû des personnes qui se sont attachées à cultiver cette science, ou plûtot qui se sont fait une Science *toute* nouvelle du Mouvement.. *Certainement Galilée a eu droit de mettre à la tête de son Ouvrage ce titre de* Science nouvelle, *puis qu'il y traite de* l'accélération *des poids dans leur chûte, de la vîtesse des corps sur les plans inclinez, des* vibrations *des pendules & des cordes*

des tenduës, de la résistance & de la rupture des corps, & de beaucoup d'autres choses, qui étoient auparavant inconnuës. Torricelli a encore donné de l'éclat aux inventions de Galilée par ses nouvelles expériences du vuide, & par les beaux raisonnemens qu'il a faits sur l'équilibre des liqueurs. Mais si ces excellens hommes ont eu assez d'esprit, pour inventer une nouvelle science, ils n'ont pas eu assez de bonheur pour luy donner la derniére perfection; car, il faut l'avoüer, il manque bien des choses à cette science, telle qu'ils nous l'ont donnée, pour faire une Méchanique compléte; elle ne traite pas toutes les matiéres; elle ne prouve que par l'expérience beaucoup de choses, qui se doivent prouver par les principes de la Nature; elle est dissipée en plu-

sieurs

sieurs traitez, qui n'ont point de liaison ensemble; elle a même des défauts, & on y remarque des erreurs, qui sont à la verité bien pardonnables dans une matiére si délicate, mais qui aprés tout ne laissent pas de donner quelque inquiétude à ceux qui demandent la derniére exactitude dans les raisonnemens physiques.

On a vû ensuite de trés-grands hommes, qui ont heureusement travaillé à cultiver & à perfectionner cette science. Les expériences continuelles que l'on a faites en divers endroits de l'Europe; les traitez qu'on a publiez des loix du Mouvement, de la résistance des corps, de la force des percussions, de l'équilibre des liqueurs, de la dureté, de la pesanteur, & beaucoup d'autres, sont assûrément des ouvra-

ges dignes de la ſubtilité de leurs Auteurs, & de la politeſſe du ſiécle; mais aprés tout, on ne peut pas dire que ce ſoit-là une Méchanique. Ce ſont de belles parties, mais elles ne font pas un corps, puiſque ce ſont des productions de divers Auteurs, qui ont eu diverſes vûës, qui n'ont point concerté enſemble, pour concourir à un même deſſein, & qui même ont raiſonné ſur des principes differents.

J'avois toûjours eſperé que ce grand Ouvrage de M. Wallis, que nous attendions depuis ſi longtemps, comprendroit tout ce qu'on peut ſouhaiter ſur ce ſujet; & je n'en doutois preſque plus, quand je vis trois grands Tomes in 4°. ſous le titre de Méchanique *&* de Science du Mouvement. *Mais j'ay trouvé que cét Ouvrage, excellent en ſoy & admirable, eſt plus propre à contenter*

tenter ceux qui sont déja consommez dans cette science, qu'à instruire ceux qui veulent l'apprendre. Car outre qu'il s'en faut bien qu'il ne comprenne tout, il est écrit d'une maniére si sçavante & si géometrique, qu'il y a fort peu de personnes capables de le comprendre.

Je me suis donc résolu de faire tout un corps de Méchánique, suivant la belle idée que nous en a donné Pappus, où je pusse ramasser tout ce que divers Auteurs ont trouvé sur ce sujet, avec ce que je pourrois découvrir moy-même, si j'avois le bonheur d'inventer rien de nouveau.

Je divise tout cét Ouvrage en six discours, dont le prémier est celui qui a déja paru, qui traite du Mouvement en genéral, de la maniére dont il est produit, comment il se peut conserver & se com-

communiquer; des loix de la percussion, des régles de la réfléxion, & de plusieurs propriétez semblables du Mouvement consideré dans un état libre de tout autre empêchement.

Le second discours, est celuy-cy, qui traite de ces sortes de mouvemens qui se font avec quelque violence, en surmontant la résistance qui se rencontre d'ailleurs. Outre la démonstration de toutes les machines mouvantes, dont la force se réduit à celle de la balance, on y fait quelque réfléxion sur l'impossibilité du mouvement perpetuel: on y traite des corps suspendus, attachez par un ou par deux bouts, de la maniére dont ils se rompent, de la figure qu'ils prennent en se courbant; & en particulier, on montre des cas où les cordes tenduës seroient Paraboliques, Hyperboliques, Elipti-

liptiques, ou Circulaires, On examine la force des Tours & des Pyramides, on fait voir l'endroit où elles sont le plus foibles; on détermine les figures qu'il faudroit leur donner pour les rendre les plus parfaites, & afin qu'elles résistassent également partout à la violence des vents; on donne des régles générales de la résistance des corps; on indique le moyen d'appliquer ces régles générales aux cas particuliers, qui concernent l'Architecture & les autres effets de la Nature & de l'Art; & prenant un exemple du mouvement d'un Vaisseau; l'on fait remarquer l'usage que l'on peut faire des régles de Mechanique. Il y a dans ce discours quelques propositions, qui donneront peut être un peu de peine à ceux qui ne sont pas accoûtumez aux démonstrations géomé-

géométriques, mais ils peuvent les passer, elles ne sont pas absolument nécessaires. J'ay voulu néanmoins les mettre, parce qu'elles sont trés-utiles, & que dans la suite de cette Méchanique, elles serviront beaucoup pour déterminer bien des choses, qu'on ne sçauroit résoudre sans cela.

Le troisiéme discours, est du mouvement des corps pesans; ou, sans rien supposer de nouveau, l'on démontre toutes les propriétez de ce mouvement, soit que les corps descendent par leur propre poids, ou qu'ils se meuvent étant poussez avec violence. On y voit raison de cette augmentaiton ou diminution merveilleuse de vîtesse des corps, qui passent en montant & en descendant par tous les degrez imaginables de lenteur. Galilée n'a montré ces

ces proprietez, qu'en supposant une définition qu'on luy a contestée. Baliani a voulu donner une autre progression au mouvement de ces corps. Ces deux Auteurs ont eu leurs partisans, & l'on a vû grossir les volumes des contestations qui ont duré si long-temps entre M. Gassendi & le P. le Cazre, jusqu'à ce que l'affaire sembloit avoir été terminée par trois grands Geométres; M. Huygens, & le P. de Billy ayant demontré que la progression de Baliani étoit impossible; & M. Fermat ayant fait voir qu'il ne faudroit pas moins d'une éternité toute entiére à un corps, qui descendroit, avec cette proportion de vîtesse de la hauteur d'un pied. Tous les sçavans s'étoient rendus à des démonstrations si réguliéres; mais le P. Lalouvére, illustre par les grandes

des découvertes qu'il a faites dans la Géométrie, est survenu, & a fait voir que nonobstant toutes ces démonstrations, la progression de Baliani étoit trés-possible & trés-naturelle; & la maniére dont il l'a défenduë, a paru si belle, que M. Fermat luy-même n'a jamais pû y trouver rien à redier. On trouvera tout cela expliqué dans ce discours; & on y verra que cette premiére pesanteur, ou ce degré déterminé de vîtesse sur quoy est fondée la démonstration du P. Lalouvère, ne peut subsister. On explique aussi une progression toute semblable, qui se trouve dans le mouvement du bras, où du pied, ou des instrumens que l'on tient quand on frappe. On fait voir encore une autre sorte de progression, qui se rencontre dans les boulets d'un canon, ou dans les fléches qu'on pousse avec une

 arc-

arc-balete ; on examine le mouvement sur des surfaces inclinées, & c'est-là que l'on démontre cette proposition si estimée, que je sçay que M. Huygens a démontrée aussi, touchant le mouvement qui se feroit sur une Cycloïde.

Le quatrième discours, est du mouvement des corps liquides; où l'on démontre, sans rien supposer, tout ce que nous voyons arriver dans la vîtesse des liqueurs, dans la force de leur pression, dans la direction & dans la figure qu'elles prennent dans leurs saillies, dans leur écoulement, dans leur équilibre. Sous le nom de corps liquides, on comprend ici l'air, & tous les corps qui ne sont pas durs; de sorte que dans ce Traité on trouvera tout ce qui concerne cette science qu'on appelle la Pneumatique, *la force des ressorts, la rarefaction & la condensation, la vio-*

violence épouvantable de la poudre embrasée; enfin on y verra toutes ces nouvelles expériences du vuide, & la raison de tous ces effets surprenans que l'on y remarque.

Le cinquiéme discours, est du mouvement de Vibration, c'est-à dire, de tous les corps qui font un mouvement réciproque allant & venant, comme font les pendules, les cordes tenduës, les ressorts, & plusieurs autres corps. L'on y décrit une pendule, dont toutes les vibrations sont d'une égale durée; l'on démontre aussi que toutes les vibrations d'une corde tenduë durent également; que les vibrations de deux cordes d'égale grosseur, & également tenduës, sont en raison réciproque des longueurs des cordes, au lieu que dans les pendules elles sont seulement en raison sous-doublée; que dans *les cordes égales, les vibrations sont en raison sous-doublée des forces ou des poids qui les tendent; que les vibrations sont encore en raison sous-doublée des grosseurs des cordes d'égale longueur, & également tenduës. Desorte que l'on démontre par les causes tout ce que l'expérience nous fait remarquer dans les sons & dans l'harmonie des cordes tendues.*

Le sixiéme discours, est du mouvement d'Ondulation, *sur l'exemple de ces cercles qui se font dans la surface de l'eau quand on y jette une pierre. On considere quelques semblables cercles qui peuvent se former dane l'air, & même dans quelques autres substances plus subtiles, que de trés-manifestes expériences nous convainquent être repanduës partout. Et c'est ce mouvement que nous appellons* Mou-

Mouvement d'Ondulation, *qui servant de jeu & de divertissement aux enfans, peut servir de sujet d'une très-profonde méditation aux plus habiles Philosophes.* On *examine donc comment ces cercles se peuvent former, comment en suite leur mouvement se communique, quelles sont les lignes de leur direction, avec quelle force ils pourroient agir prés ou loin, comment ils se réfléchiroient, & comment ils se romproient; & puis supposant avec tous les Philosophes, qui le son a pour véhicule cette sorte de mouvement dans l'air, on explique tout ce qui concerne les sons; & faisant une conjecture sur la propagation de la lumiére, on examine si l'on ne pourroit pas aussi supposer, que la lumiére eût pour véhicule quelque semblable mouvement dans un air plus subtil;*

& l'on fait voir qu'en effet dans cette hypothése on expliqueroit d'une maniére trés-naturelle toutes les proprietez de la lumiére & des couleurs, qu'on a bien de la peine à expliquer sans cela; & j'espere qu'on aura quelque satisfaction de voir la maniére dont on y demontre la mesure des réfractions.

Voila le dessein de cét ouvrage, dans lequel, outre un grand nombre de propositions géométriques, dont la nouveauté agréera peut-être aux sçavans, on y verra quantité de pratiques curieuses & utiles dans les Arts, & plusieurs démonstrations, qui donneront ouverture pour la décision des plus belles questions de Physique. Pour l'Art, on y a mis les plus importans avis qui concernent la conduite des Eaux; on y décrit des moulins à vent propres à lever les eaux, qui vont

jour

jour & nuit à tous vents, sans qu'il soit besoin d'y toucher. On y donne la proportion de la quantité de la poudre qu'il faut dans les mines & dans les canons; on y prescrit les régles qu'il faut observer, pour jetter sûrement les bombes; on y détermine la longueur qu'il faut donner aux canons pour les faire porter le plus loin qu'il se peut; on y décrit quelques machines nouvelles propres à divertir; on y fait même le mouvement perpétuel. Mais pour la Physique, on y donne le moyen d'expliquer par les loix de la Méchanique le Systéme de Tycho, ce que la pluspart des Mathematiciens, avoient crû impossible. On y démontre l'impossibilité du mouvement des Atomes d'Epicure. L'on y fait voir aussi que le mouvement des Cieux ne peut provenir de leur forme, c'est-à dire, que ce *mouvement ne peut procéder d'un principe interne & naturel, en la maniére que nous disons que les corps pesans ou legers se meuvent en bas ou en haut par un principe interne & naturel. On donne une maniére méchanique d'expliquer la dureté des corps, & la résistance qu'ils font à se rompre; ce qui n'est pas une si petite affaire que l'on pourroit bien s'imaginer. Le flux & reflux de la Mer, l'origine des fontaines, & plusieurs choses semblables, y sont encore réduites aux loix de la Mechanique*

J'ay bien voulu mettre ici le détail de tout mon dessein, afin de pouvoir profiter des avis des personnes intelligentes, qui ne sçauroient m'obliger plus sensiblement, que de m'avertir de ce qu'ils jugeroient à propos de changer ou d'ajoûter à ce que je viens de proposer.

LA

LA STATIQUE OU LA SCIENCE DES FORCES MOUVANTES.

IL arrive souvent que les corps ont une telle liaison entr'eux, que les uns ne peuvent se mouvoir sans les autres ; & quelquefois même, les uns faisant effort de se mouvoir à contre sens des autres, ils s'empêchent mutuellement, si leurs forces sont égales ; & si elles ne le sont point, le plus fort l'emporte. & obli- 1. Les forces contraires dans les poids.

oblige le plus foible à se mouvoir contre sa propre inclination. Ainsi nous voions que dans une balance, un poids ne peut descendre sans que l'autre ne se hausse; & chacun faisant effort d'aller en bas à cause de sa pesanteur, tous-deux demeurent en équilibre lors qu'ils sont égaux: mais s'ils ne le sont point, le plus grand l'emporte, & contraint le plus petit de monter contre la nature & l'inclination des corps pesans.

ij. *Et dans d'autres corps,* Si au lieu de mettre deux poids égaux dans les deux plats de la balance, on n'en mettoit qu'un d'un côté, & que de l'autre un homme prît le plat avec la main, & le tirât en bas, il pourroit se faire que cét homme temperât en telle sorte la force dont il tire, qu'il soûtiendroit le poids opposé, sans l'obliger de monter davantage, & sans lui permettre aussi de descendre; en ce cas nous concevons que la force de cette main seroit égale à celle du poids. Et si maintenant au lieu de ce même poids, on supposoit qu'une autre main tirât de son côté, avec autant de force que faisoit le poids; alors nous concevons une espece d'équilibre entre ces deux mains, qui tirant à forces égales chacune de

son

son côté, ne peuvent se surmonter l'une l'autre, & par consequent demeurent toutes-deux immobiles.

C'est donc de ces forces necessaires pour mouvoir les corps, nonobstant la résistance des forces contraires, qui agissent de leur côté pour empêcher ce mouvement; c'est, dis-je, de ces forces que nous devons traiter maintenant, & c'est cette Science que nous appellons la *Statique*, qui ne convient pas seulement à la force qui se rencontre dans les corps pesans, mais aussi à tout autre effort imaginable qui peut se trouver dans les corps. Il est vray que comme il n'y a point de force qui ne puisse en quelque façon s'exprimer par la force des poids, on se sert ordinairement de l'exemple des corps pesans, pour faire entendre ce qui convient généralement à toutes sortes de forces tractives ou mouvantes. Et c'est ainsi que nous allons expliquer les loix de la Statique, en sorte que sous les mots de poids, d'équilibre, & de tout ce qui a rapport à la pesanteur des corps, nous pouvons entendre généralement les corps qui ont la force de mouvoir, qui s'empêchent, ou qui se surmontent les uns les autres.

III. *Sont le sujet de la Statique.*

IV. *Centre de gravité.* Le *centre de gravité* ou de pesanteur d'un corps, est le point, d'où ce corps étant suspendu demeureroit en équilibre. Si l'on attache un filet au bout d'un long bâton, & qu'on le suspende, il est bien manifeste que le bâton panchera; mais si l'on attache le filet au milieu du bâton, on pourra si bien rencontrer, que le bâton étant suspendu, ne panchera plus ni d'un côté ni d'un autre, & y ayant une égale pesanteur dans les deux moitiez du bâton, il demeurera en équilibre. Et ce milieu de pesanteur, d'où le bâton supendu demeure ainsi en équilibre, est le centre de gravité du bâton.

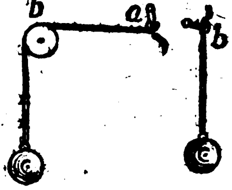
V. *Où il est dans un corps régulier.* Si le bâton étoit tout uniforme, & parfaitement tourné en cylindre, aussi gros par un bout que par l'autre; & que de plus il fût d'une matiére qui fût par tout également pesante, alors le centre de gravité seroit le même que celuy de la figure du bâton; s'est à-dire, qu'en prenant le point du milieu de tout le bâton, on auroit aussi en ce même point le centre de gravité; puis qu'il est bien visible, que si on le suspendoit de ce point, il demeureroit en équilibre, y ayant une égale pesanteur de part & d'autre, appliquée de même maniére, comme il y auroit

roit une égale quantité de matiére.

Mais si le bâton étoit composé de diverses matiéres, qui ne fussent pas également pesantes; par exemple, si une moitié étoit d'ébéne, qui est un bois fort pesant, & l'autre de sapin, qui est plus léger; alors le centre de gravité ne seroit pas au milieu du bâton, puisque la moitié qui est d'ébéne étant plus pesante, l'emporteroit pardessus celle de sapin, qui est plus légére; ainsi pour trouver le centre de gravité, il faudroit avancer dans la moitié d'ébéne. vi. *Et dans un irrégulier.*

Les corps qui sont composez de matiéres ainsi diverses en pesanteur s'appellent *hétérogénes*, & ceux qui ne contiennent qu'une matiére uniforme, & par-tout également pesante, s'appellent *homogénes*. vij. *Corps homogénes, & hétérogénes.*

La *ligne de direction* est la ligne par laquelle se fait la traction. Comme lorsque un poids *c*, étant suspendu par un filet *c b*, tire par sa pesanteur le clou *b* auquel le filet est attaché; la ligne de direction sera celle qu'on peut imaginer, passant par le clou, & allant droit en bas, telle qu'est le filet même *b c*; parce qu'en effet le poids tire pour lors droit en bas selon cette ligne. Mais si le filet passant sur une viij. *Ligne de direction.*



poulie b, va prendre à un clou a qui seroit à côté ; alors la ligne de direction, à l'égard du clou a, sera la ligne ab qui ira de côté, & non pas en bas ; parce qu'en effet le clou est tiré de côté, & non pas en bas.

IX. *Centre des graves.*

Comme l'on remarque que les corps pesans tombent toûjours en droite ligne vers le centre de la Terre, lors qu'on les laisse tomber librement ; on dit aussi que dans le centre de la Terre est le *centre des graves*, c'est-à-dire, le point où tendent tous les corps pesans. De-sorte qu'il faut bien distinguer le *centre de gravité*, d'avec le *centre des graves*, ou des corps pesans.

X. *Les lignes de direction.*

Comme les lignes de direction de plusieurs corps suspendus vont droit vers le centre des graves, c'est-à-dire, vers le milieu de la Terre ; toutes ces lignes

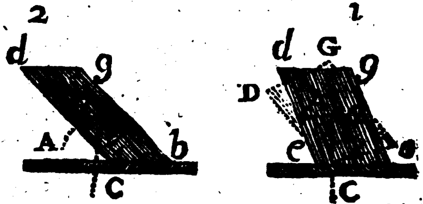
lignes se coupent en ce point, & par consequent ne sont point paralléles entr'elles, en parlant à la rigueur ; & c'est un paradoxe trés-veritable, que les deux murailles opposées dans une salle sont plus épaisses & plus écartées l'une de l'autre au haut qu'au bas, si elles sont tout unies, & faites exactement à la régle & au plomb : cela est vray dans la rigueur mathématique ; mais cette difference est trop petite, pour pouvoir être remarquée par les sens : De sorte qu'ayant égard à ce qui est sensible, nous pouvons dire que ces murailles sont paralléles, & d'une égale épaisseur par-tout. Et c'est ainsi que l'on peut supposer aussi, que toutes les lignes de direction des corps que nous voyons suspendus auprés de nous, sont paralléles entr'elles. *des corps suspendus sont censées paralléles.*

C'est une maxime générale, que les corps pesans descendent toûjours autant qu'ils peuvent ; c'est-à-dire, qu'ils vont toûjours au lieu le plus bas, où ils peuvent aller, lors qu'ils ne sont point arrêtez par quelque autre corps qui s'oppose à leur descente. Ainsi mettant une boule sur le haut d'un toit, elle roulera en bas, parce qu'elle le peut, ne trouvant aucun obstacle qui l'arrête ; car sa pesanteur la portant *XI. Les corps descendent toûjours quand ils peuvent.*

toutoûjours en bas, il faut qu'elle y aille en cette rencontre.

xij. *Même sur un panchant.* Il en faut dire de même d'un corps plat & bien uni, qui seroit posé aussi sur un toit, ou sur un autre panchant; car ce corps plat ne trouvant rien qui l'arrête, & l'uniformité des surfaces ne l'empêchant nullement de glisser, il faut qu'il glisse jusqu'au bas.

xiij. *Un corps demeure, lors qu'il ne peut se remuer sans que son centre de gravité ne monte.* Quand on dit qu'un corps descend lors qu'il peut aller plus bas, il faut entendre cela à l'égard de son centre de gravité; car c'est ce centre qui régle tout, puisque c'est en ce point proprement que se fait le principal effort de descendre. De-sorte, qu'afin que le corps se meuve, il faut que le corps centre de gravité puisse descendre, autrement il ne bougera point. Ainsi le corps *g b e d* de la premiére figure étant posé sur une table, nous pourrions



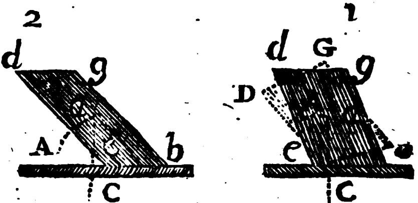
bien

bien imaginer qu'il panchât vers D pour tomber; mais parce que cela ne se peut, sans que son centre de gravité qui est en a ne se hausse vers A, le corps doit demeurer dans cette situation sans branler.

D'où l'on voit, qu'afin qu'un corps demeure ferme sur une table, ou sur quelque autre appuy que ce soit, il faut que son centre de gravité ne puisse descendre; & pout cela il suffit, lors que le corps qui soûtient n'est point incliné, que sa ligne de direction (c'est-à dire, la ligne qui passe de son centre de gravité vers le centre des graves) tombe en quelque part dans la base même du corps. Et au contraire, si cette ligne tombe hors le pied, ou la base du corps; ce corps trébuchera infailliblement. Ainsi le corps a doit tomber dans la deuxiéme figure, parce que son centre de gravité étant en a, & sa ligne de direction a c tombant hors le pied e b, tout le corps a peut se pancher vers A, en sorte qu'insistant toûjours sur le coin e, son centre a se mouvra vers A, décrivant une partie de cercle, dont le centre seroit e; & comme l'on voit aisément que le centre de gravité a seroit bien plus bas en A, sans qu'il soit

XIV. Et lors que sa ligne de direction passe par sa base.

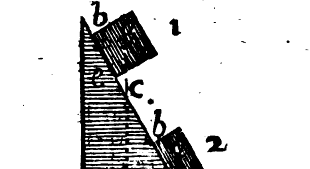
besoin



besoin de le démontrer; il faut dire aussi que tout le corps trébuchera. Mais dans la prémiére figure il demeurera, parce que la ligne de direction *a c* tombant au dedans du pied de ce corps *b e*, ce même corps ne sçauroit pancher ni d'un côté ni d'un autre, par exemple vers *D*, sans que son centre *a* ne montât vers *A*.

XV. *Quels corps*

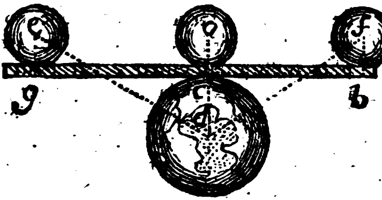
L'on voit encore que si la table qui soûtient les corps est inclinée, ces



corps

corps doivent quelque fois rouler en descendant, & quelque-fois glisser. Car si la ligne de direction *a c* tombe hors le pied *e b*, (dans la prémiére figure) le corps roulera; mais si elle tombe au dedans du pied, comme dans la 2. figure, le corps glissera; ce qui est assez manifeste. *glissent, & quels roulent sur un panchant.*

XVI. *Un globe sur un plan.* Par cette raison un globe étant posé sur quelque plan que ce soit, doit perpétuellement rouler, jusqu'à ce qu'il soit arrivé à un certain point, auquel seul il peut demeurer en repos.



Car imaginant le plan *b g* sur la Terre *d*, & tirant du centre des graves *d* une perpendiculaire *d c a* vers le plan *b g*; nous verrons qu'un globe pourra bien s'arrêter là, parce que sa ligne de direction *a c d* passera par le point *c*, sur lequel s'appuye le globe. Mais en quelque autre part que l'on se figure le globe, comme en *e* ou en *f*, il pourra ra descendre, & rouler vers *a*, parce qu'alors sa ligne de direction *ed* ou *fd* passera hors le point d'appuy *g* ou *b*. Ainsi l'on voit la verité de ces paradoxes, qu'on ne sçauroit marcher sur un plan, sans monter ou sans descendre; qu'un homme allant toûjours vers un même endroit dans une allée toute platte, descendra quelque fois, & quelquefois montera; qu'il pourra aller si avant dans cette allée, qu'il lui faudroit enfin grimper, & qu'il ne pourroit plus se tenir.

xvij. *Un corps se soûtient d'autant plus fermement, que sa base est large.*

L'on voit encore que plus le pied des corps sera large, plus aussi les corps seront-ils fermes, & se soûtiendront plus inébranlablement; car pour les faire tomber, il faut les remuer, en sorte que leur ligne de direction vienne à sortir hors de leur pied, & alors ils tomberont de leur propre poids. Mais il est bien manifeste qu'il y aura bien plus de peine à tirer cette ligne hors le pied, quand ce pied sera fort large, que quand il sera fort étroit.

xviij. *Une aiguille ne peut se soûtenir sur sa pointe.*

Ainsi quoy-que parlant à la rigueur, une aiguille puisse se soûtenir toute droite, étant posée sur sa pointe sur une table de marbre, il n'est pas néanmoins possible qu'elle y demeure, parce que n'étant appuyée que sur

sa

sa pointe, qui est presque indivisible, le moindre effort du monde est suffisant pour l'ébranler, & pour faire sortir sa ligne de direction hors de ce pied, qui est si petit, quand elle y seroit une fois.

Et comme l'air est dans une perpétuelle agitation, cette agitation sera plus que suffisante pour commencer à mouvoir l'aiguille, & la déterminer à tomber. xix. *A cause de la perpétuelle agitation de l'air.*

Il ne faut donc pas s'étonner, si quelques tours subsistent depuis plusieurs siécles, quoy-qu'elles panchent tout d'un côté, & qu'elles semblent menacer ruïne ; parce que ces tours peuvent avoir été basties avec cét artifice ; ou bien même cela peut être survenu par quelque accident imprévû, que le centre de tout le fais de ces grandes masses s'appuye directement sur leur pied. De même, il ne faut pas s'étonner, si cét Obelisque prodigieux de Rome se soûtient inébranlablement sur son piedestal, sans y être autrement cimenté que par son propre poids : car quoyque son pied soit fort étroit en comparaison de sa hauteur, cette masse néanmoins est si lourde, & d'un poids si énorme, qu'il n'y a violence de vent assez forte pour l'ébran- xx. *Quelques grands corps se soûtiennent, quoy que panchez ou sur une base étroite.*

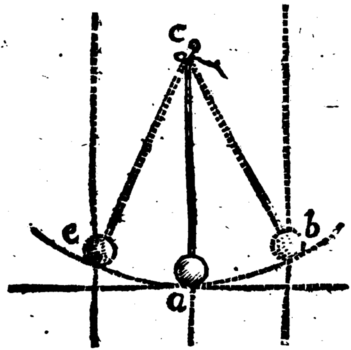
branler suffisamment, & pour faire sortir sa ligne de direction hors de sa base.

XXI. *Loix de Méchanique observées par les animaux & par les Peintres.*

Cette loy méchanique que je viens d'expliquer, s'observe exactement dans tous les effets de la Nature; mais il y a quelque chose d'admirable dans la maniére dont tous les animaux en usent, pour se soûtenir, & s'empêcher de tomber, de quoy nous parlerons en un autre endroit. Cependant, il faut remarquer généralement, que tout animal, en quelque posture qu'il soit, est tellement disposé, que sa ligne de direction passe entre ses pieds ou les mains qui le soûtiennent; & si les Peintres & les Sculpteurs n'ont égard à cette régle, ils se rendent ridicules, & donnent aux animaux des postures qu'ils ne sçauroient avoir.

XXII. *Les corps suspendus demeurent en repos, quand l*

Les corps qui sont suspendus demeurent en repos, lors que leur ligne de direction passe par le point d'ou ils sont suspendus; & si on les tire de là, ils y reviennent d'eux-mêmes par leur propre poids. Par exemple, si le corps *a* est suspendu au clou *c*, sa ligne de direction étant *c a*, il demeurera là; mais si on le tire vers *e*, ou vers *b*, il pourra descendre vers *a*; puis qu'il est bien visible que dans l'arc *e a b*, dans lequel



lequel se mouvroit le corps suspendu, le point le plus bas est *a*, & pat consequent le corps descendra vers ce point.

Nous devons faire réflexion qu'un corps ne change point en soy de pesanteur, pour changer de figure, ou de situation. Ainsi une masse de plomb qui pése une livre lors qu'elle est ronde, pésera encore une livre lors qu'elle sera quarrée, soit qu'elle regarde le Midi où l'Orient. Et si l on posoit cette masse de plomb dans le plat d'une balance, on trouveroit toûjours le même poids. Et de même, l'effort qu'elle feroit étant suspenduë librement

xxiiij. *Un corps ne change point de pesanteur, pour changer de situation ou de figure.*

ment à un clou par un filet, seroit toujours le même, quelque figure & quelque situation qu'elle puisse avoir.

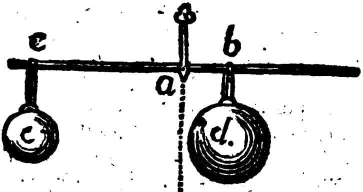
XXIV. *Un corps suspendu par un filet ou par une verge roide, tire également.*

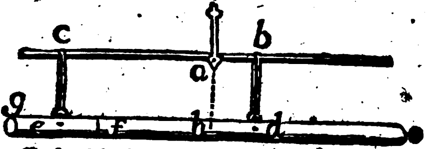
Aprés avoir imaginé un poids suspendu à un clou par un filet, & en repos, nous devons aussi concevoir, que si ce filet venoit à se roidir, & à faire comme un même corps inflexible avec le poids, l'effort qui est fait à tirer le clou ne se changeroit nullement pour cela; puis qu'il est bien visible que la roideur ou la fléxibilité du filet ne fait rien en cecy.

Voicy maintenant la plus importante proposition de la Statique.

XXV. *Proposition fondamentale de la Statique.*

Deux poids suspendus des deux côtez d'une balance demeurent en équilibre, lors que les longueurs des bras de la balance d'oû les poids sont suspendus, sont en raison réciproque des poids. Je m'explique. Imaginons un bâton *b e* (fig. 1. pag. suiv.) qui ait une anse ou un filet au milieu *a*, duquel on puisse le tenir & le suspendre comme une balance; soient de plus les deux poids *d* & *e* suspendus par les points *b* & *c*, en sorte que le poids *d* au poids *e* soit réciproquement comme la longueur *a c* à la longueur *a b*; c'est-à-dire, que si le poids *d* est double du poids *e*, la longueur *a e* soit aussi



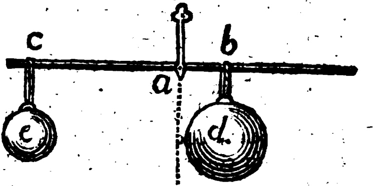


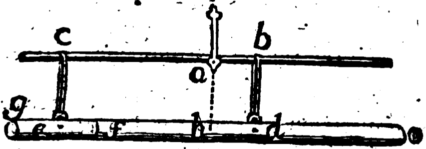
aussi double de la longueur *a b*; ou bien si le poids *d* est triple du poids *e*, la longueur *a c* soit aussi triple de la longueur *a b*; ou bien enfin que quelque raison qu'ait le poids *d* à l'égard de *e*, la longueur *a c* ait aussi la même raison à l'égard de la longueur *a b*; je dis que les deux poids *d* & *e* seront en équilibre. XXVI. *Démonstration.*

Pour démontrer cette proposition, nous pouvons imaginer que les poids *d* & *e* changent de figure, & qu'ils sont tous-deux rallongez, en telle sorte que tout le poids *d* soit étendu dans la figure *o f* (fig 2.) deux fois aussi longue que *a c*, afin que demeurant toûjours suspendu par *b*: sa moitié *d f* ſoit égale à *ac*. De même, le poids *e* ſoit rallongé dans la figure *gf* deux fois auſſi longue que *ab*, afin que demeurant toûjours ſuſpendu par le même point *r*, ſa moitié *ef* ſoit égale à *ab*. Ainſi ces deux poids rallongez de la ſorte ſe toucheront dans *f*, puiſque leurs moitiez *ef* & *df* ſont enſemble égales aux deux bras de la balance *ab*, *ac*: c'eſt-à-dire, à toute la longueur *bc*, ou bien à *de*, qui eſt égale à *bc*; parce que je ſuppoſe ici que *de* eſt paralléle à *bc*; & que d'ailleurs les lignes *bd* & *ce* ſont cenſées auſſi paralléles (10.)

xxviij. *Démonſtration.* D'ailleurs, comme nous pouvons ſuppoſer que ces deux poids ſont d'une matiére homogéne & également peſante, il faut qu'étant ainſi rallongez, ils ſe trouvent de même groſſeur, & qu'ils faſſent tous deux enſemble un priſme, ou comme un bâton tout uniforme. Car puiſque tout le poids *ef* eſt à tout le poids *fg*, comme *ac* à *ab*, par l'hypothéſe, ou comme la longueur *ef* (double d'*ac*) à la longueur *fg* (double d'*ab*:) il faut que ſuivant les régles de la Géométrie des ſolides, l'épaiſſeur de ces deux priſmes ſoit égale; parce que c'eſt une régle générale, que les priſmes de même épaiſſeur ſont entr'eux comme

leurs





leurs longueurs ; & de même, que les prismes qui sont entr'eux comme leurs longueurs sont de même épaisseur. Ainsi donc les deux prismes *o f* & *f g* étant entr'eux comme leurs longueurs *o f*, *f g* ; il faut qu'ils soient de même épaisseur, & qu'ainsi ils fassent un prisme total, ou comme un baton uniforme.

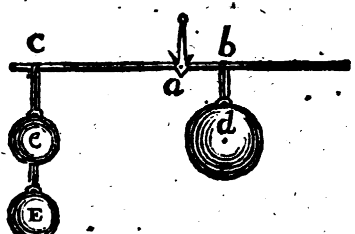
xxviij. *Démonstration*

Maintenant en considerant ce prisme total comme un poids unique & continu, nous trouverons que son centre de gravité devra être en *h*, que je suppose le point du milieu de tout le corps *o g*. (*5*.) Or ce point *h* est perpendiculairement au dessous du point *a* ; parce que toute la longueur *o g* étant double de *b c*, sa moitié *o b* sera égale à la même *b c*: & d'ailleurs *o d* étant égale à *a c*, il faut aussi que *d b* soit égale à *a b*; ainsi *d* tombant sous *b*, *b* tombera aussi sous *a*.

xxix. *Démonstration.* Imaginant donc que tous les filets se roidissent, & considerant *o d b c e g* comme un corps unique & infléxible, en sorte néanmoins que toute la balance *b c* & les filets roidis soient considerez comme s'ils n'avoient aucune pesanteur; nous verrons que tout ce corps suspendu par l'anse *a* doit demeurer en repos, puisque sa ligne de direction *a b* passe par son centre de gravité *b*, & par le point de suspension *a*. (22.) Donc aussi les filets se ramolissant, & devenant fléxibles, le tout demeurera en repos comme auparavant; (24.) comme encore si nous concevons que le corps est divisé en *f*, puis qu'aussi bien le poids *f g* demeurera en la même situation, étant suspendu par son milieu & par son centre de gravité *e*, comme feroit aussi le corps *o f*, qui est toûjours suspendu par son centre de gravité *d*. Donc enfin imaginant que ces poids *o f*, *f g*, sont raccourcis & remis dans la premiére figure qu'ils avoient d'abord (dans la 1 fig.) ils demeureront aussi en repos, puisque chacun étant toûjours ſuſpendu du même point de la balance *b* ou *c*, tire de ſon coté de même maniére en quelque figure qu'il ſoit mis ; (23.) & par conſequent ces deux corps demeurant ainſi en repos, ils ſont en équilibre ; ce qu'il falloit démontrer.

Ceux qui ont quelque connoiſſance de ce que diſent ſur ce ſujet les Interprétes ou les Commentateurs d'Archiméde, pourront remarquer que dans la démonſtration que je viens de faire on évite toutes les difficultez auſquelles eſt ſujette la démonſtration ordinaire. XXX. *Remarque ſur la démonſtration d'Archiméde.*

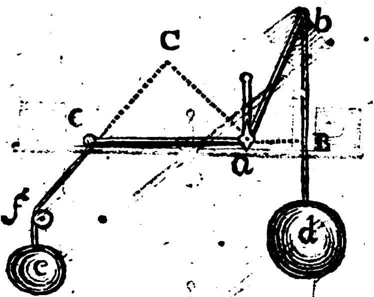
On peut faire là-deſſus pluſieurs réfléxions importantes. Comme qu'il n'importe de rien que les poids ſoient XXXI. *La longueur*



des filets d'où pendent les poids ne fait rien. ſuſpendus par des filets plus longs ou plus courts ; car il eſt bien manifeſte, que ſi le poids *e* ſuſpendu par le filet *c e* eſt en équilibre contre le poids *d* ; il le ſera auſſi étant ſuſpendu par le filet *c E*. Car quoy qu'il y ait quelque ſujet de douter ſi les corps péſent plus, lors qu'ils ſont plus proche de la Terre ; néanmoins, outre que cette difference qui ſe pourroit trouver dans ces petits filets eſt inſenſible, nous ſuppoſons que le même poids (& non pas ſeulement le même corps) qui étoit appliqué en *e* eſt maintenant appliqué en *E* ; & en ce cas, il eſt manifeſte qu'il tirera avec le même effort le point *c*.

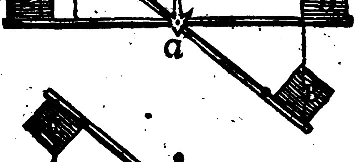
XXXij. *Comment ſe prend la longueur des bras de la balance.* De plus, on peut remarquer que le bras de la balance, d'où le poids eſt cenſé ſuſpendu, ſe doit prendre en une ligne perpendiculaire à la ligne de direction. Par exemple, ſi le bras de de la balance *b a* eſt recoudé, il faut imaginer la ligne horizontale *a B*, qui va rencontrer perpendiculairement la ligne de direction *b d* en *B*, & alors le poids *d* ſera cenſé ſuſpendu du point *B*, & le bras ſera ſeulement *B a*. De même, ſi le poids *e* tire un peu de côté par le moien d'une poulie *f*, continuant la ligne *f c* C, & tirant

a C



a C perpendiculaire, le bras de la balance sera censé *a* C, & non *a c*. De-sorte que la longueur du bras se doit prendre depuis le centre de la balance jusqu'à l'endroit où la perpendiculaire coupe la ligne de direction du poids. Par exemple, ici les longueurs des bras sont *a B* & *a* C, & non pas *a b* & *a c*; ainsi les poids *d* & *e* seront comme *a* C & *a B*.

On peut encore remarquer, que si les poids étant appuyez sur la balance, sont en équilibre; d'abord qu'on inclinera tant soit peu la balance d'un côté, le poids qui se trouvera de ce côté l'emportera, & fera entiérement trébucher la balance; parce que dans le biais de la balance, la ligne de di- xxxiij. *Cas où une balance se remet d'elle-même dans son équilibre.*



rection B tombera plus loin d'*a*, & la ligne C tombera plus prés du même *a*. Au contraire, si les poids sont attachez en dessous; quoy-qu'on fasse incliner un peu la balance, elle se remettra incontinent dans la situation horizontale; parce que dans le biais de sa balance, la ligne de direction *B* tombe plus prés d'*a*, & la ligne *C* tombe plus loin, ainsi C l'emporte.

XXXIV. *Balan-* Il est aisé aussi de voir qu'on peut faire

faire des balances trompeuses en plusieurs maniéres. Car si les bras de la balance sont d'inégale longueur, les deux plats faisant équilibre étant vuides, pourront encore demeurer en équilibre, en y mettant des poids inégaux. Ainsi mettant une pistole légére dans le plat qui est suspendu au plus long bras, on croiroit qu'elle est de poids ; mais on évite cette tromperie, en échangeant la situation, & en transportant la pistole à l'autre plat où étoit auparavant le poids, & le poids à celuy où étoit la pistole. De même si les plats sont suspendus par des cordons, dont les bouts soient un peu plus bas que n'est le centre de la balance ; elle demeurera en apparence en équilibre, quoy-qu'il puisse y avoir plus de poids d'un coté que de l'autre.

ces trompeuses.

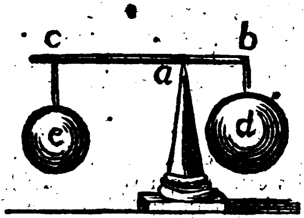
XXXV. *Loix de l'équilibre observées dans les animaux.*

Enfin on peut remarquer l'industrie merveilleuse de la Nature, & l'usage qu'elle fait des régles de l'équilibre : dans la composition du corps des animaux, dans leur consistance & dans leur mouvement ; car elle a tellement fait le corps des animaux, que les pieds étant comme le centre de la balance ; ou l'appuy du levier, il y a de tous cotéz un poids égal. Et c'est pour cela que toutes les parties qui sont doubles ;

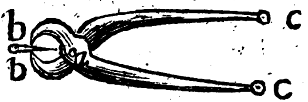
sont l'une d'une côté, l'autre de l'autre également éloignées du milieu, comme les bras, les oreilles, les yeux, les seins : & les parties qui sont simples, sont au milieu, comme le nez, la bouche, le menton : ou si elles ne sont pas au milieu, il y a quelqu'autre partie de l'autre côté qui les contrebalance, comme le foie & la rate, le cœur & les poulmons. De même, s'il y a par le devant des parties qui soient extraordinairement pesantes, il ne manque pas d'y avoir par le derriére d'autres parties qui font le contrepoids, & Galien a fait une belle remarque sur ce suiet. De plus, la Nature a fait les animaux en telle sorte, que dans toutes leurs postures, ils entretiennent leur équilibre, en distribuant toûjours également de part & d'autre tout le poids de leur corps. Ainsi ceux qui ont un gros ventre se panchent en arriére ; au contraire, ceux qui sont bossus, ou qui portent quelque fardeau sur le dos, se courbent en devant. Quand nous nous baissons pour ramasser quelque chose à terre, nous reculons un pied, ou du moins toutes les fesles ; car autrement nous tomberions, y ayant plus de poids sur le devant : d'où vient qu'on ne ne sçauroit rien amasser à terre une peu avant, lorsque l'on met les talons joignant contre une muraille. De même, quand nous trébuchons, & que nous panchons d'un côté sur le point de tomber, nous étendons incontinent le bras ou la jambe de l'autre côté, afin que ~~le bras ou la jambe~~ étant ainsi éloignée au delà des pieds ou de la ligne de direction, ils ayent plus de force pour contrebalancer le reste du corps. Cét équilibre paroît encore dans les oiseaux qui volent; car leurs ailes ~~servant d'appuy & de centre,~~ il y a toûjours un poids égal de part & d'autre. Ainsi les oiseaux qui ont un long col, ont aussi de longues jambes, qu'ils étendent en arriére en volant, comme les cigognes. Quand les oiseaux veulent s'élancer en haut, ils avancent les ailes pour les faire aller vers la tête, afin qu'y ayant plus de poids vers la queuë, la tête se hausse un peu, & soit dirigée en haut, où doit se faire le mouvement. Au contraire, quand ils veulent fondre en bas, ils retirent leurs ailes en arriére, afin que la tête panchant sur le devant, tout le mouvement se fasse en bas. Il y a mille réflexions semblables, que chacun peut faire aisément

& avec plaisir, pour peu d'attention qu'il y apporte.

XXXVI. *Levier ou Balance appuyée.* Le même effet de la balance paroîtroit encore, si au lieu de suspendre la

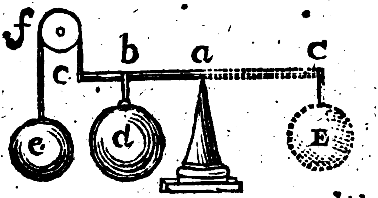


balance, elle étoit appuyée sur quelque pointe, sur laquelle elle pût librement se balancer. Et alors, on l'appelle plus proprement, *Levier*, que balance



Par là on peut rendre raison de la force des ciseaux, des pincettes, des tenailles, & de semblables machines. Car se sont autant de leviers, ou plûtôt dans chacun de ces instrumens il y a une partie de leviers; dont le centre est le clou *a* qui les lie ensemble; & comme les branches qu'on tient à la main, sçavoir *a c*, *a c*, sont plus longues que ne sont les serres *a b*, *a b*; aussi la force qu'on applique à ces branches *e c*, a un grand effet. xxxvij. Force des ciseaux, tenailles, pincettes.

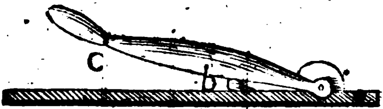
Le Levier peut avoir son appuy dans une extrémité. Par exemple, imaginons une barre *c a* appuyée par l'extrémité *a*; & à l'autre extrémité *c* soit une corde, qui passant par dessus une poulie *f* soit attachée au poids *e*, qui fera effort pour faire hausser le point *c* de la barre. Dans un autre point *b* de la même barre, soit suspendu les xxxviij. Levier appuyé à son extrémité. Figure suivante.



G 7

poids *d*, qui fera effort pour abaisser ce même point *b* de la barre. Voilà donc deux efforts contraires, Si ces deux efforts demeurent en équilibre sans se surmonter l'un l'autre, ils seront en raison réciproque de leurs distances; c'est-à dire, que comme la longueur *c a* est à la longueur *b a*, ainsi sera le poids *d* au poids *e*. Car imaginant que la barre est prolongée jusqu'en C, en sorte que *a* C soit égal à *a c*; & supposant que le poids *E*, égal au poids *e*, soit suspendu de C; ce poids *E* fera autant d'effort pour abaisser le point C, & par consequent pour hausser le point *c*, que le poids *e* en fait pour hausser ce même point *c*. Ainsi au lieu d'appliquer le poids *e* en *c*, on peut l'appliquer en C, où il demeurera en équilibre contre le poids *d*; & par consequent (25.) sera avec luy en raison réciproque des distances *a* C, *ab*.

XXXIX. *Force d'une sorte de couteau* Ainsi l'on voit la force de ces sortes de couteaux, qui sont attachez par un bout, comme l'on peut remarquer dans la figure suivant. Car la piéce étant appliquée en *b* proche du bout *a*; la force de la main en *c* aura d'autant plus d'effet, qu'elle sera plus éloignée d'*a* que ne l'est la piéce *b*. De même on voit qu'une porte serrera avec une grande

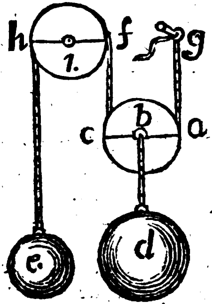


grande force, ce qui se trouvera proche des gonds ; & qui s'il y a deux hommes qui fassent effort, l'un pour ouvrir, l'autre pour fermer une porte, leur adresse consistera à s'appliquer le plus loin des gonds qu'il se pourra. De même on voit que nous avons plus de force à mordre entre les dents du fond des machoires, qu'avec celles de devant la bouche ; parce que les machoires se meuvent comme autour d'un centre, qui est vers le fond des machoires.

XI. *Des Poulies.*

Soit une corde attachée à un clou fixe *g*, passant pardessous une poulie *ac*, & puis repassant pardessus une autre poulie fixe *f h* ; & soient les deux poids *d* & *e* suspendus, l'un par le centre de la poulie *b*, & l'autre par le bout de la corde : ces deux poids font effort l'un contre l'autre ; & s'ils font en équilibre, le poids *d* sera double de *e*. Car il faut considerer la poulie *a c*, comme un levier appuyé sur l'extrémité *a* ; & en effet, au lieu de la poulie

Figure suivante.



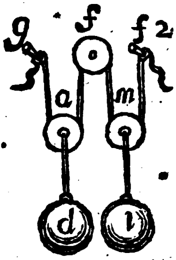
lie imaginons une barre *a c* attachée par l'extrémité *a* à la corde *g a*; en suite une autre corde à l'autre extrémité *c*, par où l'on tire en haut, ou immédiatement par une main, ou par le moyen d'une poulie *f b*, & d'un poids *e*. Que si maintenant on suspend le poids *d* du milieu de la barre, il est clair (38) que la force appliquée en *c* contrebalançant à la force appliquée en *b*, ne sera que la moitié de *d*. Or, il n'importe de rien que ce levier *a c* soit une barre étroite ou large, ronde ou quarrée, ce peut donc être une piéce toute ronde comme une poulie. Il n'importe de rien non plus que la corde soit attachée en *a*, ou qu'elle se re-

plie

plie par dessous, pour remonter par *c* vers *f*; ainsi cette poulie est un levier, dont l'appuy est au côté *a*. Pour ce qui est de la poulie *f*, elle n'augmente ni ne diminuë en rien la force; parce que nous supposons qu'elle est attachée par son centre *i*, autour duquel elle tourne. Ainsi c'est une balance qui a ses deux bras égaux *i f*, & *i h*; de sorte que la force appliquée en *h* par le poids *e* pour tier en bas le point *h*, aura le même effet que si elle étoit appliquée en *f* pour tirer en haut le point *f*.

Soit la corde attachée par un bout xli.

Equilibre des poulies.

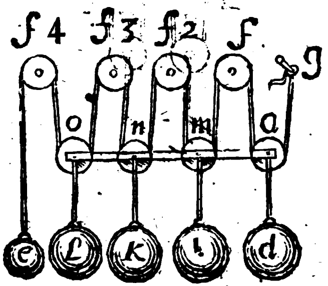


au clou *g*; & par l'autre au clou *f 2*. passant par les trois poulies *a*, *f*, *m*, dont *f* à sa cheville fixe; les autres deux sont soûtenuës par la corde.

Soient

Soient de plus les deux poids *d* & *i* égaux, pendus par les deux poulies *a* & *m*: je dis que ces deux poids seront en équilibre, & que le moindre effort suffira pour faire monter l'un, en tirant l'autre en bas; cela est assez manifeste. Et la même chose arriveroit, quand il y auroit un plus grand nombre de poulies *a*, *m*, *n*, *o*, &c. suspenduës par une même corde, qui iroit repasser par autant de poulies *f*, *f* 2, *f* 3, *f* 4, *&c.* lesquelles auroient leurs chevilles fixes; car alors tous les poids *d*, *i*, *k*, *l*, *&c.* étant égaux entr'eux, ils seroient en équilibre, & pourroient au moindre effort monter ou descendre.

Si à l'extrémité de sa corde on atta-



che

che le poids *e*, qui ne soit que la moitié d'un des poids *l*, *k*, &c. ce seul poids *e* soûtiendra en équilibre tous les autres poids *l*, *k*, *i*, *d*, quelque grand qu'en puisse être le nombre. Car si la corde étoit fixement attachée en *f* 3, il seroit en équilibre avec *l*, (40.) mais *k* & *l* étant en équilibre par la précédente, ils tirent également de part & d'autre pour faire tourner la poulie *f*; chacun de son côté, Ainsi leur effort étant égal, la poulie demeure immobile, comme si elle étoit fixement attachée. De sorte que la corde *o f* 3 peut être censée fixement attachée en *f* 3; car en effet les autres poids *k*, *i*, *d*, n'agissent pas plus sur elle pour la tirer, que si leurs poulies étoient entierement immobiles, & que les cordes fussent attachées en *f* 3, *f* 2, &c. Or si ces cordes étoient ainsi atachées, le poids *e* seroit en équilibre avec le poids *l*, (40.) donc il l'est aussi, encore que la corde passe librement pardessus les poulies *f* 3, *f* 2, &c. ainsi le moindre effort qui pousseroit *e* en bas, suffiroit pour faire monter *l*. xlii. *Des Mouffles, ou des Poulies multipliées.*

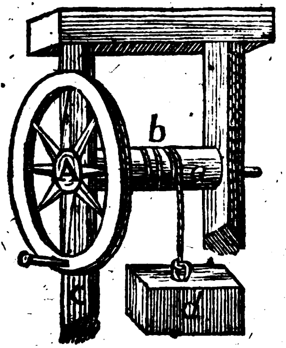
Pensons maintenant que tous ces poids *l*, *k*, *i*, *d*, ont entr'eux une telle connéxion, que dés-lors qu'un se hausse, les autres aussi se doivent haus- xliii. *Forces des poulies séparées.*

hausser; ce qui se peut entendre, si nous imaginons que les poulies sont liées par une barre qui traverse : ou bien qu'elles sont toutes renfermées dans une cassette. Alors il n'y aura pas plus de peine à lever tous ces poids, qu'à lever le prémier; parce qu'étant tous en équilibre, ils ne font aucune résistance à monter ou à descendre, comme nous avons montré (41.) Ainsi supposé qu'e eût la force de faire monter le prémier poids *l*, au cas que ce poids *l* fût seul, ou que toutes ces poulies *f* fussent immobiles, il l'auroit aussi pour faire monter tous les autres poids *k*, *i*, *d*, puisque ceux-cy ne sont contez pour rien, ne faisant aucune nouvelle résistance; de sorte que toutes ces poulies *o*, *n*, *m*, *a*, étant ainsi attachées dans une cassette, aussi-tôt qu'une de ces poulies *o* montera, les autres monteront aussi sans résistance, & par conséquent feront monter les poids qui lui sont attachez.

XLIV. *Forces des poulies jointes ensemble.* Que si enfin l'on imagine que tous ces poids *l*, *k*, *i*, *d*, sont ramassez en un seul poids, on voit bien qu'ils ne feront pas plus de résistance étant ainsi unis; & qu'ainsi un petit poids *e* en pourra soûtenir en équilibre un incomparablement plus grand soûtenu pa par le moyen de plusieurs poulies disposées de la maniére qui vient d'être décrite.

Il est aisé de remarquer que la proportion des forces qui se tiennent en équilibre dans les poulies, est comme l'unité au double du nombre des poulies suspenduës; comme icy y ayant quatre poulies *a*, *m*, *n*, *o*, le poids *e* d'une livre soûtiendra en équilibre un poids total *d i k l* de huit livres; & un seul homme tirant la corde par *e*, résistera à huit hommes, qui tireroient la cassette *a o* des poulies. xlv. *La force est comme l'unité au double du nombre des poulies suspenduës.*

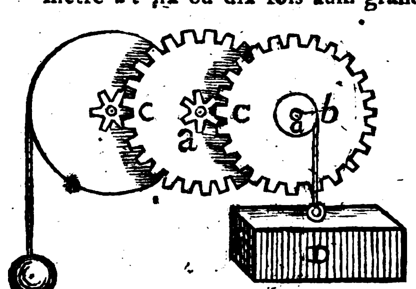
Soit la rouë *A C*, son aissieu *A a*, xlvi. *De*



autour

l'aissieu d'une rouë. autour duquel est roulée une corde qui porte le poids *d*. Une main est appliquée à la manivelle C, pour tourner la rouë, & faire monter le poids *d*. Comme la main est appliquée à une grande distance du centre *A*, sçavoir C *A*, & que le poids au contraire est appliqué à une petite distance du centre *a*, sçavoir *b a*; une petite force en C contrebalançera à une grande en *b*; & les deux forces qui se tiendront en équilibre, seront comme C *A* à *b a*, c'est-à-dire comme la grandeur ou le diamétre de la rouë à la grandeur ou au diamétre de l'aissieu.

xlvij. *Des rouës à dents.* Par le moyen des rouës à dents, on augmente prodigieusement la force; car si la prémiére rouë a son demi diamétre *a c* six ou dix fois aussi grand



que-

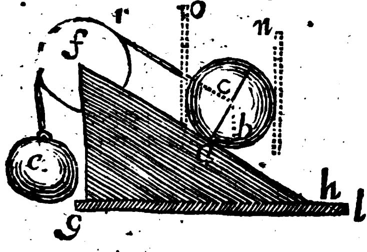
que son aissieu *ab*; une force d'une livre appliquée en *c* contrebalancera le poids *D* de six ou de dix livres. Mais si cette prémiére roüe engraine dans le pignon (a) d'une deuxiéme roüe; en sorte que cette deuxiéme roüe soit aussi six ou dix fois plus grande que son pignon; une force d'une livre appliquée en C à la circonférence de la deuxiéme roüe, fera autant qu'une force de six ou de dix livres, qui seroit appliquée au pignon (a); & cette même force de six ou de dix livres du pignon (a) s'appliquant à la circonférence de la prémiére roüe *C*, fera autant qu'une force encore six ou dix fois plus grande appliquée en *b*. Ainsi une livre en *C* contrebalancera à trente-six ou à cent livres en *b*. Que si on ajoûte une troisiéme, ou une quatriéme roüe, qui ayent aussi leurs diamétres six ou dix fois aussi grands que leurs pignons, la force multipliera toûjours par six ou par dix; en sorte qu'une livre *e* appliquée à la circonférence de la quatriéme roüe, contrebalancera à mille deux cens quatre-vingt-seize, ou à deux mille livres appliquées en *b*.

On voit bien qu'en multipliant les roües, on pourroit lever un fardeau aussi xlviij. *Machine pour* *enlever la Terre.* aussi lourd que toute la Terre, si l'on pouvoit arrêter la machine en quelque part, & avoir des cables assez forts. Et qu'ainsi ce n'étoit pas une proposition faite en l'air, & sans raison, que celle d'Archiméde, de qui l'on rapporte qu'il demandoit un point hors de la Terre, pour l'enlever toute entiére de sa place.

xlix. *La force dans les rouës est multipliée comme leurs tours.* Afin que les rouës puissent joüer, il faut nécessairement que les dents de chaque pignon soient égales aux dents de la rouë qui y engraine; les entre-deux des dents doivent aussi être égaux: ainsi le nombre des dents des pignons & des rouës sera toûjours proportionel à leurs grandeurs; & si la rouë est dix fois plus grande que le pignon, elle aura dix fois plus grand nombre de dents, & par consequent le pignon fera dix fois plus de tours que la rouë. De sorte que pour mesurer la force des rouës, il ne faut que sçavoir le nombre des dents, & voir combien de tours fait un pignon, lorsque la prémiére rouë fait un tour. Par exemple, si l'on trouve ici que le pignon de la troisiéme rouë fait trente-six tours, quand l'aissieu *a b* de la prémiére rouë en fait un, on doit conclure qu'une livre appliquée au pignon de de la troisiéme rouë contrebalanceroit trente-six livres appliquées à l'aissieu *b*; & si une livre est appliquée à la circonférence de la troisiéme rouë, qu'on suppose encore six fois plus grande que son pignon, elle aura encore six fois plus de force, & contrebalancera à deux cens seize livres pendues par *b*.

Soit *le plan horizontal h g*, c'est-à-dire, une table mise à niveau, qui ne panche ni d'une part ni d'une autre. Soit encore *le plan incline h f*, c'est-à dire, une table qui panche d'un côté. Une boule mise sur ce plan est arrêtée par le moyen d'une corde *c i*, qui étant paralléle au plan incliné, & passant pardessus la poulie *f* soûtient un poids *e*; en sorte que ce poids *e* tirant de son côté pour faire montrer la boule, & la boule de sa part résistant par sa pesanteur, il se fait un équili-

I. *Du plan incliné.* Fig. suivante.



H bre.

bre. Je dis que le poids qui s'appuye ainsi sur le plan incliné, pésera plus que le poids qui est suspendu en l'air; & que tirant une perpendiculaire fg à l'Horizon, le poids c sera au poids e, comme bf est à fg.

LI. *Force d'un poids sur le plan incliné.* Car imaginons que tout le poids de cette boule est ramassé dans une ligne ou dans un bâton ac, perpendiculaire au plan bf, qui a son centre de gravité en c comme l'y avoit la boule, & qui est appuyé en a comme l'étoit aussi la boule. Il est visible que la corde ie sera tirée par le poids de ce bâton, de même qu'elle l'étoit par la boule. Imaginons encore que ce bâton est non seulement appuyé sur le bout a, mais qu'il y est comme attaché, en sorte néanmoins qu'il puisse y tourner comme sur un point fixe, pour se pancher vers b, ou pour se hausser vers i. Tirons l'horizontale ab, & la perpendiculaire cb. Nous pouvons considerer cab comme une balance dont le centre est a, un bras ac, en sorte que le poids e est appliqué en c, & le tire perpendiculairement vers i; l'autre bras est ab, en sorte que le bâton ac est appliqué au point b, (32.) Ainsi le poids e tirant d'un côté, & le bâton tirant d'un autre, & ces deux corps demeurant

rant en équilibre, il faudra que le poids du bâton *a c* soit au poids *e*, comme la distance *a c* à la distance *a b*, (25. ou 32.) Or *a c* est à *a b* comme *h f* à *f g*; parce que ces deux triangles *a b c* & *f g h* sont semblables : car ils ont prémiérement un angle droit *b* & *g*; ensuite l'angle *b a h* étant égal à l'angle *a h g* (Géom. 1. 31.) il faut que leurs compléments *b a c* & *h f g* soient égaux. De plus, il est manifeste que la boule fait le même effet que feroit ce bâton ainsi appliqué. Donc aussi le poids de la boule est au poids *e*, comme *h f* à *f g*; ce qu'il falloit démontrer.

Avant que de passer outre, il est bon de faire ici quelque réflexion, qui peut servir d'éclaircissement pour l'intelligence d'une loy du mouvement, qui a paru fort étrange à plusieurs de ceux qui l'ont vûë dans le Discours du mouvement local. Aprés avoir établi dans cét ouvrage ce qu'on a crû qui arriveroit aux corps dans les percussions, on a avancé au §. 31. que tout cela s'observeroit, lors même que les corps qui se rencontrent seroient inégaux, quoi que l'expérience, comme on l'a fait remarquer dans ce même endroit, nous montre le contraire, puisque nous voyons qu'une

lij. Remarque sur une loy du mouvement, proposée au Discours du mouvement local.

petite boule venant à en frapper une plus grande, ne lui donne pas toute sa vîtesse. D'où vient que la pluspart de ceux qui ont traité de ces régles de percussion, ont distingué la vîtesse d'avec le mouvement, & ils ont crû qu'un égal mouvement communiqué à un corps deux fois plus grand, ne doit faire qu'une vîtesse deux fois plus petite. Car comme une certaine quantité de sel jettée dans un demi seau d'eau, doit faire une salûre deux fois plus grande que si la même quantité étoit jettée dans un seau d'eau tout plein; aussi ces Messieurs pensent que la même quantité de mouvement étant distribuée à deux fois plus de parties & à un corps deux fois plus grand, doit faire une vîtesse deux fois plus petite; & qu'ainsi un petit corps ne pouvant donner à un grand corps qu'il rencontre tout au plus que son mouvement, il ne peut lui donner toute sa vîtesse, puisque ce mouvement doit faire une vîtesse à proportion d'autant plus petite, qu'il est distribué à plus de parties, & à un plus grand corps.

liij. *Le mouvement ne se*

Je ne sçay pas quelle idée on a du mouvement, quand on le considére ainsi comme du sel, & qu'étant distribué

bué dans plusieurs parties d'un corps il y fait une vîtesse, comme de la salûre, plus grandes ou plus petite, à proportion de la multitude des parties de ce corps où il est distribué. Je ne conçois point que le mouvement soit communiqué ou distribué, sinon en ce que l'on vient à faire mouvoir quelque corps & toutes ses parties : une petite boule ne transporte pas son mouvement dans une autre boule qu'elle frappe, mais en frappant elle la meut. La question est maintenant de sçavoir, si elle en peut mouvoir également une grande & une petite ; & il me semble que dans la supposition que nous avons faite, & où nous convenons tous, à considerer les corps comme dans le vuide, sans pesanteur, sans légéreté ; & sans aucun autre empêchement ; il-me-semble, dis-je, assez manifeste que dans ce cas il ne faut pas plus de force à mouvoir un grand corps, qu'à en mouvoir un petit ; & qu'il n'y aura pas plus de peine à mouvoir dix parties, qu'à en mouvoir cinq, puisque ni les cinq, ni les dix ne font aucune résistance. Et certainement, puisqu'une boule en frappant contre une autre boule qui lui est égale, peut la mouvoir, & en la mouvant

distribué pas aux parties du corps, comme le sel aux parties de l'eau.

vant lui donner toute sa vîtesse, comme tout le monde en convient; si nous venons à considerer cette seconde boule jointe à une troisiéme qui n'ajoûte aucune nouvelle résistance; n'est-il pas visible que la même force qui suffisoit pour mouvoir cette seconde boule quand elle étoit seule, suffira aussi pour la mouvoir avec la même vîtesse quand elle est jointe à cette troisiéme, qui n'apporte aucune nouvelle difficulté? Il est bien vrai que dans l'état où nous sommes, nous avons plus de peine à remuer une grosse pierre, qu'à en remuer une petite; mais il n'y a personne qui ne sache que cela vient de la résistance que cause la pesanteur de ces pierres. Car si la grande pierre n'étoit pas plus pesante que la petite, il n'y a point de doute que nous la pourrions mouvoir avec la même faicilité.

liv. *Ce que dit M. Descartes de la résistance des corps dans le repos, n'est pas raisonnable.*

M. Descartes soûtient que les corps sans aucune pesanteur ont d'eux-mêmes la force de s'atacher dans le lieu où ils sont en repos, en sorte qu'il y a de la peine à les arracher de là; mais cela est inconcevable: Car le moyen de concevoir, qu'un corps puisse s'atacher dans le vuide à un lieu où il n'y a rien, ou du moins où il n'y a rien

de

de ferme & de solide ; Afin qu'un corps s'attache & adhére en quelque part, il faut qu'il y trouve quelque corps solide & inébranlable auquel il puisse s'accrocher, comme fait l'anchre d'un navire qui s'attache sur le roc. Mais quel moyen qu'un Vaisseau s'attache inébranlablement au milieu de la Mer sur la fluidité de l'eau où il flotte ? Par quel lien un corps suspendu au milieu de l'air pourroit-il se cramponner là sans branler, & y résister à quiconque viendroit s'efforcer de luy faire changer de place ? A plus forte raison, comment peut-on s'imaginer qu'un corps puisse s'accrocher dans le vuide pour y demeurer inébranlable, & résister à tout ce qui feroit effort de le tirer de là ; Certainement j'ay bien de la peine à me persuader que ces Messieurs conçoivent clairement ce qu'ils disent en ceci, eux qui font profession de ne rien avancer qui ne se puisse concevoir aisément. mais sans m'arrêter davantage à faire voir combien peu intelligible est ce sentiment de Monsieur Descartes ; j'espére que dans la suite de ces discours de Méchanique on verra qu'il est entiérement contraire à la Nature. Nous ne sçaurions imaginer dans les corps aucune résistance de leur part plus forte & plus efficace que celle que nous expérimentons qu'ils font par leur pesanteur : cependant je me fais fort de démontrer dans le discours du mouvement des corps pesans, qu'un petit grain de sable, en tombant sur un plat de balance, feroit lever l'autre plat, où seroit un autre poids aussi lourd, si vous voulez, que toute la Terre, & lui donneroit toute la vîtesse qu'il avoit lui-même en descendant ; & je rendray tout cela si plausible, & le confirmeray même par tant d'expériences, que j'espére qu'on ne trouvera plus étrange ce que j'ay avancé dans ce § 31.

IV. *Qu'un petit corps peut donner toute sa vîtesse à un grand corps.*

Cependant, pour me servir maintenant de ce que je viens d'établir dans ce discours touchant les plans inclinez, nous pouvons considérer les poids homogénes *e* & *c* (fig. de le page 169.) qui étant en équilibre, sont néanmoins fort inégaux, en sorte que *c* peut être dix fois & cent fois plus grand que n'est *e*. Dans ce cas, si nous venons à ajoûter quelque chose, pour petit qu'il soit, au poids *e*, ce poids l'emportera, & en descendant il fera monter avec une égale vîtesse

teſſe l'autre pois *c*. Il eſt donc viſible que ce petit corps *e* peut non ſeulement mouvoir un corps dix fois & cent fois plus grand que lui, mais encore lui donner toute ſa vîteſſe ; ce qui ſuffit pour démontrer ce que je prétendois.

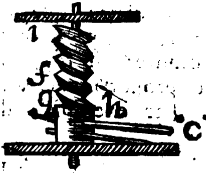
Si au lieu d'une boule nous imaginions un corps plat, & que les ſurfaces de ce corps & du plan incliné fuſſent ſi polies, que ce corps pût gliſſer ſans nulle réſiſtance ; nous concevrions que ce corps feroit le même effort que la boule pour deſcendre ; & toute la difference que nous remarquons maintenant, lors que nous voyons qu'une boule deſcend plus aiſément que ne fait un corps plat, vient de ce que les ſurfaces ne ſont jamais ſi polies, qu'elles n'ayent quelque rudeſſe, qui fait que l'une racle contre l'autre, & eſt par ce moyen un peu empêchée dans le mouvement. lvi. *Un corps plat ſur un plan incliné.*

Ainſi généralement on peut poſer que l'effort que fait un corps à deſcendre par un plan incliné *fg*, (*fig. de la pag.* 169.) eſt à toute ſa peſanteur, comme la perpendiculaire *fg* au plan incliné ; ou bien comme le ſinus de l'angle d'inclinaiſon *fhg*, eſt au ſinus total. lvij. *Proportion de la force à deſcendre dans le plan incliné.*

lviij. *Du Coin.* Par là on connoît la force du Coin; car imaginant tout le corps fhg comme un Coin, si au lieu d'imaginer que le poids c est tiré en haut vers f, ou suppose que le Coin est poussé vers l; tandis que le corps c est renfermé dans une coulisse n o, dans laquelle il peut hausser ou baisser; il est évident que le corps c résistera par sa pesanteur, & fera effort pour empêcher ce mouvement du Coin. Cét effort sera le même que celui qu'il faisoit pour s'empêcher d'être porté luy-même vers f dans les propositions précédentes; car il est bien visible que ce sera toûjours la même résistance, soit que le Coin demeurant immobile, le corps c monte vers f, ou que le corps c demeurant enfermé dans la coulisse n o, le Coin soit poussé vers l. Ainsi la force qui suffiroit pour porter le corps c en haut vers f, suffira aussi pour pousser le Coin vers l. De-sorte que le Coin se pourra pousser d'autant plus facilement, qu'il sera plus aigu, & que sa face hf sera plus longue à proportion de sa base fg.

Figure de la page 169.

lix. *De la Vis.* La force la Vis se connoît encore par là, puisque la Vis n'est autre chose qu'une surface inclinée, entortillée autour d'un arbre ou d'un aissieu. Ainsi imaginant qu'un corps qui



qui résiste au mouvement d'enhaut est appliqué en *h*, au bas du prémier tour de la Vis, en tournant la Vis d'un demi-tour, on contraindroit ce corps de monter jusqu'à la hauteur *f*; & la force qu'il faudroit employer pour cela seroit à sa résistance, comme la hauteur *gf* à la longueur du demi-tour *hf*; ou comme toute la hauteur de la Vis *gi*, à toute la longueur entortillée des spires de la Vis. Que si l'on ajoûte un traversier à cette Vis, comme une barre *c*, on augmentera encore la force de la Vis, d'autant plus que cette barre sera plus longue, & que la main sera appliquée plus loin de l'aissieu.

On fait encore une Vis qui engraine dans une roüe à dents; & c'est ce qu'on appelle la *Vis sans fin*. Car la tournant avec une manivelle, elle fait tourner la roüe, & cela a une trés-grande force.

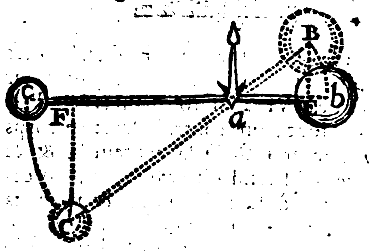
IX. *De la Vis sans fin.*

Dans toutes ces forces mouvantes on

IXI. *En tous*

machine le mouvement est proportionnel à la force.

on peut remarquer que le mouvement perpendiculaire que font les poids en même temps pour monter ou pour descendre, est toûjours réciproquement proportionnel aux mêmes poids. Par exemple, dans la



balance *bac*, le petit poids *c* descendant dans l'arc *c* C en même temps que le grand poids *b* monte dans l'arc *b* B; on voit bien que la hauteur perpendiculaire C F est à la hauteur B E comme le bras *ac* au bras *ab*; c'est-à-dire, (en supposant que ces deux poids sont en équilibre) comme le poids *b* au poids *c*; & il est fort aisé de montrer cela dans les poulies & dans toutes les autres machines.

lxij. Princi-

Aussi quelques-uns en ont fait un principe pour démontrer la raison de toutes

toutes les forces mouvantes ; & semble bien évident, qu'il ne faut ni plus ni moins de force pour porter un poids de cent livres à un pied de haut que pour en porter un d'une livre à cent pieds de haut : desorte qu'un poids d'une livre descendant de la hauteur de cent pieds, contrebalancera à un poids de cent livres dans la hauteur d'un pied. Ce principe a quelque chose qui ne satisfait pas si parfaitement l'esprit, qu'il suffise pour faire des démonstrations. Il est néanmoins trés-véritable ; & aprés les démonstrations que je viens de faire touchant les Forces Mouvantes, on peut le mettre hardiment comme indubitable.

D'où l'on peut faire voir que ceux-là predent leur temps, qui cherchent le moyen de fair le mouvement perpétuel par la Statique. Pour cela il faudroit nécessairement que de certains corps descendissent, & que d'autres montassent, en sorte que les mêmes qui sont une fois montez soient aussi ceux qui descendent aprés, pour perpétuer ainsi le mouvement, par une succession & une circulation continuelle. Mais il est manifeste que dans ces rencontres tout ce qui descend, doit monter. Si ce qui doit mon-

escendre
possible
luy mê-
ne peut
er un au-
est plus
en même
nt que la
à propor-
e comme
celuy qui
deceluy
celuy qui
cession ne
lle, & il
l n'en des-
il en des-
onteroit;
ntôt épui-
e qui des-
si monte,
ds ou des
& rien ne

exemple.
yoit avoir
pétuel en
roue qui
nt autour
cette roue
volute par-
tant

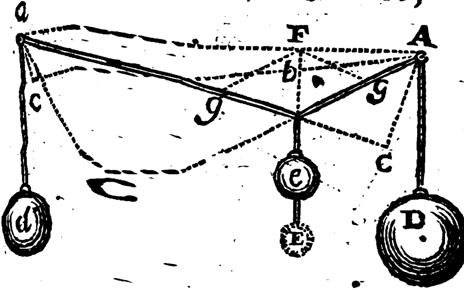
rant du centre *a*, & faiſant pluſieurs tours juſqu'à la circonférence ; aprés quoi ce canal revient en demi-cercle par *fg* juſqu'au centre *a*, où il ſe rejoint à l'œil de la volute. Imaginons une bale de plomb, ou une goutte de vif argent dans le commencement de la volute *b* ; cette goutte, ou cette bale ſuivant la pente de la volute, deſcendra au plus bas lieu, & fera tourner toute la roüe. Aprés que la roüe a fait un tour ; & que la bale eſt deſcenduë en *c* ; mettez une autre bale encore en *b*, alors ces deux bales feront tourner la roüe encore plus vîte ; & quand aprés un ſecond tour les deux bales ſe trouveront en *d* & en *c*, mettez-en encore une troiſiéme en *b*, & puis derechef une quatriéme aprés un troiſiéme tour, & une cinquiéme aprés le quatriéme tour. Le cinquiéme tour commencant, la bale qui avoit été miſe la premiére ſera emportée en *f* ; & ſi la roüe continuë de tourner, cette même bale coulera par *g*, & reviendra ainſi au commencement de la volute *a* ou *b*, & recommencera à deſcendre, & à faire tourner la roüe. Cette perſonne croyoit que la roüe devoit continuer de tourner ; parce que, diſoit-il, il

y a

y a quatre bales *b*, *c*, *d*, *e*, qui font effort pour descendre, & pour faire tourner la rouë, au lieu qu'il n'y a qu'une seule bale en *f* ou en *g* qui monte & qui résiste au mouvement de la rouë: Or quatre bales, disoit-il, en surmonteront bien aisément une seule. Mais il est bien manifeste que cette bale unique qui monte, monte quatre fois plus vîte que les autres quatre bales ne descendent, & que le même chemin qu'a fait une bale en descendant en quatre tours, doit être fait aprés en montant en un seul tour. Ainsi chacune de ces bales qui descendent, n'agira que de la quatriéme partie de la force dont agit celle qui monte, & par consequent celle-cy contrebalancera à toutes les quatre.

lxv. *Cette démonstration se peut appliquer à tout autre exemple.*

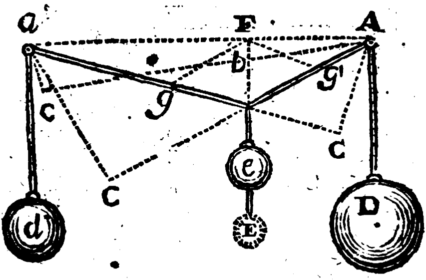
Cét exemple est fort propre pour faire comprendre l'impossibilité du mouvement perpétuel: Car on peut en appliquer le discours à toute autre exemple possible, où l'on voudroit faire monter quelque liqueur, ou quelque autre corps, par la propre pesanteur de quelques autres poids, ou de quelques autres parties de liqueur qui descendroient, & qui devroient ensuite remonter elles-mêmes pour perpétuer le mouvement par une circulation continuelle. Ima-



Imaginons une corde passant par dessus deux poulies *a* & A, & soûtenant par les deux bouts les deux poids *d* & D. Soit de plus un troisiéme poids *e*, suspendu du point B de la même corde entre les deux poulies, & que tout cela demeure en équilibre, en sorte que la corde se replie en B, & fasse l'angle *a* B A. Pour mesurer la proportion des poids, continuons la ligne de direction *e* B jusqu'en F. Tirons F G, F *g*, paralléles aux deux cordes *a* B, A B. Je dis que le poids *e* est au poids D, comme la ligne B F à la ligne B G; & que le même poids *e* est au poids *d*. comme la ligne B F est à la ligne B *g*; & que par consequent D. *d* :: B G. B g.

lxvj. *Des poids suspendus au milieu d'une corde attachée par les deux bouts.*

Pour

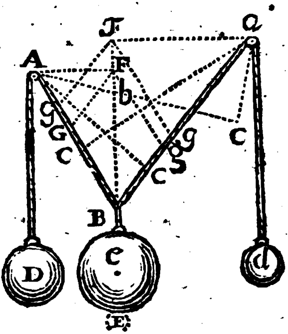


lxvij Démonstration de leur force.

Pour le prouver, imaginons que les lignes A C, *ac*, tombent perpendiculairement sur les cordes *a* B C, A B *c*, prolongées s'il en est besoin. Imaginons de plus qu'une de ces cordes, par exemple, A B, est roidie comme une barre de fer, en sorte néanmoins qu'elle puisse tourner sur le bout A, pour s'élever vers A F, ou pour s'abaisser vers A C. Le poids *e* suspendu de B tirera en cette barre, & sa force se mesurera par la ligne A F, (que je suppose perpendiculaire à B F,) comme s'il étoit suspendu d'F. (32.) Mais le poids *d* attaché aussi à B par la corde B *a d*, tirera la barre en haut, & sa force se mesurera par la ligne A C, comme s'il étoit

étoit attaché en C. (32.) Ainsi les deux poids *e* & *d* demeurant en équilibre, *e* sera à *d*; comme A C à A F. (25. ou 32. c'est-à-dire, comme le sinus de l'angle A B C au sinus de l'angle A B F: Car si du point B, comme du centre, on tiroit un cercle par A; B A seroit le rayon, ou le sinus total, & A C le sinus de l'angle A B C, & A F le sinus de l'Angle A B F. (Géom. 4. 9.) Mais d'ailleurs F *g* étant paralléle à A B, l'angle F *g* B est égal à l'angle A B C, & l'angle B F *g* à l'angle A B F. (Géom 1. 31.) Donc (Géom. 9. 38.) F B est à B *g*, comme le sinus de l'angle F *g* B au sinus de l'angle B F *g*, c'est à-dire, comme C A est à F A, ou comme *e* à *d*, Par même raison on prouvera que *e*. D:: *ac*. *a*F::BF. B G. ce qu'il falloit montrer.

Remarquez que dans la figure suivante, l'angle *a* B A étant aigu, est égal à l'angle *ag* F, mais que F B est toûjours à B g, comme le sinus de l'angle F g B (c'est-à-dire, de son angle de suite F g *a*) au sinus de l'angle B F g, c'est à-dire *c* comme A C à A F. Remarquez encore qu'il n'importe point que les points *a* & A soient également élevez; car ayant tiré *a* F ou A F perpendiculaire à la ligne de direc-



direction B *e*; on peut prendre indifféremment lequel on voudra des points *F* ou F, & tirer les paralléles F g, F G, ou bien *F*g; F G. Car on voit bien que les parallélogrammes g F G B, & *g F* G B étant semblables, leurs côtez & leurs diamétres auront toûjours les mêmes proportions : ainsi on peut prendre le point F indifféremment où l'on veut dans la ligne de direction, même hors la perpendiculaire tirée d'*a* ou d'A.

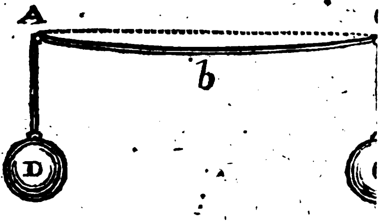
lxviij. Quelque grands que soient les poids *d*, D, & quelque petit que soit le poids *e* ou F, celuy cy suffira néanmoins pour faire baisser un peu la cor-

Cette force est prodigieuse.

de

de *a* A, & pour faire monter ces poids *d*, D: Car on pourra toûjours prendre une ligne *a* c si petite, qu'elle sera à *a* F, comme E à D; & alors faisant le triangle rectangle *a* c A, le poids fera descendre la corde jusqu'en *b*.

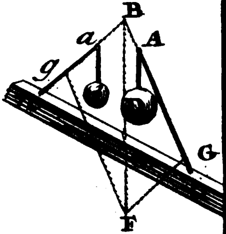
D'où il suit une chose trés-remarquable, sçavoir, qu'il n'y a point de force imaginable, qui puisse tirer tellement une corde, que celle-cy demeure parfaitement droite. Car quelque prodigieuse que soit cette force,



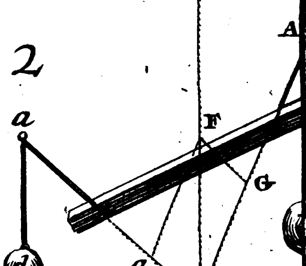
on la pourra exprimer par de grands poids *d*, D, qui la tireront; mais comme la corde a elle même quelque pesanteur, cette pesanteur suffira pour faire courber un peu la corde *a b* A, & pour élever les poids *d*, D.

Lors qu'un corps *o n*, dont le centre de gravité est *e*, est suspendu par deux cordes *o* A, *n a*, ces cordes s'in-

I



2

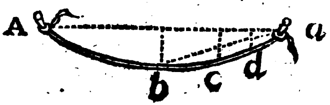


nt con-
ans la
i dans
oit la
n l'ar-
e corps
, puis-
geroient
n a al-
êtée là,
e situa-
n lieu
points
u point
oit suf-
& par
perpen-
) Mais
iner que
u point
nme des
le corps
sur o B,
ors qu'il
o, a n;
perpen-
(14.) Je
e ces cor-
s parallé-
quelque
feste que
les

les points *a* A, *o n*, sont en même plan.

Ces corps suspendus étant inclinez, tireront diversement les cordes qui les soûtiennent; & la force de la traction se mesure comme dans l'article 67. en prenant dans la ligne de direction un point F, & tirant les paralleles F G, F *g*. Car la force du poids *o n* étant exprimée par la ligne F B, la ligne B G exprimera la force dont la corde *o* A est tirée, & la ligne B *g* celle de la corde *n a*. Ce qui se peut exprimer encore par les deux poids D & *d*, qui seroient au corps *n o*, comme les lignes B G. B *g*, à la ligne B F. On pourroit encore considérer ces corps soûtenus par trois cordes, ou par davantage; mais outre que cela nous conduiroit trop loin, chacun pourra faire de luy même toutes ces réfléxions. lxxi. *Force de leur traction.*

Si un poids long & fléxible, (comme une corde) est attaché par les deux bouts, il ployera en ligne courbe, lxxij. *Les cordes attachées*

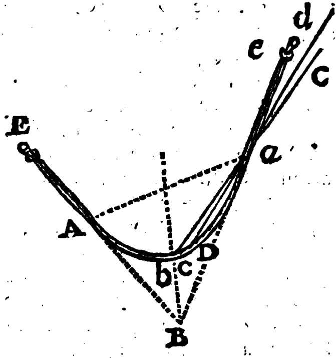


pourvû

par les deux bouts se courbent partout. pourvû qu'il soit tant soit peu lâche. Car les deux bouts étant *a* A, la pesanteur fera baisser le point *b* au dessous de la ligne droite *a* A. Et de même le point *c* s'abaissera au dessous de la ligne droite *a b*, & le point *d* au dessous de la droite *e c*; ainsi de tous les autres points imaginables: ce qui doit faire un ligne courbe *a d b c* A.

lxxiij. *Propriétés des tangentes de cette courbure.* Ce poids *a b* A ainsi suspendu des bouts attachez en *a* A, demeureroit en même situation, si l'on tiroit les tangentes *a e*, A E, & qu'on le suspendît par les points *e*, E. (Il faut imaginer que ces tangentes n'ont nulle pesanteur.) Car la corde *a b* A demeureroit en même situation, quand on imagineroit que la partie *a* C est roidie, & que la seule partie C *b* A est fléxible; quoy-que l'on suppose que cette partie *a* C ainsi roide puisse se tourner autour d'*a*, pour se hausser vers *a* A, ou pour s'abaisser vers *a* B. Que si au lieu de cette partie courbe & roidie *a* D C, on met une verge droite *a* C; tout le reste C *b* A demeurera encore en même situation, pourvû néanmoins qu'on imagine que toute la forbe, dont la partie *a* D C tiroit en bas le point C, soit ramassée au même point C, par un poids suspendu

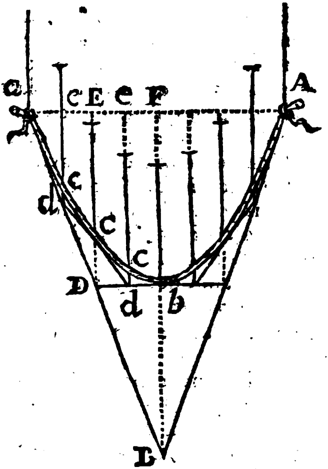
Figure suivante.



pendu par C, qui tire en bas, comme faisoit toute la partie courbe *a* D C : Car il n'importe de rien que la verge qui soûtient par les bouts *a* & C soit droite ou courbe, ou de quelque autre nature, pourvù que l'effort de son extrémité C soit toujours le même, comme nous supposons qu'il l'est icy. Donc aussi en prolongeant cette verge en droite ligne vers *c* & l'attachant en *e*, tout le reste demeurera comme il étoit auparavant ; & enfin, si cette verge vient à se rendre fléxible comme un filet ; rien ne bougera. Par même raison, imaginant un filet fléxible D a d attaché en d, tout le reste de la corde A C b A demeurera en même situation. Ainsi faisant approcher le point D du point a tant que l'on voudra, & attachant le filet en d; toûjours le reste de la corde D b A demeurera en même situation. Or plus le point D sera prés du point a, plus aussi la ligne D a d s'approchera de la tangente a e; de-sorte que les deux points D & a concourant au même point a, les deux lignes a d & a e concourront aussi en même ligne a e. Ainsi suspendant la corde a b A par la tangente e a, l'autre bout demeurant attaché en A, toute la disposition de la corde sera la même que si elle étoit suspenduë par les bouts a & A. Par même raison étant encore attaché au point E par la tangente A E, sa situation ne changera point. Ainsi nous avons prouvé ce que nous prétendions.

lxxiv. *Centre de gravité des corps courbes.* Les Tangentes continuées se croisent dans la ligne de direction continuée F b B (70. & 71.) de sorte qu'élevant la perpendiculaire du point commun B, on trouveroit centre de gravité b de la corde A b a. (Fig. de la page 193. & de la page 195.)

lxxv. *Les chaînes.* Quelques uns ont pensé que les cordes & les chaines attachées par les deux



deux bouts se courboient en ligne parabolique. Mais cela n'est pas vray dans les chaînes, ni dans les cordes qui ne se peuvent pas allonger aisément. Car si une chaîne composée dans la figure *a b* A, en tirant les tangentes par *b*, sçavoir *b* D, & par *a*, sçavoir *a* D, ces deux trangentes se couperoient en D dans la ligne de

Et les cordes ordinaires ne se courbent pas en Parabole.

direction D C, de la chaine *a* C *b* (par la précédente propof.) Car on peut imaginer que la chaîne est maintenant arrêtée en *a* & en *b* : & alors cette partie *a* C *b* demeureroit dans la même situation qu'elle étoit étant attachée librement aux seuls bouts *a* & A. Ainsi le centre de gravié de la chaîne *a b* seroit C. Or si la ligne *a* C *b* étoit parabolique, la ligne D C E diviseroit *a* F en deux également, mais la partie de la Parabole *a* C seroit plus grande que C *b* : & il est fort aisé de démontrer que le centre de gravité de la Parabole *a b* ne peut pas être en C.

lxxvi. *En quel cas un filet se courberoit en Parabole.*

Mais si nous concevions un filet sans pesanteur, sur lequel fussent appuyées une infinité de lignes également pesantes E C, *e c*, paralléles, & également distantes les unes des autres; alors le filet *a* C *b* A seroit parfaitement parabolique : car le centre de gravité de toutes ces lignes pesantes seroit dans la ligne F *b* B, c'est-à-dire, au milieu de *a* A. Ainsi les tangentes *a* B, A B, se couperoient en cette ligne F *b* B. De même le centre des lignes qui sont entre *a* & F, est dans la ligne E C, c'est-à-dire, au milieu entre *a* & F. Ainsi les tangen-

Fig. de la page 195.

tes

tes *b* D, *a* D, se devront croiser dans cette ligne E C D. De même les tangentes *b* d, c d, se croiseront dans la ligne e c d, c'est-à dire, au milieu entre E & F, &c. Or c'est là une propriété de la Parabole, & les Géométres sçavent qu'il n'est point d'autre ligne où cela se rencontre.

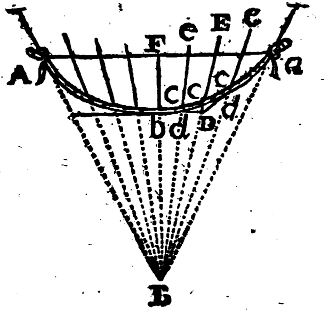
Imaginons maintenant que la pesanteur de toutes ces lignes paralléles est distribuée également à toute une corde droite *a* A; attachée par les deux bouts; que cette corde est capable de s'allonger étant tirée; que toutes ces parties tendent en bas par des lignes de direction paralléles: alors la corde se rallongeant, se courbera en effet en Parabole; car tout le poids qui étoit en e F, sera en c *b*; celuy de Ee sera en C c; celuy de *e* E sera en c C; & celuy d'*a e* séra en *a c*, &c. Ainsi la partie de la corde *a c* sera plus rallongée que c *b*, puisqu'on suppose que toutes ces parties descendent en bas par des lignes paralléles, & que par conséquent la partie & le poids *a e* est égal a la partie & au poids *a c*, comme aussi le poids e F égal au poids c *b*. lxxvij. *Quelles cordes peuvent se courber en Parabole.* Fig. de la page 195.

Si l'on tendoit bien une corde par les bouts *a* A, en l'appuyant tout le long pas dessous, en sorte que sa pesanteur lxxviij. *Cas particuliers où* *les cordes seroient courbées en Parabole & cas où elles ne le seroient pas.*

santeur ne pouvant la tirer en bas. elle fût tenduë en ligne droite; & si en suite on venoit à ôter les appuys, & à laisser faire sa pesanteur, cette corde devroit se rallonger un peu, & se courber; & sa courbûre seroit alors parabolique. Ce cy suit des précédentes propositions, car les parties de cette corde ne se baissant que par l'effort de leur pesanteur, qui les fait rallonger, elles doivent descendre suivant leurs lignes de direction, qui sont censées paralléles, puis qu'elles ne se rallongent qu'autant que leur pesanteur les tire.

lxxix. *Cas ausquels*

Si l'on suppose que les lignes de direction F*b*, EC, *ce*, ne sont pas paralléles, mais qu'elles concourent



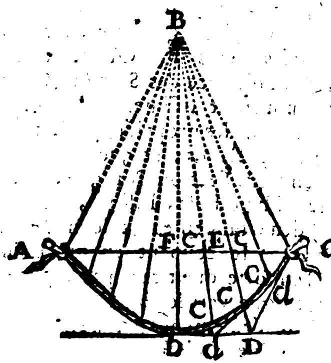
en

en bas au point B, la corde se rallongeant, se courberoit en Hyberbole. Mais si les lignes de direction concourent en haut au point B, la corde se courbera en Ellipse, ou en cercle.

les cordes se courbent en Hyperpole & en Ellipse.

La raison en est, que divisant en deux également l'angle *a* B A par la ligne B F, l'angle *a* B E par la ligne B E, & l'angle *a* B E par la ligne B *e*, &c. & supposant que les portions des lignes *e c*, E *c*, *ec*, F *b*, &c. étant également pesantes, sont appuyées sur un filet indivisible; il est manifeste que le centre de gravité de toutes les lignes qui sont entre *a* & A se trouvera

Comme en la Fig. suivante.



Ixxx. Démonstration.

vera au milieu, sçavoir en la ligne F *b* prolongée, s'il en est besoin; & le centre de celles qui sont entre *a* & F se trouvera aussi en la ligne de leurs milieu, sçavoir en B C, *&c.* Ainsi tirant des tangentes par *a* & par *b*, qui se croisent en D, le point D se devra trouver dans la ligne E C prolongée vers B; & de même tirant la tangente par C, qui coupe *b* D en d, & *a* D en *d*, les points d & *d* se devront trouver dans les lignes e c, & *e c*, prolongées vers B. Or ceux qui ont la connoissance des Sections Coniques, pourront aisément démontrer que ce sont là des propriétez essentielles de ces Sections; & que généralement en toute Section Conique, (Parabole, Hyperbole, Ellipse, ou Cercle,) deux tangentes quelconques (*a* D, *b* D,) se coupent en un point (D,) en sorte que tirant par ce point (D) une ligne vers le foyer opposé B, on divise également par cette ligne (BD) l'angle (*n* B *b*) compris entre les deux lignes de direction, qui passent par les deux points (*a* & *b*) d'où l'on a tiré les tangentes. Remarquez que dans la Parabole, le foyer opposé étant infiniment éloigné, c'est à dire les lignes de direction ne concourant nullement, & étant parallé-

les;

les; la ligne de direction qui passera par le point (D) où les tangentes se coupent, sera censée diviser l'angle en deux également, en ce qu'elle divisera également tout l'espace. Figure de la page 195.

lxxxi. *Les cordes tenduës sont en effet hyperboliques.*

Ainsi nous devons dire que les cordes bien tenduës, & qui par leur propre poids se courbent un peu en se ralongeant, sont corbées véritablement en Hyperbole, & non pas en Parabole; puisqu'en effet les lignes de direction ne sont pas paralléles, & qu'elles concourent toutes au centre de la Terre.

lxxxij. *Les surfaces tenduës se courbent aussi, & se font convéxes en bas.*

On pourroit appliquer cecy aux surfaces; & il est aisé de comprendre qu'une voile attachée par le haut & par le bas à deux vergues paralléles, ou par les côtez à deux mas aussi paralléles, étant enflée par le vent, se courberoit en Prisme parabolique. Nous voyons aussi qu'un linceul tendu par les quatre coins se courbe en bas par son propre poids, & prend une figure convéxe. Que si au lieu d'un linceul, on imaginoit une placque de quelque matiére qui peut s'étendre aisément, comme la cire, ou le verre fondu, & que cette placque fût posée horizontalement sur une grande ouverture ronde, alors cette placque s'étendroit en prenant à-peu-prés la figure parabolique.

Peut être que cecy seroit de quelque utilité dans l'Optique pour les Miroirs & pour les Lunettes: car l'on pourroit par ce moyen faire des Miroirs de verre Elliptiques, & Hyperboliques, ou Paraboliques, sans doute plus aisément, & peut-être plus exactement que par les autres inventions qu'on a essayées jusques-ici. Car si aprés avoir posé horizontalement une glace bien polie & assez mince sur une placque de fer percée en rond, on trouvoit le moyen de souffler dessus avec violence, en faisant venir le souffle d'un petit trou d'enhaut (comme du point B, dans la Fig de la pag 199) tandis qu'avec la flamme on fondroit le verre par dessous, on donneroit à ce verre à peu prés la figure Elliptique, qui seroit un miroir admirable pour un Microscope. Que si au lieu de souffler par-dessus, on trouvoit le moyen de succer avec violence par dessous, (comme du point B de la Fig. de la page 198.) le verre prendroit à peu prés la figure Hyperbolique. Je sçay les difficultez qu'on me peut opposer là dessus, mais je ne veux pas en dire davantage. Je pourray

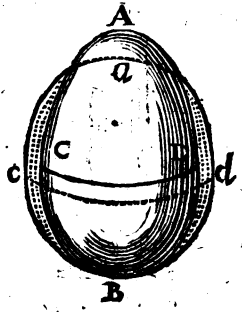
lxxxiij. *Usage qu'on peut faire de ceci. dans l'Optique, pour faire des verres Elliptiques, Hyperboliques & Paraboliques.*

pourray le faire, Dieu aydant, dans une Optique que je veux bien-tôt imprimer.

Les ordes, les métaux & les autres corps dont nous venons de parler, ne se rompent pas en ployant, mais seulement quand on les tire avec trop de violence. Il y a d'autres corps au contraire, qui étant brusques, resistent à la traction, & se cassent aisément, quand on fait effort pour les faire ployer; comme le verre, les pierres, & le bois sec. Ainsi on ne sçauroit rompre un bâton en le tirant par les deux bouts, mais on le fera en le ployant contre le genou. Je ne veux pas m'arrêter ici à examiner d'où vient cette liaison des parties qui se tiennent ainsi si fort les unes les autres: ce n'est pas une chose aussi aisée à montrer que l'on pourroit s'imaginer; & quoy-que ce soit une question qui doit se résoudre par Méchanique, néanmoins je ne veux pas en parler ici, parce que je trouveray quelque-autre endroit dans ces discours du mouvement, où je pourray le faire plus commodément. lxxxiv. *Quelques Corps se rompent étant tirez, d'autres se cassent en ployant.*

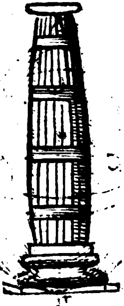
Cependant il est bon de remarquer que nul corps absolument ne se rompt jamais, que quand ses parties sont lxxxv. *Nul corps ne se rompt* *qu'à force d'être tiré.* trop tirées ; & si un verre qui résiste à la traction, se casse quand on le veut faire ployer, c'est que par le moyen de cette inflexion, on tire les parties convéxes avec plus d'effort qu'on ne sçauroit faire en tirant droit le verre par les deux boutes, comme l'on pourra voir dans la suite de ce discours.

lxxxvi. *Difficulté de casser un œuf en le pressant de bout en bout.* C'est pour cela qu'on trouve une si prodigieuse résistance dans un œuf qu'on voudroit écraser en le pressant de bout en bout entre les deux mains ; ce qui paroît bien surprenant à ceux qui n'en sçavent pas la raison, vû que la coque des œufs est si fraîle, & qu'on peut les rompre avec tant de facilité, lors qu'on les presse en d'autres sens. La raison de ceci est, que la coque étant brusque, ne peut se rompre, à moins qu'elle ne ploye : or quand on presse l'œuf par les deux bouts, sa coque ne sçauroit ployer. Car imaginons l'œuf AB, & qu'on le presse pour faire approcher les deux bouts. Afin que le bout A s'approchât de B, & qu'il fût par exemple en *a*, il faudroit que les côtez C, D, s'élargissent comme l'on voit en *c*, *d*, en sorte que tout le tour *c d*, fût plus grand que n'est le tour CD ; ce qui ne se peut



peut faire, parce que la coque d'œuf ne peut point s'allonger, & toute fraîle qu'elle est, elle peut néanmoins assez rester à la force qui la tireroit. Aainsi le tour de l'œuf C D C B, A D B, ne peuvent aussi se courber, ni par consequent se rompre. Il n'en va pas de même, quand on presse l'œuf par les côtez, parce que le contour de l'œuf pris en ce sens n'étant pas rond, mais ovale, peût changer de figure sans s'allonger; & ainsi la coque peut ployer, & par consequent se rompre.

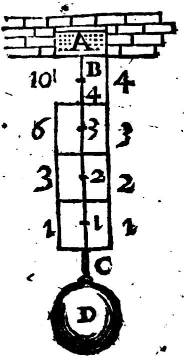
Ainsi l'on peut faire des colonnes de planches de bois, qui seront trés- lxxxvij *Force des colonnes.*



fortes ; car si on les joint ensemble comme les doiles des barriques, en leur donnant une petite courbure, & les environnant de quelques cercles de fer, ces colonnes ainsi creuses seront capables de supportrer de tres-pesants fardeaux. Il y a apparence que les anciens Architectes ont eu égard à ceci dans la construction des colonnes qu'ils ont fait rondes & un peu renflées.

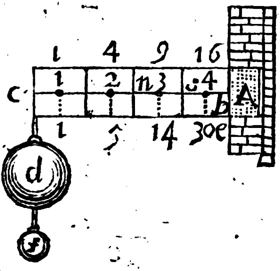
lxxxviij *Un bâton résiste plus étant tiré qu'étant ployé.*

Imaginons un bâton BC attaché par le bout d'enhaut à un plancher inébranlable, & que par l'autre il soûtienne un poids D. Ce bâton aura grande force, & pourra peut-être soûtenir un plus grand poids que quelque gros cable que ce soit. Néanmoins



moins la force de ce bâton n'est pas infinie, & l'on pourroit mettre en D un poids si énorme, qu'enfin le bâton ne pourroit plus résister, & qu'il se romproit à force d'être tiré, comme feroit un cable. Je suppose que le poids D est le plus grand que le bâton puisse soûtenir sans se rompre; de sorte que si l'on ajoûtoit quelque chose en C, le bâton se romproit. Imaginons maintenant que ce même bâton est attaché horizontalement par un bout à la muraille A aussi inébranlable, & que par l'autre bout on attache le même poids; alors ce bâton

Figure de la page suivante.



bâton ne sçauroit résister, & il se rompra infailliblement. Et pour le montrer, imaginons que tout ce bâton soit attaché en A ou *A* dans son extrémité B ou *b* par une corde A B ou *A b*, & que ce soit cette corde seule qui résiste ou qui soûtienne tout le corps B C D ou *b c d*: il est certain que le poids *d* tirera la corde bien plus lors que le bâton est horizontal, que lors qu'il est vertical. Car lors qu'il est horizontal, il y a une balance dont le centre est *e*, un bras est *e b*, & l'autre bras est *e c*. Le poids *d* tirant *e*, tire avec d'autant plus de force la corde en *b*, que la ligne *c e* est plus longe que *e b*. Ainsi si l'on fait *d* à *f*, comme *c e* à *e b*, le poids *f* sera le le plus grand que puisse soûtenir ce bâton posé horisontalement, & attaché comme nous avons supposé. Or l'on conçoit aisément que la liaison des parties d'un bâton de bois vient de ce que ces parties sont en effet comme attachées non par un seule corde, mais par une infinité de petits filamens qui doivent se rompre, afin que le bâton se rompe. lxxxix.

Quelle est la proportion de la résistance du bâton en ces deux situations.

Il faut prendre garde néanmoins que la proportion que je viens de mettre, ne peut pas étre celle qui se trouve en effet dans le bois. Car supposé qu'un bâton de bois horizontal ayant un pouce de largeur, & 10. de longueur, est rompu par le poids de dix livres, il seroit rompu (selon la proportion que je viens d'assigner) quand il est vertical, par un poids de 400. livres. Cependant il est certain que si ce bâton horizontal peut soûtenir dix livres, il en pourra, étant vertical, soûtenir plus de mille, & plus de dix mille. Mais dans la proportion que j'ay assignée, j'ay supposé que le bâton fût attaché par quelque corde, & que tout l'effort se fît seulement à l'extrémité *b* ou B; au lieu que ce sont une infinité de filamens qui traversent le bâton, & qui en lient tirent partout toutes les parties: desorte que l'effort de la traction ne se fait pas seulement sentir à l'extrémité *b* ou B, mais il se distribuë tout-le-long du bâton. Il faut donc imaginer le bâton non comme une piéce solide, qui soit seulement attachée en A ou en *A* par la corde A B ou *AB*, mais comme une suite de petites parties 1, 2, 3, 4, qui soient toutes enfilées par de semblables cordes; lesquelles cordes sont aussi tirées par le poids D ou *d*; & de cette maniére la corde qui enfile sera incomparablement plus tirée à proportion quand le bâton est horizontal; & c'est à quoy il semble que ceux qui ont traité de ceci n'ont pas fait assez de réflexion.

2e. *Premiere Hypothése pour mesurer la force du bâton tiré de long.* Figure de la page 207. Pour connoître encore mieux ces proportions, pensons que le bâton est composé de quatre petits quarrez égaux, lesquels étant pesans eux-mêmes, tirent une corde qui les enfile en telle sorte qu'elle soit attachée aux centres de ces quatre quarrez, comme si c'étoient quatre cordes differentes. Le pémier & plus bas quarré tirant sa corde 1 2, avec un degré de force à raison de sa pesanteur; le second tirera la sienne 2 3, avec deux degrez,

degrez, parce qu'il ne la tire pas seulement avec sa propre pesanteur, mais encore avec celle du prémier, ces deux quarrez ne faisant qu'un poids à l'égard de cette corde 2 3, qui les soûtient. Ainsi cette corde 2 3 sera tirée avec deux degrez. Le même le 3e. quarré tirera sa corde avec trois degrez, & le 4e. avec quatre. Que si maintenant nous imaginons que ce ne sont plus quatre cordes distinctes, mais une seule corde qui ensile tout sans être attachée qu'aux extrémitez A & C; alors tous ces degrez de tractions se communiqueront à toutes les parties de toute la corde; en sorte que le degré, dont le prémier quarre tire, se repand dans toute la longueur de toute la corde, & les deux degrez du second quarré aussi, & les trois du 3e., & les quatre du 4e. Ainsi tous ces degrez se trouvent joints ensemble au nombre de dix dans toute la corde, laquelle par consequent est tirée avec dix degrez.

xci. *Et du même tiré de coté.*

Mais si ces quarrez sont posez horizontalement, tous ensemble tireront la corde *bc* comme s'ils étoient suspendus du point du milieu *n*, où est leur centre de gravité; & comme cette ligne depuis *b* jusqu'au centre est quatre

Figure de la page 208.

quatre fois aussi grande que *e b*, l corde en *b* sera tirée par ces quarrez quatre fois autant qu'elle l'est dans la 1re. figure où les quarrez sont posez verticalement. Ainsi la corde du 4e. quarré étant tirée avec quatre degrez dans la 1re. figure, elle le sera avec 16. degrez dans la 2e. figure. De même la corde du 3e. quarré sera tirée avec 9. degrez, celle du 2e. avec 4. & celle du prémier avec un: & tous ces degrez joints ensemble feront 30. degrez, avec lesquels la corde sera tirée.

xcij. *Progression Arithmétique & progression des quarrez qui se rencontrent ici.* D'où l'on voit que les degrez de traction croissent arithmétiquement dans les parties verticales, comme le nombre des mêmes parties; & que dans les horizontales ils croissent comme les quarrez des mêmes nombres.

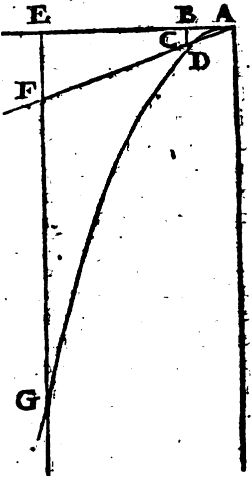
xciij. *Seconde Hypothése.* Si au lieu d'avoir partagé le bâton en quatre parties, on s'imaginoit qu'il fût partagé en 8. tous les degrez de traction dans la corde verticale étant 36 (ce qui provient de la somme de tous ces nombres arithmériques 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.) les degrez de la corde horizontale seront 204. (ce qui provient de la somme de tous ces 8. quarrez 1. 4 9. 16. 25 36. 49. 64.)

D'ou

D'où il paroît que la force de la traction peut croître infiniment davantage dans le bâton horizontal, plus que ne porte la régle générale que j'avois posée dans l'article 88. qui est néanmoins l'unique qui avoit été assignée jusques ici par les Auteurs.

Si l'on fait un peu de réfléxion sur ceci, on verra bien qu'il se peut prendre une si petite partie du bâton, qu'elle tirera autant (& même davantage) étant verticale qu'étant horizontale. Imaginons donc que la partie B 4. ou b 4. dans les mêmes figures des pages 207. & 208. (est celle qui est également tirée dans l'une & dans l'autre position. Ensuite si l'on allonge le bâton jusqu'en C & c, des mêmes figures, il faut examiner combien il sera tiré étant horizontal, & combien étant vertical. Imaginant le bâton composé d'une infinité de parties, dont les filamens aillent de bout en bout; soit tirée la Parabole A D G, & la tangente A E, la parallèle à l'axe B D, en sorte que A B soit égale à la longueur de la partie du bâton B 4. ou b 4 Soit de plus tirée la ligne droite A C F, en sorte que le traingle rectiligne A C B soit égal à l'espace parabolique A D B. Aprés cela, XCIV. *Expression géométrique de la force de ces bâtons.*

soit



ſoit priſe A E égale à la longueur de tout le bâton B C, ou *b c*, & tirée la paralléle E F G : je dis que le triangle A E F repréſantant la force de la traction dans le bâton vertical, (comme le triangle A B C repréſente la traction dans la ſeule partie B,) l'eſpace parabolique A G E repréſentera la traction dans la bâton horizontal.

L'effet

L'effet sera toûjours le même, soit que la force soit ramassée dans une seule corde, qui enfile toutes les parties du long du bâton, ou qu'elle soit distribuée entre plusieurs cordes. Car il est aisé de voir que si la force ou la résistance qui étoit dans la seule corde du milieu *A b*, étoit divisée dans les deux cordes des extrémitez *b*, *e*, également éloignées du milieu *b* ou bien dans les trois *o*, *b*, *e*, ou dans tant que l'on voudra, qui soient rangées également de part & d'autre par-dessus & par-dessous le milieu; il est, dis je, aisé de voir que le poids *d* surmontera également toute cette résistance réünie au milieu, ou divisée autour du milieu: Car ce qui se gagne de force dans les cordes de dessus en s'éloignant du point d'appuy *e*, se perd dans les corde de dessous, qui s'approchent du même point d'appuy *e*. xcv. *La résistance est la même, soit qu'elle soit reünie en un seul filament, ou qu'elle soit divisée entre plusieurs.*

Davantage, en tout ceci nous avons supposé que ce qui fait la liaison des parties de ce bâton, étoient comme des cordes qui enfilent tout le long toutes les parties du bâton en sorte que ces cordes étant tirées par un bout, sont aussi tirés par l'autre bout. Mais cela n'est pas ainsi, & sans doute xcvi. *On ne sçauroit donner une régle générale pour la résistance de tous les corps.*

te les filamens qui lient les parties du bois, ou des autres corps qui se caſſent, ne vont pas librement de bout en bout; mais au contraire, il eſt certain qu'ils ſont fort cours, dans les unes plus; & dans les autres moins, ſelon que les corps ſont plus ou moins bruſques. Et comme il n'eſt pas poſſible de ſçavoir cette longueur, dont la diverſité change infiniment les proportions des forces & des réſiſtances; je ne crois pas auſſi qu'il ſoit poſſible de donner une régle générale, pour déterminer ces proportions dans les corps particuliers,

Une corde tirée se rompt au milieu.

On peut néanmoins faire quelque
xcvij réfléxion, pour voir l'endroit où les corps ſe doivent rompre en ployant, ou étant tirez. Prémiérement, une corde tirée par quelque force étrangére doit ſe rompre au milieu préciſément, parce que la traction ſe diſtribuant partout également, la rupture doit ſe faire dans l'endroit de la corde le plus foible. Or cét endroit eſt juſtement au milieu; parce que vers les extrémitez, les filamens ſont attachez aux endroits où les bouts de la corde ſe tiennent: ainſi ils peuvent réſiſter davantage, & tenir plus fortement les filamens qui ſuivent, & qui

qui s'embaraſſent avec ces prémiers: de-ſorte que ces ſeconds filamens tiendront mieux que les troiſiémes, & ceux ci mieux que les quatriémes, & ainſi des autres, juſqu'à ceux du milieu.

Par même raiſon, ſi les filamens qui lient les parties des corps étoient entrelacez comme dans les cordes, & alloient librement de bout en bout, ces corps tirez ſe romproient auſſi au milieu: mais puiſque ces filamens ne vont pas ainſi de bout en bout, il faut que ces corps ſe rompent dans l'endroit où ſe fait la traction la plus violente; & il faut maintenant rechercher où ſe fait une telle traction. xcviij. *Où ſe rompent les autres corps.*

Si l'on prend un bâton par les deux bouts, & qu'on le faſſe ployer, en mettant le genouïl au milieu entre les deux mains, la plus grande traction ſe fera au milieu ſur le genouïl: Car il eſt bien manifeſte que les parties qui ſont au milieu ſur le genouïl dans le côté convéxe, ſont tirées en deux ſens oppoſés, les unes vers la main droite, & les autres vers la main gauche; au lieu que les parties qui ſont dans la moitié du bâton, qui eſt vers la main droite, ne ſont tirées proprement qu'en un ſens: ainſi la diviſion, xcix. *Bâtons que l'on rompt ſur le genouï* sion, où la rupture se doit faire sur le genouïl; outre que c'est-là où le levier étant plus long, donnera aussi plus d'avantage.

c. *Poutres, ou pierres appuyées par les deux bouts.*

De même, s'il y a une poutre, ou une longue pierre appuyée sur deux

murailles B, C, & qu'au milieu A on pose un grand poids, qui fasse ployer cette poutre ou cette pierre, la rupture doit se faire au milieu A. Car il se fait ici une balance renversée; & comme si dans la deuxiéme figure un bâton étoit appuyé sur le pivot A, & qu'aux deux extrémitez il y eût deux poids égaux B, C, ce bâton seroit courbé de même que si on le tiroit par les deux bouts avec les mains sur le genouïl, & la ruprure se feroit au milieu: ainsi dans la premiere figure le poids

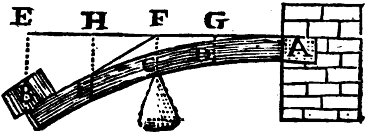
poids pressant en A, les deux bouts B & C demeurant immobiles, le même effet doit s'ensuivre, & la ruprure doit se faire en A.

Si au lieu de mettre le poids (dans la prémiére fig.) ou le genouïl (dans la deuxiéme (au milieu A, on le mettoir à côté en D, il faudroit plus de force pour rompre le corps C B. Car dans la deuxiéme figure, afin que les filamens qui sont en D soient tir[illegible] maintenant avec la même force que l'étoient ceux d'A, quand le soûtien y étoit, il faut que la force (ponctuée) appliquée sur C, soit d'autant plus grande, que la distance C D est plus petite, en sorte que comme C D est à C A, ainsi soit la force qui tire quand l'appuy est en A, à la force (ponctuée) qui tire quand l'appuy est en D. Il est vray aussi qu'alors la force appliquée en B doit diminuer d'autant plus que la distance B D augmente; mais on voit bien que cette distance B D ne peut augmenter au plus que du double, & qu'ainsi la force appliquée en B ne doit jamais diminuer tout au plus que de la moitié, pour tirer également en D: au lieu que la distance C D pouvant diminuer à l'infini, du bouble, du tri-

ci. Pou-tres, ou pierres pressées hors du milieu.

ple, du centuple, & de toute autre proportion que l'on voudra; on doit aussi augmenter du double, du trible, du centuple, & à l'infini, la force en C afin qu'elle contrebalance à la force appliquée en B, & qu'elle tire la partie D avec la même violence que le prémier poids C tiroit les parties A, lors que le soûtien y étoit. D'où l'on voit aussi qu'il faut bien plus de force pour rompre un bâton lors que le genouïl n'est pas au milieu entre les deux mains, que lors qu'il y est. Il en est de même à l'égard de la prémiére figure. La proportion de ces forces, qui font ainsi le même effet, s'exprime en cette sorte. Les forces C & B (lorsque le soûtien est en D,) sont ensemble aux forces C & B (lors que le soûtien est en A,) comme le rectangle C A B au rectangle C D B.

cij. *Force des pontres ou des pierres.* Mais si une bàton, ou une poutre, ou quelqu'autre corps, est attaché à une muraille par un bout A, & que par l'autre bout B on le presse, soit avec un poids qu'on mettroit par dessus, soit avec la main; la rupture se feroit au milieu C entre A & B; supposé que les filamens qui en font la liaison fussent entrelacez, comme ils le font



ſont dans les cordes, & que d'ailleurs ils allaſſent librement de bout en bout. Mais puiſque ces filamens ne vont pas ainſi d'un bout à l'autre, la rupture ſe doit faire au milieu de la derniére partie vers A, parce que c'eſt-là que ſe fait la plus grande traction, tant à cauſe du plus grand poids qui y agit, lorſque tout le corps A B eſt peſant, qu'à cauſe que le levier y eſt plus long.

Le poids ou la force appliquée en B, tirera en bas toutes les parties du corps A B, comme s'il étoit ſuſpendu de chaque partie I C D; & tout ce corps A B ayant, comme nous ſupposons, la faculté de ployer partout, il ſe fait ici d'une façon renverſée, ce qui ſe fait dans les cordes tenduës, ou

ciij. Ces corps ſe courbent en Parabole.

plutôt dans les filets attachez par les deux bouts, sur lesquels seroient appuyées des lignes paralléles également pesantes & également éloignées les unes des autres, qui contraindroient les filets de se courber en Parabole, comme il a été démontré dans l'article 76. Aussi en cette rencontre le corps A B se courbe en Parabole, disposée à rebours de l'autre, comme il est assez aisé de le prouver en appliquant ici les démonstrations de cét article 76. & des suivants, & en faisant voir que les tangentes A F, B F, ou quelques autres que ce soient, doivent se couper au milieu entre les deux points A & B, ou entre les autres par où l'on auroit tiré ces tangentes.

CIV. *Régles générales de la résistance des solides.* Voicy maintenant quelques propositions générales touchant la *resistance des solides*, dont la démonstration se peut faire géometriquement sur ce que nous venons d'établir, & dont chacun pourra tirer une infinité de Problêmes utiles & agréables. Nous supposons ici, pour plus grande facilité, que les corps dont nous parlons, & que nous comparons ensemble, sont des Prismes, dont les sections ou les bases sont des figures semblables,

bles, à moins que dans quelque cas particulier on ne dise expressément quelque autre chose. Nous supposons aussi, si on ne s'explique autrement dans les cas particuliers, que tous ces corps sont unis en telle sorte qu'ils se rompent seulement au bout où ils sont attachez, comme s'ils y étoient arrêtez par des cordes qui se rompissent à force de tirer ces corps.

CV. Des corps attachez horizontalement par un bout.

I. *Si les corps attachez par un bout sont d'égale grosseur, l'effort qu'ils font à se rompre par leur propre pesanteur, est en raison doublée de leur longueur.* Car dans la figure de la page 208. prenant tout le corps A*c* d'une part; & d'une autre part prenant seulement A*s*, dont la longueur ne soit par exemple, que la 4e. partie de la longueur A*c*; le corps A*c* agira contre *b* pour le rompre, comme s'il étoit suspendu de son milieu *n* où est son centre de gravité; & le corps A*s* agira comme s'il étoit suspendu du point 4, où est son milieu & son centre de gravité. Or A*n*. A4 :: A*c*. A*s*. Ainsi donc le corps A*c* agira plus fortement par cela seul, qu'il est appliqué plus loin que ne l'est A*s*: & cette augmentation d'action ou de force prise de ce seul chef sera comme la longueur A*c* à la longueur A *s*. c'eſt-à-dire 4. fois plus grande. Mais d'autre part, le corps A *c* étant plus peſant; ſçavoir 4. fois plus que le corps A *s*, comme la longueur A *c* eſt 4. fois plus grande que la longueur A *s*; ce corps A *c* agira encore de ce chef avec plus de force ſelon la même raiſon de la longueur A *c* à la longueur A *s*, c'eſt-à-dire, 4. fois plus fortement. Ainſi tout le corps A *c* agira en tout ſelon la raiſon priſe deux fois, (c'eſt-à-dire, ſelon la raiſon doublée) de la longueur A *c* à la longueut A *s*, c'eſt à-dire, que A *c* agira 16. fois davantage que ne fera A *s*. Et ſi ce qui tient ces corps en *b* étoient des cordes, il faudroit que les cordes qui tiennent le corps A *c* fuſſent 16. fois plus fortes.

II. *Si les corps ſont de même groſſeur, la force à ſoûtenir un fardeau, faiſant préciſion de ce que peut faire leur propre peſanteur, eſt ſimplement en raiſon réciproque des longueurs, en prenant la longueur depuis l'endroit où ils ſont attachez, juſqu'à l'endroit où eſt appuyé le fardeau.* Si le corps A *c* peut ſoûtenir ſur *c* un millier peſant, il pourra ſoûtenir ſur *s* quatre milliers ſans ſe rompre: Car le même fardeau *d* poſé pré-

prémiérement en *c*, & puis en *s*, agira plus fortement en *c* qu'en *s* dans la raison de la longueur A*c* à la longueur A*s*, c'est-à dire, 4. fois davantage.

III. *S'ils sont de méme longueur, la force absoluë à soûtenir un fardeau sans se rompre, faisant précision de ce que peut faire leur propre pesanteur, est en raison triplée des largeurs.* Comme si le corps A*c* a prémiérement toute la largeur *eo* & puis qu'on le divise, & qu'on ne luy laisse que la largeur *eb*, par exemple, la moitié; il est manifeste qu'il ne tiendra pas si fort dans la surface qui n'a que cette petite largeur *eb*, que dans la surface qui a la largeur (deux fois) plus grande *eo*; & que la différence sera comme ces surfaces, ou en raison doublée des largeurs *eb*, *eo*, c'est à-dire, du quadruple. Car comme chaque point de ces surfaces *eo* ou *eb*, est uni à autant de points du corps A par des fibres, comme par autant de petites cordes qui l'y tiennent; plus cette surface *eo* sera grande à l'égard de la surface *eb*, plus aussi sera-t elle attachée fortement, puis qu'elle y sera attachée avec plus de fibres ou de cordes. De plus, à raison du levier, dont le centre eſt *e*, un bras eſt *cb*, l'autre bras, dans le corps *coe*, eſt *eo*, & dans le corps *cbe*, c'eſt *eb*; d'où il ſuit que le corps *coe* donne moins de priſe, & a plus d'avantage dans la même raiſon d'*eb* à *eo*, c'eſt-à-dire, du double. Ainſi la force entiére de tout le corps *coe* à celle du corps *cbe*, ſera en raiſon triplée d'*eo* à *eb* c'eſt-à dire, huit fois plus grande.

IV. *S'ils ſont de même longueur, l'effort qu'ils font à ſe rompre par leur propre peſanteur, eſt ſimplement en raiſon des largeurs.* Si les corps *coe*, *cbe*, étoient attachez ſeulement par des cordes en *o* & en *b*, il faudroit que les cordes d'*o* fuſſent deux fois auſſi fortes que celles de *b*. Car à la verité tout le corps *eoe* a plus de peſanteur que le corps *cbe*, en raiſon doublée des largeurs *oe*, *be*, c'eſt-à-dire, quatre fois plus. Mais à raiſon du levier, dont le centre eſt *e*, un bras eſt *ce*, un autre bras dans le corps *coe* eſt *eo*, & dans le corps *cbe*, c'eſt *eb*; donc l'effort du corps *coe* eſt plus petit que celui de *cbe* en raiſon d'*eo* à *eb*, c'eſt-à-dire du double, Ainſi tout l'effort du corps *coe*, ſera à l'effort du corps *cbe* ſimplement en raiſon d'*eo* à *eb*, c'eſt-à dire, double.

V. *Dans*

V. *Dans les corps de même longueur, qui font effort de se rompre par leur propre pesanteur, la force respective, c'est-à dire, la resistance qu'ils font pour ne point se rompre, à l'égard de l'effort que fait leur pesanteur ; ou bien l'effort que fait la pesanteur à l'égard de la force à resister, est en raison doublée des largeurs.* Car absolument parlant le corps *c o e* est plus fort que le corps *c b e*, en raison triplée d'*o e* à *b e*, par la 3e, propos. de cét article. Mais aussi l'effort que fait la pesanteur du corps *c o e* contre *o e* est plus grand en raison simple d'*o e* à *b e*, par la 4e. propos. Ainsi la force de tout le corps *c o e* comparée avec l'effort de sa pesanteur, est à la force du corps *c b e* comparée aussi avec l'effort de sa pesanteur, en raison doublée d'*o e* à *b e*.

V I. *En tout ceci, la longueur du bras vertical du levier, se doit prendre depuis le point d'appuy (e) jusqu'à la hauteur du centre de gravité de la surface (e b o.)* Car comme chaque point de cette surface *e b o* tient avec une certaine force, & résiste à l'effort que fait l'autre bras, nous pouvons imaginer cette force, de chaque point, comme une pesanteur qui le feroit aller vers le corps A comme vers son horizon:

Ainsi le centre de cette espéce de pesanteur seroit au même point, où est en effet le vértitable centre de gravité de cette surface. Mais comme ce centre de gravité se trouve toûjours dans les figures semblables, dans une distance du point *e* proportionnée aux hauteurs *eb*, *eo*; on peut prendre indifféremment pour bras des balances, ou les hauteurs des surfaces, ou les distances, jusqu'au centre de gravité.

II. *Dans tous les corps, de quelque longueur & de quelque largeur qu'ils soient, la force absoluë est en raison composée de la raison triplée des largeurs, (si les sections sont des figures semblables, ou si elle ne le sont point, de la raison des surfaces & de la raison des hauteurs, jusqu'au centre de gravité,) & de la raison réciproque des longueurs.*

CVI. *Des corps appuyez horizontalement sur le deux bouts.*

VIII. *Les corps appuyez par les deux bouts ont deux fois autant de force que ceux qui ne sont attachez que par un bout, & qui d'ailleurs auroient même grosseur & même longueur.*

IX. *Les régles précédentes sont véritables dans les corps appuyez sur les deux bouts, ayant égard à la force qu'ils ont à porter sur le milieu, sans s'y rompre.*

X Dans

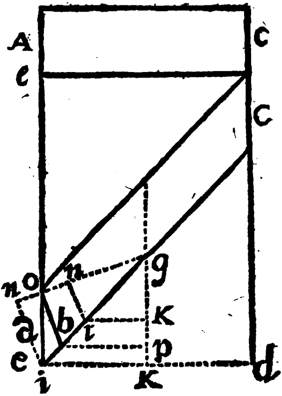
X. *Dans les corps de même longueur & de même grosseur, dont les uns portent un fardeau sur le point du milieu A, & les autres sur un point D hors du milieu plus près d'un bout que de l'autre; les forces à porter ainsi sans se rompre, faisant précision de leur propre pesanteur, sont réciproquemont comme les rectangles des segmens* CAB, CDB. (101.) Fig. de la page 218.

XI. D'où il suit que *si le corps étoit de telle figure, que sa section de bout en bout fût circulaire ou elliptique, & que les sections de travers fussent des figures semblables, il seroit partout également fort.* Car ces sections de travers sont toûjours égales ou proportionnelles aux rectangles CDB. cvij.

XII. *Dans les corps inclinez attachez par un bout, ou appuyez sur les deux bouts, les forces absoluës de leurs extrémitez sont comme dans les corps de même longueur horizontale, (c'est-à dire, qui seroient terminez entre deux plans verticaux & paralleles,) & dont les sections faites par un même plan vertical, seroient égales* Ainsi le corps incliné (ca) a autant de force en (eo,) que l'horizontal *c* A, quoy qu'il soit plus long & plus étroit, pourvû que tous les deux soient de même longueur horizontale; sçavoir que tirant *cd* verti- *Des corps inclinez.* Figure suivante.

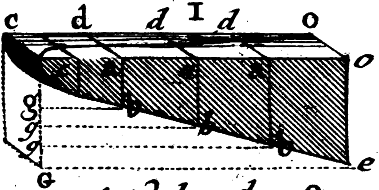
cale, & *de* horizontale, on trouve *de* égale à *c* A : & que d'ailleurs la surface (e o) soit aussi égale à la surface *e o*, & *c* à (c), & la hauteur *e o* à la hauteur (e o.)

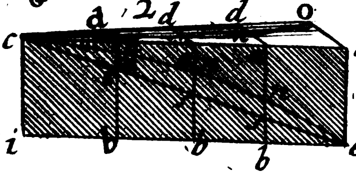
XIII. *Déterminer l'endroit où un corps incliné attaché par un bout se doit rompre, en considerant toutes les parties de ce corps unies en long par les mêmes filamans qui les traversent de bout en bout,* De l'extrémité (o) de la surface d'en-haut, au point g de la surface d'embas, où est la ligne de direction de



tour

tout ce corps, tirez la ligne droit
sur laquelle soit perpendiculaire
je dis que le corps se doit rompr
b. Car imaginant le point *b* co
le centre d'une levier, dont un
seroit *bp* sur lequel est appuyé
le poids du corps (*a c*,) & l'autre
seroit *b o*, qui résisteroit à la div
De même imaginant un autre p
quel qu'il soit, *i*, plus haut ou
bas dans la même surface, co
centre d'un autre levier *k i o*;
trouve toûjours que *p b* ait plus g
raison à *b o*, que *k i* n'en a à *i o*,
à-dire que le bras *i o* soit plus gr
l'égard du bras *i k*, que *b o* ne l
l'égard de *p b*; il sera vray aussi q
poids (*a c*) agira plus fortement
le levier *p b o*, que dans le levier
Or cela se trouve en effet; car i
in paralléle à *b o*, ou perpendi
re à *g o*, il sera toûjours vray
pb. *bo*::*ki*. *in*, à cause que
pb, *ki*, que *bo*, *in*, sont co
g b, *g i*. (Géom. 6. 42.) Or *i*
toûjours plus grande que *in*, (G
2. 19.) puis que par la suppositi
est perpendiculaire: ainsi *i o* sera
jours plus grande à l'égard de *k i*
b o ne l'est à l'égard de *p b*; & par
sequent la surface en *i o* est plus





s
it
s,
on
ne
t,
ra-
a-
ou
p-
n-
ses
x-
ce
ur.
ras
lus
le
G,
ffe-
des
en
ure
ussi
fur-
ba.
bad
tant

P.23.

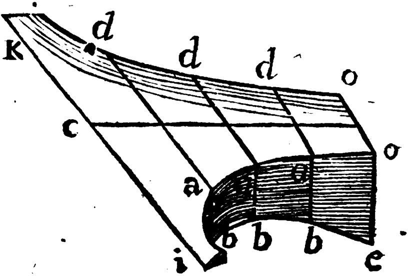
étant compensée par la grandeur du bras *b a*, cette surface *b a d* doit résister au poids qui agiroit par le bras *b g*, autant que la surface *e o* O résiste au même poids qui agit par le bras *e* G.

cix. Console triangulaire également forte partout. Figure 2.

De même, si un autre Consôle a les deux surfaces de dessus & de dessous égales, paralléles &, triangulaires; & les surfaces des côtez parallélogrammes *oeic*, en sorte que *oe*, *ic*, soit verticales; cette Consôle sera aussi également forte partout à porter un fardeau sur c. Car le fardeau agiroit contre la surface *b a d* plus foiblement que contre la surface *e o* O, comme *b i* est plus court que *e i*; mais aussi la surface *b a d* tiendroit moins que la surface *e o* O, comme *a d* est plus court que *o* O, c'est-à-dire comme *i b. i e*.

cx. Consôle hyperbolique également forte partout.

De même; si la surface d'enhaut est un plan terminé par deux Hyperboles asymptotes *o a a*, O *d d*, & par la droite asymptote *i k*, le surface d'embas un plan *e i k*, les surfaces des côtez courbes faites par des verticales *a b*, *a b*, & *d*, *d*; cette Consôle sera aussi également forte partout à porter un fardeau sur le point *c*, ou sur toute la ligne *i k*, pourvû que ce far-



fardeau soit également étendu par-deçà & par-delà le point c. Car suivant la nature de l'Hyperbole, toutes les surfaces $b\,a\,d$, paralléles à la surface $e\,o\,O$, sant toûjours égales, & les balances $o\,e\,G$, $a\,b\,g$, toûjours semblables.

CXI. *Pyramide horizontale également forte partout.*

Mais si dans la figure 2. de la page 232. on imagine une sorte de Pyramide $c\,n\,e$, dont les sections $n\,a\,n$, paralléles à la base $e\,o\,O$, soient semblables, & la section verticale $c\,n\,e$, soit une Parabole; dont l'axe est $c\,i$; cette Pyramide posée horizontalement sera également fort partout, ayant égard à l'effort que fait sa propre pesanteur. Car l'effort de la partie

tie *can* à l'effort de tout le corps *co e*, ayant égard à la seule pesanteur, est en raison composée des longueurs *ca*, *co*, & des surfaces *nan*, *eo* O : car ces corps *coe*, *can*, sont toûjours la cinquiéme partie des Prismes qui ont même base *eo* O, ou *nan*, & même longueur *oc*, ou *ac*, & par consequent sont comme ces Prismes en raison composée des longueurs *oc*, *ac*, & des surfaces *eo* O, *nan*. Et ayant égard aux leviers, dont les centres seroient *n* ou *e*, un bras *n a* ou *eo*, un autre bras égal à la distance *ac* ou *oc* (ou à la sixiéme partie de cette distance, où l'on peut démontrer que se trouve le centre de gravité des corps *can*, *coe*, (l'effort de la partie *ca n* à l'effort de tout le corps *co e*, est réciproquement comme *ca*, *co*; ainsi tout l'effort de ces Corps, tant à raison de la pesanteur, qu'à raison du levier, est en raison des surfaces *nan*, *eo* O : mais aussi la force, ou la résistance des surfaces *nan*, *eo* O, est comme les surfaces mêmes *nan*, *eo* O.

Nous pouvons considérer maintenant une Pyramide posée verticalement comme les pointes des clochers, & examiner la force qu'elles ont à resi- cxij. *Pyramides verticales également* *fortes partout* résister au vent, & à se soûtenir. Si c'est une Pyramide, dont la section par l'axe soit rectiligne, comme *es*

Fig. 2. de la page 232. *co* & que nous fassions précision de la pesanteur, considérant seulement la liaison qu'ont les parties entr'elles; elle sera également forte partout, pour résister au vent qui feroit effort pour l'abbatre. Car la force du vent qui souffle sur toute la surface *oesc*, est à la force du vent qui souffle sur la partie *asc*, comme toute la surface *oesc* à la partie *asc*, c'est-à-dire, en raison doublée de *oc*, *ac*: mais aussi la force qui tient les surfaces *eo* O, *sad*, est comme ces surfaces même, c'est-à-dire, en raison doublée de *eo*, *sa*, ou de *oc*, *ac*; & d'ailleurs les balances *ceo*, *csa*, sont semblables, en prenant pour un de leurs bras *ce*, & *cs*, ou bien leur tiers, où se trouve le centre de gravité des surfaces *ceo*, *csa*, contre lesquelles le vent souffle.

cxiij. *Tour parabolique également forte par tout*

Si la section par l'axe de la Pyramide est la Parabole *cbe*, dont l'axe est *co*, cette Pyramide sera également forte partout pour résister au vent, ayant égard à la force de la pesanteur des parties qui résistent par leur propre poids. Car la force du vent qui souf-

souffle sur toute la surface paraboli- que *obec*, est à la force du vent qui souffle sur la partie *acb*, comme toute cette surface à cette partie, ou en raison composée de *co*, *ca*, & de *oe*, *ab*: & ayant égard aux leviers, dont un bras seroit la hauteur *oc*, ou *ac*, (ou bien la distance, qui est toûjours proportionnelle à cette hauteur, jusqu'au centre de gravité de ces surfaces paraboliques, & par consequent de la force du vent, (& l'autre bras seroit *eo*, ou *ab*; l'effort du vent seroit plus grand contre *oe* que contre *ab*, en raison de *oe*, *ab*; de-sorte que tout l'effort du vent, tant à raison de la grandeur des surfaces sur lesquelles il souffle, qu'à raison du levier, est toûjours en raison composée de *oc*, *ac*, & de la raison doublée d'*oe*, *ab*. Mais aussi la résistance ou la force des surfaces *eo* O, *bad*, est comme la pesanteur des corps *eoc*, *bac*, c'est-à-dire, en raison composée de la raison d'*oc*, *ac* & de la raison doublée d'*oe*, *ab*. Fig. 1. ne la page 232,

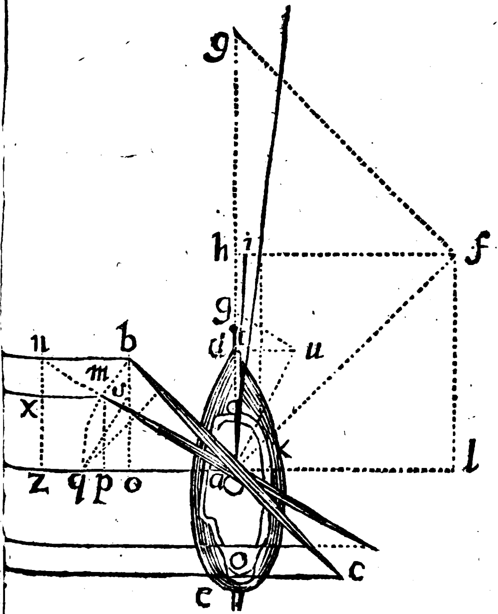
CXIV. *Endroit le plus foible d'une*

On voit bien par-là que la Pyramide *ocse* est est plus forte vers le bas *oe*, que vers le haut *as*, ou (*as*,) si l'on a égard à la résistance que fait en effet

la

Pyramide épointée. la pesanteur : Mais si la Pyramide est coupée vers la pointe en (a s) elle sera plus forte vers le bas & vers le haut, que vers un endroit de l'entre-deux : & c'est un problême assez beau, que de déterminer l'endroit où cette Pyramide est ainsi le plus foible, & où par conséquent le vent la doit rompre & l'abbatre. Voicy comme le Problême se propose. *Une Pyramide épointée (a s e o) étant donnée, trouver la section (s a s) parallele à la base e o O, qui soit telle que le trapéze (a s s a) multiplié par la ligne tirée de son centre de gravité perpendiculairement sur sa base (s a,) ait plus grande raison au morceau pyramidal (a s s a d r) multiplié par la base du trapéze (s a, que tout autre trapéze fait par une autre section, & multiplié de même par la ligne tirée de son centre de gravité sur sa base, au morceau pyramidal emporté par cette nouvelle section, & multiplié par la base de ce nouveau trapéze.* Ce Problême est plus long que difficile.

CXV. *Application des régles de Méchanique* Toutes ces connoissances peuvent être de grand usage dans l'Architecture & dans les autres Arts ; & si des ouvriers aidez seulement par une longue expérience & par un bon sens, peuvent juger de la fermeté ou des défauts d'un


g
h
i
f
g
n
b
a
t
u
m
s
x
k
l
z
q
p
o
a
o
c
c
e
n

au mouvement d'un Vaisseau.

d'un Bâtiment & de choses semblables ; il n'y a point de doute, que si ce bon sens & cette longue partique est aidée de ces connoissances de Méchanique, ils pourront juger avec incomparablement plus d'assûrance ; ils trouveront mieux les remédes aux inconvéniens qui se présenteront ; ils prendront leurs précautions avec plus de sûreté, & s'épargneront sans doute bien des frais inutiles. Ce discours, qui ne doit contenir que les régles générales, ne semble pas permettre qu'on en fasse icy une application particuliére ; mais je croy qu'on ne sera pas marry de voir dans un exemple quelque essay de l'usage que l'on peut faire des Méchaniques, pour expliquer la Nature, & pour perfectionner les Arts. Je prens donc pour sujet le mouvement d'un Vaisseau qui est sans doute un des plus beaux ouvrages de l'Art, & où l'industrie des hommes semble le mieux ménager les loix méchaniques de la Nature.

cxvi. *Démonstration du chemin d'un*

Considerons donc un Vaisseau *dae* dont la grande vergue *bc* soûtienne la voile dans la même situation, tandis que le vent souffle de coté *nb*, *za*. Tirons la perpendiculaire à la vergue, sçavoir

ſçavoir *a f*, & une autre ligne *a d g* ſuivant la quille du Vaiſſeau, une troiſiéme *f g*, paralléle à la vergue ou à la voile. Suivant ce qui a été démontré au diſcours du Mouvement local §. 28. l'effort du vent pouſſeroit la vergue vers *a f*; & ſi le Vaiſſeau étoit tout rond comme une boule, ſe pouvant mouvoir indifféremment de tous côtez avec la même facilité, il ſeroit mû en cette rencontre vers *a l*, puis que c'eſt de ce côté-la qu'il ſeroit pouſſé par le vent. Mais le Vaiſſeau étant plus long que large, & ayant plus de facilité à ſe mouvoir le long de la quille vers *a g*, qu'à ſe mouvoir de côté vers *a l*, il avancera plus vers *g* que vers *l*, ſelon que cette facilité ſera plus grande. Suppoſons donc qu'il ſe meuve cent fois plus aiſément le long de la quille que de côté, & qu'il faille cent fois plus de force à le pouſſer de côté d'*a* vers *l*, qu'à le pouſſer de la poupe *e* vers la prouë *d*; achevons le rectangle *f h a l*; prenons *h i* la centiéme partie de *h f*: je dis que le Vaiſſeau ira ſur la ligne *a i*. Car l'impreſſion qui le porte vers *a f* ſe peut entendre compoſée de deux, dont l'une le porte le long de la quille vers la ligne *h f*, & l'autre de côté vers *l f*,

Vaiſſeau pouſſé par un vent de côté.

(Mouvement local §. 25.) Mais comme cette impression du côté ne peut agir que de la centiéme partie, il est clair qu'au temps que le Vaisseau sera parvenu à la ligne *bf*, il n'aura fait de côté que l'espace *bi*, sçavoir, la centiéme partie de *bf*, qu'il auroit fait, s'il fût allé aussi librement de ce côté-là.

cxvij. *Autre démonstration de ce chemin.* L'on peut encore concevoir, que le Vaisseau se meut sur la ligne *ag* comme sur un plan incliné; car dans le triangle *afg*, le Vaisseau seroit porté par le vent directement vers *af*, comme un poids vers l'Horizon; & supposant qu'il ne pût se mouvoir de côté, mais seulement le long de la quille, son impulsion le porteroit vers *g*, mais avec un degré diminué, en sorte que si la force du vent étoit représentée par la ligne *af*, l'impulsion n'agiroit vers *ag* que par la force exprimée par la ligne *ah*, suivant l'art. 51. parce qu'icy *ah* est à *af*, comme *af* à *ag*; ainsi le Vaisseau iroit jusqu'en *h* par cette force du vent *af*. Mais cependant le Vaisseau n'étant pas tout-à-fait incapable de se mouvoir de côté, & étant susceptible de la centiéme partie de ce mouvement, il faudroit prendre *ak* la centiéme partie

tie de *af*, & tirer la parallele *ki*; car ainsi l'on auroit *ai* le chemin du Vaisseau, & l'on connoîtroit en même temps qu'il auroit dérivé de l'espace *bi*.

En cecy nous ne comptons point ce que toute la masse du Vaisseau, donnant de la prise au vent, peut contribuer pour faire deriver davantage; nous supposons aussi que le gouvernail (ez) est tout droit suivant la quille.

Considérons aprés cela que le Vaisseau & le vent demeurant dans la même disposition, on change le biais de la vergue, & qu'elle est maintenant en *am*, faisant un angle plus aigu avec le vent. Tirons *au* perpendiculaire à la vergue; ce sera selon cette ligne *au*, que le Vaisseau sera poussé par le vent. (Mouv. local §. 28.) Tirons de plus *mp*, *bo*, perpendiculaires au vent *ap*; & soit prise la longueur *au*, en sorte que *af* soit à *au*, en raison doublée de *bo* à *mp*; tirons enfin *ud* perpendiculaire à la quille *ad*, sur laquelle on prend la centiéme partie *dt*; Je dis que le Vaisseau ira par la ligne *at*, en même temps qu'il seroit allé par *ai*, si la vergue fût demeurée en *ab*. Car faisant du centre *a* le cercle *bmq*, les

cxviij. *Changement de biais des vergues & des voiles.*

 per-

perpendiculaires *q s*, *q r*, (égales à *m p*, *b o*,) mesureront la force du même vent *q a*, qui vient frapper sur ces deux vergues (Mouvement local §. 24. 25. 26.) & comme *q s*, ou *m p*, est plus petite que *q r*, ou *b o*, aussi la force du vent diminuë de ce seul chef, à proportion que cette ligne *m p* est plus petite que *b o*: mais d'ailleurs la force du vent diminuë encore avec la même proportion d'un autre chef; car quand la vergue est en *a b*, elle est poussée par tout le vent qui est entre *b n* & *a x*; au-lieu que quand elle est en *a m*, elle n'est poussée que par le vent qui est entre *m x* & *a x*; ainsi ces deux forces diminuënt dans la même proportion que le font *n x* & *x x*, ou *b o* & *m p*; de-sorte que la force du vent, à tout prendre, diminuë deux fois dans la proportion de *b o* à *m p*, c'est-à dire, dans la raison de *f a* à *n a*, qui ont été prises en raison doublée de *b o* à *m p*. Donc la force du vent étant exprimée par *a f*, lorsque la vergue est en *a b*, cette force sera exprimée par *a u*, lorsque la vergue sera en *a m*; ainsi le Vaisseau seroit porté en *u*, s'il étoit également susceptible de tout mouvement: mais comme il se meut cent fois plus aisé-
ment

ment selon la quille *a d* que de côté, il se mouvra vers *t*, selon ce qui a été démontré auparavant.

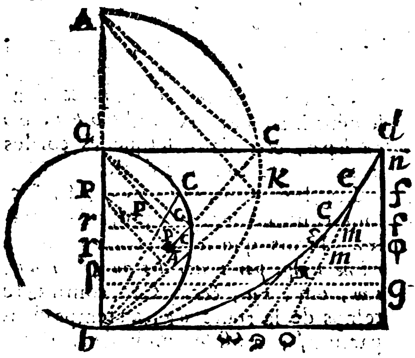
Par ces considérations on peut déterminer quel est le biais de la vergue, qui est le plus propre pour avancer chemin; car plus la vergue est oblique vers le vent, moins le Vaisseau dérive, mais aussi il avance moins; au contraire, plus la vergue est droite au vent, plus le Vaisseau dérive, de-sorte que la vergue pourra être en telle disposition, qu'il dérivera autant qu'il avancera; & même aprés qu'on est venu à un certain angle, il est nuisible de l'augmenter davantage, puis que pour lors le Vaisseau en avanceroit moins; & ce sont ces angles que la Méchanique & la Géometrie peuvent parfaitement déterminer, aussi-bien qu'une infinité d'autres Problêmes considérables qui regardent la Marine: comme, par exemple, Deux Vaisseaux étant donnez, & le vent qui souffle, déterminer le Rhump & le biais qui est le plus propre à l'un pour poursuivre l'autre, ou pour le fuïr. Quand il faut aller à bandes, déterminer le meilleur biais qu'il faut prendre, & la grandeur des bandes. Déterminer quelle est la

cxix. *Autres considérations de Marine.*

meilleure figure du Vaisseau pour aller vite, ou pour être fort. Ce que peut faire le biais du gouvernail pour tourner les Vaisseaux, pour les empêcher de dériver, & pour les faire aller plus contre le vent. Pourquoy un Vaisseau peut aller contre le vent, quand bien même les voiles seroient toutes roides, comme celles de la Chine, qui sont de natte. Jusqu'à quel Rhumb de vent contraire on peut avancer sans se détourner. Quel avantage l'on peut tirer de la fléxibilité des voiles enflées, (en Parabole.) A quoy bon les voiles latines; & l'on peut démontrer qu'une voile latine, qui seroit échancrée en Hyperbole, dont le mât & l'Horizon seroient asymptotes, auroit une force égale partout en haut & en bas, pour faire pancher le Vaisseau sur le côté, quand bien le mât seroit infiniment élevé, ou la voile infiniment étenduë de tous côtez. Tout cela se peut résoudre par ces régles de Méchanique; mais je croy que ce qui a été expliqué peut suffire pour le dessein que je m'étois proposé.

Comme il reste icy quelques pages vuides, & que j'ay fait mention dans la Pré-

Préface du mouvement uniforme qui se feroit dans une Cycloide; je veux indiquer la maniere dont je procéde, pour démontrer cette uniformité, afin que quand M. Huygens aura publié sa démonstration, je puisse voir si j'ay été assez heureux pour concourir avec un si grand homme.



PENDULE

dans une Cycloïde.

DU cercle *a c b* on fait la Cycloïde *d e e s b*. *b ω o* eſt tangente. *dg*, *eo*, eo, *sω*; ſont diverſes tangentes. Je dis que le *mouvement d'un poids ſe fait toûjours en même temps par toutes ces tangentes dg*, *eo*, eo, &c. Car tirant des parallèles *da*, *fecP*, fm *ep*, φm*sx*p, &c. les tangentes *dg*, *eo*, eo, &c. ſeront égales, & également inclinées aux cordes *bPa*, *bp c*, *b*pc, &c. dans leſquelles cordes le temps eſt toûjours égal.

Les lignes *gd*, *gf*, *g*f, *g*φ, &c. ſont continuellement proportionnelles. Je dis que *le mouvement ſe fait en même temps par toutes les tangentes df*, *em*, em, *sμ*, &c. Car comme le temps de la route *dg*, au temps de ſa partie *df*; ainſi le temps de la route *eo*, au temps d'une pareille partie *em*.

Prenant deux progreſſions quelconques de ces tangentes, comme *df*, *em*, em, &c. d'une part; & *em*, em, *sμ*, &c. d'une autre; & imaginant

ginant qu'un corps commençant à descendre de *d*, se meut par *df*, & puis par *em*, em, &c.& qu'un autre corps égal au prémier, commençant par *e*, descend par *em*, e m, *εμ*, &c. Je dis, que *ces corps se mouvront en même tems dans les tangentes, qui seront dans un rang semblable de leur progression*, par exemple, par la 3. (em) de la progression *df*, *em*, em, &c.& par la 3. *εμ* de la progression *em*, em, *εμ*, &c. Car prenant les portions des cordes égales & également inclinées *a* P, *cp*, cp, *κπ*, &c. continuons la 3 cp, (égale à em) jusqu'à la rencontre d'*ad* au point C. Par le point C, tirons le cercle *b* CA. Si un poids descendoit par C c p *s*. commençant par C. il arriveroit en (c) en même temps qu'il parviendroit en *a*, s'il descendoit par A *a*, commençant par A; & continuant vers c p *b*, il parcourroit la ligne cp, en même temps que la ligne *a* P? (car il est fort aisé de voir que p P est paralléle à c *a*.) Or on sçait que le poids fait le chemin (cp) en même temps, soit qu'il ait commencé à se mouvoir par la ligne C c, ou qu'il soit venu par les deux a P, *cp*; ainsi le temps que met le poids à parcourir cette 3^e^. cp, en descendant par les trois *aP*, *cp*, *cp*, est le même que celuy qu'il mettroit en *a*P, s'il descendoit par A P, en commençant par A. Mais le même poids met aussi le même temps à parcourir la 3e. *x x*, (de la 2e. progression,) quand il commence à descendre par *cp*, & qu'il continuë en suite par cp, *x x*; car en prolongeant *x x*, on rencontre le cercle ACK, dans la ligne P*c*K, comme il est aisé de démontrer. Ainsi le temps par K *x*, est égal au temps par A *a*, & le temps par *x x* au temps pas *a*P.

De là il suit, que si l'on prend une progression de termes infinis *df*, *em*, *em*, *s μ*, &c. allant vers le pas de la Cycloïde *b*; le mouvement s'y fera toûjours en même temps, de quelque endroit que le corps commence à descendre. Et comme les termes de cette progression peuvent être faits aussi petits que l'on veut, en sorte que le premier *a*P ou *df*, ne soit que la milliéme, ou la cent-milliéme, ou la cent-millionniéme partie du diamettre *a b*; il est clair que tous ces termes de progression étant des tangentes infiniment petites de la Cycloïde, ils peuvent passer pour la Cycloïde même; & qu'ainsi le mouvement par

la

la Cycloïde se fait toûjours en même temps de quelque point que le corps commence à descendre. Si l'on veut, on peut réduire cecy à la démonstration des Anciens; car le mouvement qui se fait en ces tangentes qui vont ainsi en bas *d f*, *em*, em, &c. est toûjours plus court, que celuy qui se feroit par la Cycloïde *dees*, &c. quoy-que en multipliant les termes de la progression, on s'approche infiniment de l'égalité; mais aussi, si les tangentes sont tirées en haut *en*, en, *sv*, &c. le mouvement s'y fera en un plus grand temps que dans la Cycloïde.

Un poids suspendu du point *d* par une corde double du diamétre *a b*, se balançant entre deux Cycloïdes semblables *dees*, & *dEE*, décriroit en bas une Cycloïde entiére, égale & semblable aux superieures, & toutes ses vibrations se feroient en temps égal.. Car toûjours *eo*, eo, (ou *cb*, cb,) est la moitié du reste de la Cycloïde *eb*, eb.

FIN.

DEUX MACHINES

Propres à faire les

QUADRANS

Avec très-grande facilité.

Décrites & expliquées

Par le R. P. IGNACE GASTON PARDIES, *de la Compagnie de* JESUS.

QUATRIE'ME EDITION.

A LA HAYE,
Chez ADRIAN MOETJENS, Marchand Libraire près la Cour, à la Librairie Françoise.

M. DCCX.

PREFACE.

LA difficulté que l'on experimente dans la pratique des Quadrans, & dans cette suite ennuïeuse de diverses opérations qu'on est obligé de faire quand on suit la méthode commune, fait perdre ordinairement le plaisir que l'on auroit à s'exercer à une occupation qui est d'ailleurs si curieuse & si utile. C'est pour quoy on ne sçauroit assez estimer les inventions qui nous rendroient ces pratiques aisées. Voicy deux machines, qui semblent assés propres pour cela, puisque par leur moyen on peut

peut apprendre, en moins d'une heure, la maniére de faire toutes sortes de Quadrans, & qu'on peut pratiquer, comme en se joüant, ce qu'on a appris, & faire sur les murailles, & dans les chambres, toutes sortes d'Horloges, avec une trés-grande facilité.

Il ne faut pas s'imaginer que l'usage de ces instrumens ne soit qu'une opération méchanique, où l'on agit à l'aveugle, sans sçavoir ce que l'on fait. S'il s'agit d'opération, les pratiques les plus simples, & les plus sures doivent passer pour les plus sçavantes, & pour les plus Géométriques; & j'estime qu'il est bien mal-aisé de rien faire avec moins de peine, ni avec plus de certitude, que par le moyen de ces machines. Mais

s'il

s'il s'agit d'apprendre la Théorie des Quadrans, je ne croy pas qu'on puisse le faire mieux que par le moyen de ces machines mêmes, où l'on fait comprendre aisément la raison de toutes les opérations, le rapport des lignes horaires, & du cours du Soleil, les sections que font les arcs des Signes, & en un mot toute la science de la Gnomonique.

La description de ces Machines est tirée d'un livre Latin, intitulé, Horologium Thaumanticum. *C'est une sorte d'Horloge, qu'on a appellée ainsi* Thaumantique, *à cause d'une Iris artificille, ou d'un Arc-en-ciel, qui étant répandu dans toute une chambre, y marque les diverses heures, les Signes du Zodiaque, les degrez de hauteur, & tout ce qu'on peut marquer*

quer dans les Horloges, avec d'autres particularitez qui doivent paroître d'autant plus curieuses, qu'elles sont particuliéres à cette sorte de Quadran, & que ceux qui ont traité le plus exactement de ces choses, n'ont encore donné rien de semblable. On y connoît à chaque moment quels sont les endroits de la Terre qui sont éclairez du Soleil, & ~~quels sont~~ ceux qui sont dans l'obscurité de la nuit. On y voit d'un coup d'œil tous les lieux où le soleil se léve actuellement, & où il se couche. On y remarque les Païs qui ont de longs jours, & ceux qui ont de longues nuits; on y distingue vers les Poles tous les endroits qui ont une nuit perpétuelle, ou qui voient le Soleil sans interruption; les heures Italiques & les

Ba-

Babyloniques ; la grandeur des Crépuscules, la durée des jours & des nuits. Ces nouvelles heures si ingénieusément inventées à Lion, y sont représentées par une seule ligne. Les signes ascendans & les descendans, les Maisons célestes, & tout le reste, qui feroient un épouvantable embarras dans les Quadrans ordinaires, se voient icy sans aucune confusion, & avec tant d'ordre, que la vuë même en est assez agreable.

A l'occasion de ce Quadran, qui n'avoit pas encore paru, on en décrit un autre, qui a grand rapport à celuy-là, & qui se fait sur un Globe, où sans aucun style, l'ombre du Globe même marque toutes les mêmes choses qui se voient en cét Horloge Thaumantique : de-sorte que tout

tout ce qui se fait dans l'un par le confin de l'ombre, & de la lumiére, qui divise tout le Globe; se fait dans l'autre, par le moyen d'un Arc-en-ciel, qui entre dans la chambre, & qui la partage.

Comme un Arc en-ciel, qu'on fait ainsi par artifice, a quelque chose d'admirable, on s'est attaché dans ce Livre-là à donner divers moyens de le faire; & peut-être que ceux qui se plaisent aux inventions de la Dioptrique, en trouveront icy quelques-unes qui leur agréeront, ou du moins qui les exciteront à faire quelque nouvelle recherche sur les ouvertures qu'on y donne, pour perfectionner ce qui est icy commencé, & qui peut avoir de trés-grands usages.

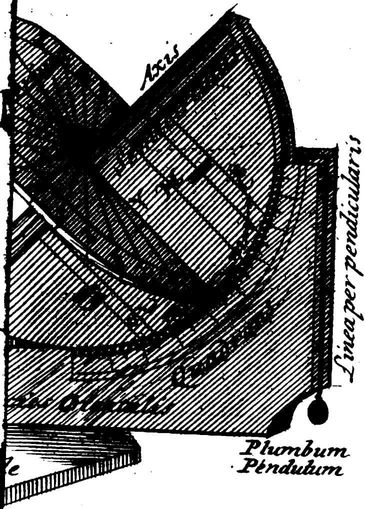
Enfin, on donne en ce même Livre

Livre un moyen de trouver les foyers des sections Coniques, propres à décrire dans les Quadrans les arcs des Signes. On avoit déja l'invention de faire ces sortes de lignes, par le moyen de certains filets; mais cette invention, qui seroit trés-commode dans la description des Quadrans, a été jusqu'icy inutile dans la pratique, à cause de la difficulté extrême qu'il y a de trouver les foyers, c'est-à-dire, les points où il faut attacher les filets: de sorte qu'on avoit plûtôt fait de décrire les Signes par la méthode ordinaire, quelque longue qu'elle fût, que d'entreprendre à calculer, ou à opérer, pour trouver le point de ces foyers. On donne donc icy une proposition générale, & une démonstration Géométrique, par

la-

laquelle on trouve trés-aiſément ces foyers en toutes ſortes de ſections, n'y ayant autre choſe à faire, qu'à tirer deux lignes paralleles à deux autres lignes déja données.

DEUX


Axis
Linea perpendicularis
Plumbum
Pendulum

maſſive, & bien unie. Nous l'apellons *le Plan horizontal*, parce que dans l'uſage il doit être mis horizontalement, ou à niveau.

2. Vers un coin de ce Plan il y a une cheville bien tournée, ſur laquelle eſt la ſeconde Piéce, que nous appellons *le Plan Meridional*, qui doit tourner ſur cette cheville comme ſur un pivot, en ſorte qu'il demeure toûjours à angles droits avec le plan horizontal.

3. Il y a au côté de *ce Plan* un plomp, qui peut ſervir de niveau.

4. Ce même Plan eſt fait de deux piéces; l'une qui eſt la plus baſſe, ſe nomme *le Quadran*, parce que c'eſt un quart de cercle diviſé en quatre-vingts-dix degrez; l'autre eſt un *demi cercle*, qui eſt tellement engagé dans le Quadran, qu'il peut tourner, en s'inclinant, ou en ſe dreſſant, tant que l'on veut. Le diamétre de ce demi cercle s'appelle *l'Axe*, & ſon centre s'appelle ſimplement *le Centre* de l'inſtrument, comme le filet qui en ſort s'appelle *le filet du Centre*.

5. La troiſiéme Piéce eſt un *Cercle* diviſé en vingt-quatre parties égales, dont chacune ſe peut diviſer en deux, ou en quatre. Ce cercle ſe joint tellement

lement avec le Plan Méridional, qu'il fait toûjours avec luy des Angles droits, quoy-qu'il puisse changer de place, & être mis en diverses situations. L'une des faces de ce Cercle s'appelle *Surpérieure*, & l'autre *Inférieure*.

6. Dans le demicercle on voit les mois marquez d'une certaine maniére. Ceux qui ne se soucient que de la partique, ne doivent pas se mettre en peine de sçavoir comment on a marqué icy ces signes, ou ces mois, puisque trouvant des instrumens déja tout-faits, & tout marquez, ils peuvent s'en servir, pour faire les Quadrans, suivant l'usage qu'on va expliquer.

7. Mais ceux qui veulent de plus sçavoir marquer cét instrument même, pourront s'y prendre de cette maniére. Sur l'axe *ah*, on tire la perpendiculaire *ab* égale au demidiamétre du Cercle. De *b*, comme du centre, on fait le cercle *ac*. On prend de part & d'autre, depuis *a* jusques à *e*, vingt-trois degrez 30. & tirant les lignes droites *be*, *be*, qui coupent l'axe en *f*, *f* on a dans ces deux points *f*, *f*, les endroits où doivent être les deux Tropiques, & où il faut Fig 1.

n
en
on
er
ſ-
eu
ez
cle
ge.
e;
ar-
les
par
les

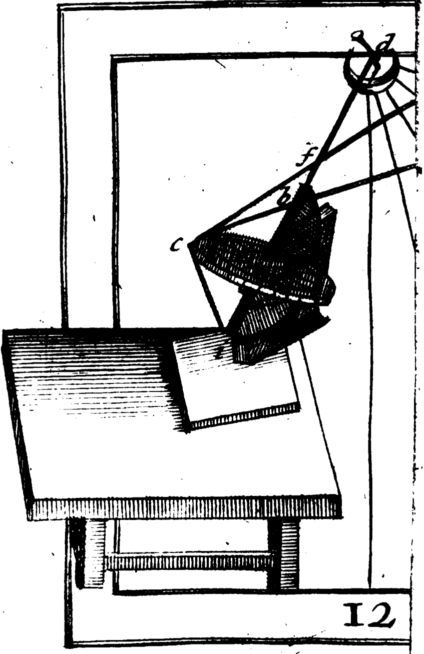
les paralléles *k l*, *k l*, & de cette sorte on aura les degrez jusqu'a 70. & davantage. Il est bon de mettre ces petits degrez du côte Oriental du Demi-cercle, & les grands du côté Occidental.

Usage de la premiere Machine.

PLOBLE'ME I.

Décrire un Quadran sur quel que surface que ce soit.

.1 METTEZ une table ferme & inébranlable contre la muraille, ou autre surface, où l'on doit faire le Quadran, en sorte qu'il y ait un peu d'espace entre cette surface, & la table, à peu-prés autant que doit être grand le style. Sur le bord de la table placez à niveau le *Plan horizontal* de l'instrument, ce que vous pourrez faire par le moyen du plomb qui est derriére le *Plan Méridional*. Car si en tournant de tous côtez ce Plan Méridional, vous voyez que le plomb descend toûjours, suivant la ligne marquée sur le dos de ce Plan Méridio- Fi.



12

même, que l'on fait cette opération. Et alors l'instrument sera placé comme il faut, le *Plan Meridional* répondra au Meridien du Ciel, l'*Axe* à l'Axe. le *Cercle* à l'Equateur.

4. Etendez tout le long de l'Axe le *filet du Centre*, jusqu'à ce qu'il aille rencontrer la muraille, soit en haut vers le Pole Arctique, soit en bas vers le Pole Antarctique. Le point de la muraille, où ce filet ainsi tendu ira se rendre, sera le Centre du Quadran, & toutes les lignes des heures iront aboutir à ce point, soit qu'il se trouve au dedans de la figure, même où l'on borne le Quadran, soit qu'il aille bien loin au delà. De plus, ce filet ainsi tendu marquera la situation qu'il faut donner au style, ou à l'aiguille du Quadran. Car si l'on met une verge de fer dans la muraille, au même endroit, & dans la même situation où est le filet, cette verge servira de style, & marquera tout-le-long de son ombre les heures. Que si le filet alloit trop loin dans la muraille, comme il arrive assez souvent, il seroit trop difficile, & même impossible d'attacher une si longue verge; & en ce cas, il suffit de mettre un autre style, dont le bout vienne

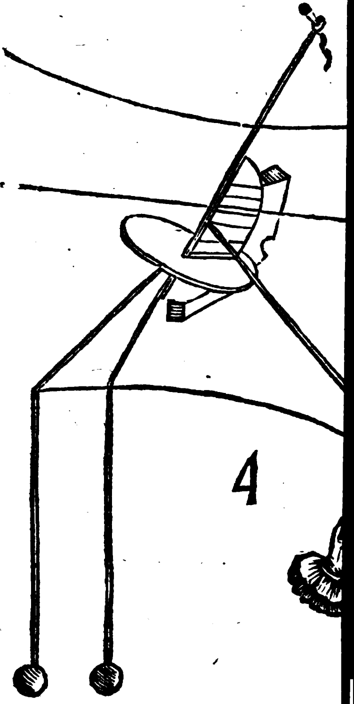
toucher l'Axe, ou le filet tendu par l'Axe, en quelque endroit que ce soit. On peut même donner à ce style la figure que l'on voudra, on en peut faire un Serpent, ou un Oiseau, & pourvû que le bec, ou son extrémité vienne toucher le filet, son ombre ne manquera pas de marquer l'heure par son extrémité.

5. Les heures se marquent en diverses maniéres. La prémiére est celle-cy. Aprés avoir ainsi placé l'instrument; prenez let filet du centre, & étendez le, en le faisant passet l'un aprés l'autre, par chaque heure de celles qui sont sur le Cercle, & marquez sur la muraille les points, où le filet ainsi étendu va aboutir, passant par chaque heure. Car tirant une ligne du centre du Quadran (qui est le point de la muraille, où va aboutir le filet passant par l'Axe,) par chacun de ces points, on aura toutes les lignes des heures, & par conséquent tout le Quardran. Que si le centre va trop loin dans la muraille, ou qu'il n'y aille point du tout, comme il peut arriver, il faut se servir de.....

6. La seconde maniére. Aprés avoir placé l'instrument comme dessus, pre-

prenez un autre filet, que vous atta
cherez, si vous voulez, au bout d
l'Axe *i*. Faites-le passer par quelqu
heure du cercle, comme *c*. Repliez
le, en l'étendant sur l'Axe, ou sur l
filet étendu par l'Axe, en sorte que c
filet *c* étant bien tendu, touche sim
plement l'Axe, ou le filet passant pa
l'Axe; en *b*, & puis en *f*, ou e
quelque autre endroit que ce soit, &
que les points où le filet ainsi tendu v
aboutit sur la muraille, soient *g* & *e*
Alors on n'a qu'à tirer la ligne *g e*
qui sera l'heure marquée en *c*. Apré
avoir ainsi marqué cette heure *c*
transportez le filet de *c* en une autr
heure, & vous marquerez par un
semblable opération toutes les heure
du Quadran.

7. La troisiéme maniére se prati
que de nuit. Mettez un flambeau en
telle situation, que l'ombre de l'Axe
passe par quelque heure du Cercle
Alors l'ombre du même Axe, ou du
filet étendu par l'Axe, marquera dan
la muraille la même heure, & il n
faut que passer le crayon tout-le long
de cette ombre. Aprés quoy trans
portant le flambeau, & faisant passe
l'ombre par quelque autre heure, on
la marquera de même sur la mu



4

Axe;) étendez le filet du Centre, le faisant passer successivement ›ut-autour de la circonférence du ercle; & de cette façon vous marquerez sur la muraille le Signe de *Can-r.* Que si vous transposez ensuite : Cercle sur chaque Signe l'un aprés autre, vous marquerez par une semlable opération tous les Signes du Zoliaque.

2. De même, si l'on pose le Cer-le sur le jour d'un mois, où tombe quelque Fête célébre, par exemple le 15. d'Août, le 24. Juin, ou quelqu'autre, on pourra marquer de même sur la muraille une ligne, en tirant le filet tout autour de la circonférence du Cercle, & l'ombre du style ne manquera pas de tomber sur cette ligne, pendant tout le jour de cette Fête.

3. Afin de marquer plus commodément sur la muraille divers points, où le filet va aboutir, il est bon d'avoir une aiguille de léton, d'argent, d'ivoire, ou de quelque autre matiére douce, & faire passer le filet par le pertuis *a* de cette aiguille, tandis qu'un plomp pendu au bout du filet *b*, le tient toûjours bien tendu. Car alors on remuëra fort aisément tout le fi-

PENDULE

dans une Cycloïde.

DU cercle *a c b* on fait la Cycloïde *d e e s b*. *b ω o* est tangente. *d g*, *ε o*, e o, *s ω*; sont diverses tangentes. Je dis que le *mouvement d'un poids se fait toûjours en même temps par toutes ces tangentes d g*, *e o*, e o, &c. Car tirant des parallèles *d a*, *f e c P*, f m e *p*, *φ* m *s x* p, &c. les tangentes *d g*, *e o*, eo, &c. seront égales, & également inclinées aux cordes *b P a*, *b p c*, *b* p c, &c. dans lesquelles cordes le temps est toûjours égal.

Les lignes *g d*, *g f*, *g* f, *g φ*, &c. sont continuellement proportionnelles. Je dis que *le mouvement se fait en même temps par toutes les tangentes d f*, *e m*, em, *s μ*, &c. Car comme le temps de la route *d g*, au temps de sa partie *d f*; ainsi le temps de la route *e o*, au temps d'une pareille partie *e m*.

Prenant deux progressions quelconques de ces tangentes, comme *d f*, *e m*, e m, &c. d'une part; & *e m*, e m, *s μ*, &c. d'une autre; & imaginant

ginant qu'un corps commençant à descendre de *d*, se meut par *df*, & puis par *em*, em, &c. & qu'un autre corps égal au prémier, commençant par *e*, descend par *em*, em, *ıμ*, &c. Je dis, que *ces corps se mouvront en même tems dans les tangentes, qui seront dans un rang semblable de leur progression*, par exemple, par la 3. (em) de la progression *df*, *em*, em, &c. & par la 3. *ıμ* de la progression *em*, em, *ıμ*, &c. Car prenant les portions des cordes égales & également inclinées *a* P, *cp*, cp, *κπ*, &c. continuons la 3 cp, (égale à em) jusqu'à la rencontre d'*ad* au point C. Par le point C, tirons le cercle *b* C A. Si un poids descendoit par C c p *s*. commençant par C. il arriveroit en (c) en même temps qu'il parviendroit en *a*, s'il descendoit par A *a*, commençant par A; & continuant vers c p *b*, il parcourroit la ligne cp, en même temps que la ligne *a* P ? (car il est fort aisé de voir que p P est paralléle à c *a*.) Or on sçait que le poids fait le chemin (cp) en même temps, soit qu'il ait commencé à se mouvoir par la ligne C c, ou qu'il soit venu par les deux a P, *cp*; ainsi le temps que met le poids à parcourir cette 3^e. cp, en des-

 centendant par les trois aP, ep, cp, est le même que celuy qu'il mettroit en aP, s'il descendoit par AP, en commençant par A. Mais le même poids met aussi le même temps à parcourir la 3e. xx, (de la 2e. progression,) quand il commence à descendre par cp, & qu'il continuë en suite par cp, xx; car en prolongeant xx, on rencontre le cercle ACK, dans la ligne PcK, comme il est aisé de démontrer. Ainsi le temps par Kx, est égal au temps par Aa, & le temps par xx au temps par aP.

De là il suit, que si l'on prend une progression de termes infinis df, em, em, $s\mu$, &c. allant vers le pas de la Cycloïde b; le mouvement s'y fera toûjours en même temps, de quelque endroit que le corps commence à descendre. Et comme les termes de cette progression peuvent être faits aussi petits que l'on veut, en sorte que le premier aP ou df, ne soit que la milliéme, ou la cent-milliéme, ou la cent-millionniéme partie du diametre ab; il est clair que tous ces termes de progression étant des tangentes infiniment petites de la Cycloïde, ils peuvent passer pour la Cycloïde même; & qu'ainsi le mouvement par

la

la Cycloïde se fait toûjours en même temps de quelque point que le corps commence à descendre. Si l'on veut, on peut réduire cecy à la démonstration des Anciens; car le mouvement qui se fait en ces tangentes qui vont ainsi en bas *d f*, *e m*, em, &c. est toûjours plus court, que celuy qui se feroit par la Cycloïde *d e e s*, &c. quoy-que en multipliant les termes de la progression, on s'approche infiniment de l'égalité; mais aussi, si les tangentes sont tirées en haut *e n*, en, *s r*, &c. le mouvement s'y fera en un plus grand temps que dans la Cycloïde.

Un poids suspendu du point *d* par une corde double du diamétre *a b*, se balançant entre deux Cycloïdes semblables *d e e s*, & *d E E*, décriroit en bas une Cycloïde entiére, égale & semblable aux superieures, & toutes ses vibrations se feroient en temps égal.. Car toûjours *e o*, eo, (ou *c b*, cb,) est la moitié du reste de la Cycloïde *e b*, *e b*.

FIN.

DEUX MACHINES

Propres à faire les

QUADRANS

Avec très-grande facilité.

Décrites & expliquées

Par le R. P. IGNACE GASTON PARDIES, *de la Compagnie de* JESUS.

QUATRIE'ME EDITION.

A LA HAYE,

Chez ADRIAN MOETJENS, Marchand Libraire près la Cour, à la Librairie Françoise.

M. D C C X.

PREFACE.

LA difficulté que l'on experimente dans la pratique des Quadrans, & dans cette suite ennuieuse de diverses opérations qu'on est obligé de faire quand on suit la méthode commune, fait perdre ordinairement le plaisir que l'on auroit à s'exercer à une occupation qui est d'ailleurs si curieuse & si utile. C'est pour quoy on ne sçauroit assez estimer les inventions qui nous rendroient ces pratiques aisées. Voicy deux machines, qui semblent assés propres pour cela, puisque par leur moyen on peut

peut apprendre, en moins d'une heure, la maniére de faire toutes sortes de Quadrans, & qu'on peut pratiquer, comme en se joüant, ce qu'on a appris, & faire sur les murailles, & dans les chambres, toutes sortes d'Horloges, avec une trés-grande facilité.

Il ne faut pas s'imaginer que l'usage de ces instrumens ne soit qu'une opération méchanique, où l'on agit à l'aveugle, sans sçavoir ce que l'on fait. S'il s'agit d'opération, les pratiques les plus simples, & les plus sures doivent passer pour les plus sçavantes, & pour les plus Géométriques; & j'estime qu'il est bien mal-aisé de rien faire avec moins de peine, ni avec plus de certitude, que par le moyen de ces machines. Mais *s'il s'agit d'apprendre la Théorie des Quadrans, je ne croy pas qu'on puisse le faire mieux que par le moyen de ces machines mêmes, où l'on fait comprendre aisément la raison de toutes les opérations, le rapport des lignes horaires, & du cours du Soleil, les sections que font les arcs des Signes, & en un mot toute la science de la Gnomonique.*

La description de ces Machines est tirée d'un livre Latin, intitulé, Horologium Thaumanticum. *C'est une sorte d'Horloge, qu'on a appellée ainsi* Thaumantique, *à cause d'une Iris artificille, ou d'un Arc-en-ciel, qui étant répandu dans toute une chambre, y marque les diverses heures, les Signes du Zodiaque, les degrez de hauteur, & tout ce qu'on peut mar-*

quer

quer dans les Horloges, avec d'autres particularitez qui doivent paroître d'autant plus curieuſes, qu'elles ſont particuliéres à cette ſorte de Quadran, & que ceux qui ont traité le plus exactement de ces choſes, n'ont encore donné rien de ſemblable. On y connoît à chaque moment quels ſont les endroits de la Terre qui ſont éclairez du Soleil, & ~~quels ſont~~ ceux qui ſont dans l'obſcurité de la nuit. On y voit d'un coup d'œil tous les lieux où le ſoleil ſe léve actuellement, & où il ſe couche. On y remarque les Païs qui ont de longs jours, & ceux qui ont de longues nuits; on y diſtingue vers les Poles tous les endroits qui ont une nuit perpétuelle, ou qui voient le Soleil ſans interruption; les heures Italiques & les

Ba-

Babyloniques ; la grandeur des Crépuscules, la durée des jours & des nuits. Ces nouvelles heures si ingénieusement inventées à Lion, y sont représentées par une seule ligne. Les signes ascendans & les descendans, les Maisons célestes, & tout le reste, qui feroient un épouvantable embarras dans les Quadrans ordinaires, se voient icy sans aucune confusion, & avec tant d'ordre, que la vuë mêmes en est assez agreable.

A l'occasion de ce Quadran, qui n'avoit pas encore paru, on en décrit un autre, qui a grand rapport à celuy-là, & qui se fait sur un Globe, où sans aucun style, l'ombre du Globe même marque toutes les mêmes choses qui se voient en cét Horloge Thaumantique : de-sorte que

tout

tout ce qui se fait dans l'un par le confin de l'ombre, & de la lumiére, qui divise tout le Globe; se fait dans l'autre, par le moyen d'un Arc-en-ciel, qui entre dans la chambre, & qui la partage.

Comme un Arc en-ciel, qu'on fait ainsi par artifice, a quelque chose d'admirable, on s'est attaché dans ce Livre-là à donner divers moyens de le faire; & peut-être que ceux qui se plaisent aux inventions de la Dioptrique, en trouveront icy quelques-unes qui leur agréeront, ou du moins qui les exciteront à faire quelque nouvelle recherche sur les ouvertures qu'on y donne, pour perfectionner ce qui est icy commencé, & qui peut avoir de trés-grands usages.

Enfin, on donne en ce même Livre

Livre un moyen de trouver les foyers des sections Coniques, propres à décrire dans les Quadrans les arcs des Signes. On avoit déja l'invention de faire ces sortes de lignes, par le moyen de certains filets; mais cette invention, qui seroit trés-commode dans la description des Quadrans, a été jusqu'icy inutile dans la pratique, à cause de la difficulté extrême qu'il y a de trouver les foyers, c'est-à-dire, les points où il faut attacher les filets: de sorte qu'on avoit plûtôt fait de décrire les Signes par la méthode ordinaire, quelque longue qu'elle fût, que d'entreprendre à calculer, ou à opérer, pour trouver le point de ces foyers. On donne donc icy une proposition générale, & une démonstration Géométrique, par la-

laquelle on trouve trés-aisément ces foyers en toutes sortes de sections, n'y ayant autre chose à faire, qu'à tirer deux lignes paralleles à deux autres lignes déja données.


Axis
Linea perpendicularis
Plumbum
Pendulum

massive, & bien unie. Nous l'apellons *le Plan horizontal*, parce que dans l'usage il doit être mis horizontalement, ou à niveau.

2. Vers un coin de ce Plan il y a une cheville bien tournée, sur laquelle est la seconde Piéce, que nous appellons *le Plan Meridional*, qui doit tourner sur cette cheville comme sur un pivot, en sorte qu'il demeure toûjours à angles droits avec le plan horizontal.

3. Il y a au côté de *ce Plan* un plomp, qui peut servir de niveau.

4. Ce même Plan est fait de deux piéces; l'une qui est la plus basse, se nomme *le Quadran*, parce que c'est un quart de cercle divisé en quatre-vingts-dix degrez; l'autre est un *demi cercle*, qui est tellement engagé dans le Quadran, qu'il peut tourner, en s'inclinant, ou en se dressant, tant que l'on veut. Le diamétre de ce demi cercle s'appelle *l'Axe*, & son centre s'appelle simplement *le Centre* de l'instrument, comme le filet qui en sort s'appelle *le filet du Centre*.

5. La troisiéme Piéce est un *Cercle* divisé en vingt-quatre parties égales, dont chacune se peut diviser en deux, ou en quatre. Ce cercle se joint tellement

lement avec le Plan Méridional, qu'il fait toûjours avec luy des Angles droits, quoy-qu'il puisse changer de place, & être mis en diverses situations. L'une des faces de ce Cercle s'appelle *Surpérieure*, & l'autre *Inférieure.*

6. Dans le demicercle on voit les mois marquez d'une certaine maniére. Ceux qui ne se soucient que de la partique, ne doivent pas se mettre en peine de sçavoir comment on a marqué icy ces signes, ou ces mois, puisque trouvant des instrumens déja tout-faits, & tout marquez, ils peuvent s'en servir, pour faire les Quadrans, suivant l'usage qu'on va expliquer.

7. Mais ceux qui veulent de plus sçavoir marquer cét instrument même, pourront s'y prendre de cette maniére. Sur l'axe *ah*, on tire la perpendiculaire *ab* égale au demidiamétre du Cercle. De *b*, comme du centre, on fait le cercle *ac*. On prend de part & d'autre, depuis *a* jusques à *e*, vingt-trois degrez 30. & tirant les lignes droites *be*, *be*, qui coupent l'axe en *f*, *f* on a dans ces deux points *f*, *f*, les endroits où doivent être les deux Tropiques, & où il faut Fig. 2.

 mar-

u
a
a
a-
e-
u
it
le
ie
et
ır
ia
le

in
i-
a-
n-
e-
en
on
er
f-
eu
ez
le
e.
e;
r-
les
par
les

les paralléles kl, kl, & de cette sorte on aura les degrez jusqu'a 70. & davantage. Il est bon de mettre ces petits degrez du côte Oriental du Demicercle, & les grands du côté Occidental.

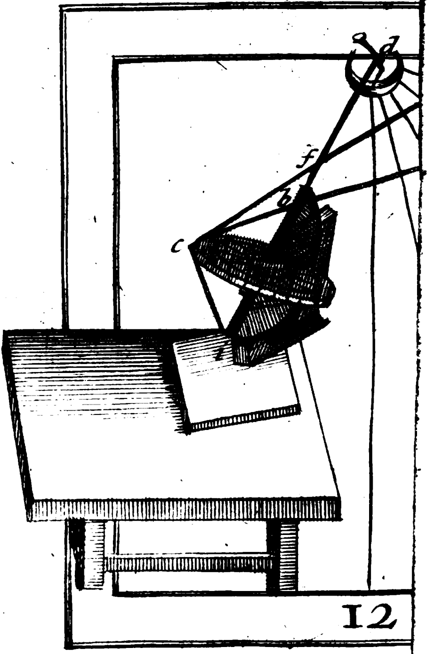
Usage de la premiere Machine.

PLOBLÉ'ME I.

Décrire un Quadran sur quel que surface que ce soit.

.1 METTEZ une table ferme & inébranlable contre la muraille, ou autre surface, où l'on doit faire le Quadran, en sorte qu'il y ait un peu d'espace entre cette surface, & la table, à peu-prés autant que doit être grand le style. Sur le bord de la table placez à niveau le *Plan horizontal* de l'instrument, ce que vous pourrez faire par le moyen du plomb qui est derriére le *Plan Méridional.* Car si en tournant de tous côtez ce Plan Méridional, vous voyez que le plomb descend toûjours, suivant la ligne marquée sur le dos de ce Plan Méridio- Fi.

 nal,


d
f
b
c
12

même, que l'on fait cette opération. Et alors l'instrument sera placé comme il faut, le *Plan Meridional* répondra au Meridien du Ciel, l'*Axe* à l'Axe, le *Cercle* à l'Equateur.

4. Etendez tout le long de l'Axe le *filet du Centre*, jusqu'à ce qu'il aille rencontrer la muraille, soit en haut vers le Pole Arctique, soit en bas vers le Pole Antarctique. Le point de la muraille, où ce filet ainsi tendu ira se rendre, sera le Centre du Quadran, & toutes les lignes des heures iront aboutir à ce point, soit qu'il se trouve au dedans de la figure, même où l'on borne le Quadran, soit qu'il aille bien loin au delà. De plus, ce filet ainsi tendu marquera la situation qu'il faut donner au style, ou à l'aiguille du Quadran. Car si l'on met une verge de fer dans la muraille, au même endroit, & dans la même situation où est le filet, cette verge servira de style, & marquera tout-le-long de son ombre les heures. Que si le filet alloit trop loin dans la muraille, comme il arrive assez souvent, il seroit trop difficile, & même impossible d'attacher une si longue verge; & en ce cas, il suffit de mettre un autre style, dont le bout vienne

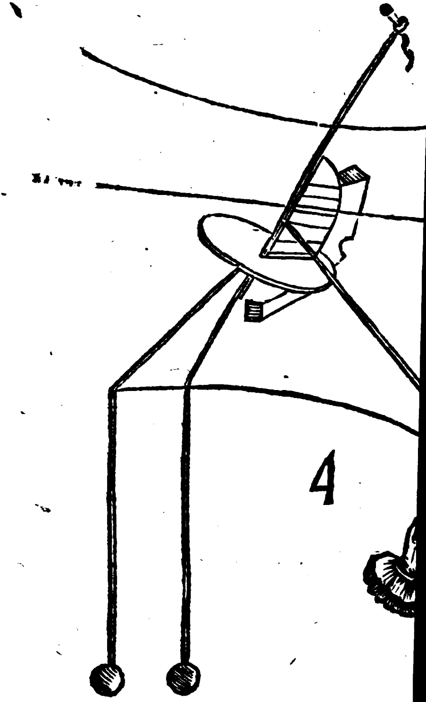
toucher l'Axe, ou le filet tendu par l'Axe, en quelque endroit que ce soit. On peut même donner à ce style la figure que l'on voudra, on en peut faire un Serpent, ou un Oiseau, & pourvû que le bec, ou son extrémité vienne toucher le filet, son ombre ne manquera pas de marquer l'heure par son extrémité.

5. Les heures se marquent en diverses maniéres. La prémiére est celle-cy. Aprés avoir ainsi placé l'instrument; prenez let filet du centre, & étendez le, en le faisant passer l'un aprés l'autre, par chaque heure de celles qui sont sur le Cercle, & marquez sur la muraille les points, où le filet ainsi étendu va aboutir, passant par chaque heure. Car tirant une ligne du centre du Quadran (qui est le point de la muraille, où va aboutir le filet passant par l'Axe,) par chacun de ces points, on aura toutes les lignes des heures, & par conséquent tout le Quardran. Que si le centre va trop loin dans la muraille, ou qu'il n'y aille point du tout, comme il peut arriver, il faut se servir de.....

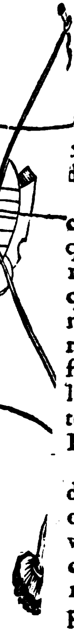
6. La seconde maniére. Aprés avoir placé l'instrument comme dessus, pre-

prenez un autre filet, que vous atta cherez, si vous voulez, au bout c l'Axe *i*. Faites-le passer par quelqu heure du cercle, comme *c*. Repliez le, en l'étendant sur l'Axe, ou sur l filet étendu par l'Axe, en sorte que c filet *c* étant bien tendu, touche sim plement l'Axe, ou le filet passant pa l'Axe, en *b*, & puis en *f*, ou e quelque autre endroit que ce soit, & que les points où le filet ainsi tendu v aboutir sur la muraille, soient *g* & *e*. Alors on n'a qu'à tirer la ligne *g e* qui sera l'heure marquée en *c*. Apré avoir ainsi marqué cette heure *c* transportez le filet de *c* en une autr heure, & vous marquerez par un semblable opération toutes les heure du Quadran.

7. La troisiéme maniére se prati que de nuit. Mettez un flambeau e telle situation, que l'ombre de l'Ax passe par quelque heure du Cercle Alors l'ombre du même Axe, ou d filet étendu par l'Axe, marquera dan la muraille la même heure, & il n faut que passer le crayon tout-le long de cette ombre. Aprés quoy trans portant le flambeau, & faisant passe l'ombre par quelque autre heure, o la marquera de même sur la mu



4



Axe;) étendez le filet du Centre, le faisant passer successivement tout-autour de la circonférence du cercle; & de cette façon vous marquerez sur la muraille le Signe de *Cancer*. Que si vous transposez ensuite le Cercle sur chaque Signe l'un aprés l'autre, vous marquerez par une semblable opération tous les Signes du Zodiaque.

2. De même, si l'on pose le Cercle sur le jour d'un mois, où tombe quelque Fête célébre, par exemple le 15. d'Août, le 24. Juin, ou quelqu'autre, on pourra marquer de même sur la muraille une ligne, en tirant le filet tout autour de la circonférence du Cercle, & l'ombre du style ne manquera pas de tomber sur cette ligne, pendant tout le jour de cette Fête.

3. Afin de marquer plus commodément sur la muraille divers points, où le filet va aboutir, il est bon d'avoir une aiguille de léton, d'argent, d'ivoire, ou de quelque autre matiére douce, & faire passer le filet par le pertuis *a* de cette aiguille, tandis qu'un plomp pendu au bout du filet *b*, le tient toûjours bien tendu. Car alors on remuëra fort aisément tout le filet,

let, & on marquera avec plus d'assûrance tant de points qu'on voudra sur la muraille.

PROBLE'ME III.

Marquer les Azimuts & les Almicantarats.

1. LAISSANT le Quadran en sa situation, dressez le demicercle, en sorte que son Axe soit tout droit en haut vers le point vertical. Et appliquant le Cercle en quelque endroit que ce soit, pourvû qu'il soit à angles droits, vous marquerez les Azimuts de la même maniére que vous avez marqué les heures, lors que l'Axe étoit incliné. Car mettant le filet sur chaque degré de ceux qui sont sur le Cercle, ou sur chaque 10e. ou 15e, & le faisant passer pardessus l'Axe, vous irez marquer sur la muraille divers points, où le filet ira aboutir.

2. Pour les Almicantarats, mettez le Cercle sur un de ces degrez, qui sont dans la ligne *l*, au dessous de l'Axe, par exemple sur 10. degrez, &

& paſſez le filet du centre tout autour de la circonférence, comme nous avons dit qu'il faut faire pour les arcs des Signes, & vous marquerez de cette maniére une ligne courbe ſur la muraille, qui ſera l'Almicantarat, ou le degré d'élévation ſur l'Horizon, tel qu'il eſt marqué à l'endroit où eſt poſé le Cercle, c'eſt-à-dire 10. Et quand l'extrémité de l'ombre tombera ſur cette ligne, ce ſera une marque que le Soleil eſt élevé pour lors ſur l'Horizon de 10. degrez; aprés cela tranſpoſez le Cercle ſur 20. degrez, & ſur 30. & ſur les autres, & vous décritez ainſi tous les Almicantarats, juſqu'au 45^e^ degré environ. Mais pour décrire ceux qui ſont au deſſus de 45, il faut avoir un autre petit Cercle, qui ne ſoit grand que de la quatriéme partie de celuy-cy, & qui ſe puiſſe enchaſſer de même ſur le demi-cercle. Car en plaçant ce petit Cercle, ſur les petits degrez, on pourra marquer ſur la muraille juſqu'à 70. degrez, qui eſt plus qu'il n'eſt néceſſaire, le Soleil ne montant jamais ſi haut en Europe.

PROBLE'ME IV.

Marquer les Maisons Célestes.

ABBATTEZ le demicercle, en sorte qu'il soit tout couché, & que l'Axe soit mis Horizontalement. Mettez le Cercle au milieu, & inclinez-le, en telle sorte qu'une de ses surfaces touchant le centre, la circonférence réponde au degré d'élévation du Pole qui est au Quadran. Alors étendant le filet tout-le-long de l'Axe, jusqu'à la muraille, vous aurez là le centre, où toutes les lignes des Maisons Célestes iront se croiser. Que si en suite on passe le filet par les heures, qui sont en nombre pair sur le Cercle 8. 10. 12. 2. 4. 6, on décrira toutes les Maisons Célestes de la même maniére qu'on a décrit les heures Astronomiques.

PRO-

PROBLEME V.

Décrire les Heures Italiques, Babyloniques, & Judaïques.

1. APRE'S avoir marqué les Tropiques & l'Equateur suivant le Probléme II, il n'y a pas grande difficulté à marquer ces heures, parce que chacune d'elles passe dans l'Equateur par un même point, avec chaque heure Astronomique, de sorte que l'on a là un point pour chaque heure, & il ne reste qu'à en trouver un autre, ce que l'on fait dans un des Tropiques, en cette sorte.

2. La ligne Horizontale entre les Tropiques, du côté de l'Orient, est la 24e heure Italique, & du côté de l'Occident, elle est la 24e Babylonique: & de part & d'autre la même Horizontale est aussi la 12e heure Judaïque. Ainsi prenant l'endroit d'un Tropique, où il coupe l'Horizon, & contant sur ce même Tropique heure par heure, on y aura un point pour chaque heure Italique & Babylonique. Par exemple, remarquant

que l'Horizon coupe le Tropique du *Cancre* à 7. heures & trois quarts du soir, prenez un point, à une heure devant, c'est à dire, à 6. heures trois quarts, & ce sera le point par où doit passer la 23e heure Italique; de sorte que tirant de ce point une ligne vers le point de l'Equateur où est la 5e heure Astronomique, vous aurez toute la ligne de la 23e heure Italique. En suite, tirez une autre ligne depuis le point de 5. heures & trois qu'arts de ce Tropique, jusqu'à 4. heures de l'Equateur, vous aurez la 22e heure Italique, &c.

3. De même, remarquant que l'Horizon coupe un Tropique du côté de l'Occident à 4. heures & un quart, vous devez prendre une heure aprés dans le même Tropique, c'est à dire 5 heures & un quart, & de là tirer une ligne vers les 7 heures sur l'Equateur, & ce sera la 1re. heure Babylonique. En suite la ligne tirée de 6. heures $\frac{1}{4}$ du Tropique jusqu'a 8 heures de l'Equateur, sera la 2e heure Babylonique, &c.

4. Si l'Horizon ne coupe pas les Tropiques vers l'Orient, ou vers l'Occident, sçachez seulement l'heure du lever & du coucher du Soleil,

aux

aux plus longs & aux plus courts jours de l'année. Par exemple, sçachant que le Soleil se léve aux plus courts jours à 7. heures $\frac{3}{4}$, vous n'avez qu'à tirer les lignes des heures Babyloniques par 6. heures $\frac{3}{4}$. 5. heures $\frac{3}{4}$. 4. heures $\frac{3}{4}$. 3. heures $\frac{3}{4}$ &c. du Tropique de *Capricorne*, le faisant passer par 7. heures 8. 9. 10. &c. de l'Equateur; ou bien sçachant que le Soleil se léve à 4. heures $\frac{1}{4}$ aux plus longs jours, tirez les lignes de 5. heures $\frac{1}{4}$. 6. heures $\frac{1}{4}$. 7. heures $\frac{1}{4}$. 8 heures $\frac{1}{4}$. &c. du Tropique de *Cancer* par 7. 8. 9. 10. &c. de l'Equateur, vous aurez les mêmes heures Babyloniques.

5. De même, sçachant que le Soleil se couche aux plus longs jours à 7. heures $\frac{3}{4}$, tirez les lignes de 6. heures $\frac{3}{4}$. 5. heures $\frac{3}{4}$. 4. heures $\frac{3}{4}$. 3. heures $\frac{3}{4}$ &c. du Tropique de *Cancer* par 5. heures 4. 3. 1. &c. de l'Equateur, vous aurez les heures Italiques.

6. Pour les Judaïques, partagez en six parties égales les heures qui sont depuis Midy jusqu'au Soleil couché ou levé, c'est à dire, jusqu'à l'Horizon, dans un Tropique, & de

chacune de ces parties tirez des lignes par chaque heure de l'Equateur, vous aurez les Judaïques: en sorte que la ligne Méridienne est toujours la 6e heure Judaïque, celle qui passe par une heure de l'Equateur est la 7e Judaïque, &c.

Dans le Latin on a indiqué une autre methode de décrire ces sortes d'heures, propre de cét instrument.

REMARQUE.

1. QUAND dans le Quadran on se contente de marquer les seules heures Astronomiques, il est indifférent de mettre quelque style que ce soit, pourvû que son extrémité vienne toucher quelque point de l'Axe. Mais lors qu'on y ajoûte les signes du Zodiaque, ou d'autres Cercles, il faut nécessairement que le bout du style réponde précisément au centre de l'instrument.

2. Il y a souvent trop d'embarras à faire des échaffauts si grands & si fermes, qu'on y puisse poser une table, & que l'instrument y soit arrêté sans branler. Ainsi il vaut beaucoup mieux tendre une toile de Peintre, ou un grand papier au bas de la muraille dans laquelle on veut faire le Qua-

Quadran, & opérer tout à son aise sur cette toile. Car le Quadran étant fait sur cette toile, on n'a qu'à le transporter avec une échelle au haut de la muraille, au lieu qui aura déja été préparé par les Massons, & l'appliquant en même situation qu'elle étoit au bas, marquer avec un poinçon toutes les lignes des heures & des arcs, suivant qu'elles sont tracées sur la toile. Mais surtout, il faut bien marquer la disposition du style, suivant que l'instrument la déterminoit sur la toile.

PROBLE'ME VI.

Faire une Horloge de Réfléxion dans une Chambre.

1. LES plus beaux Quadrans sont ceux de Réfléxions. On met sur la fenêtre un petit miroir, qui recevant la lumiére du Soleil, en réfléchit un rayon dans la chambre, en sorte que ce rayon changeant de place à mesure que le Soleil s'avance, marque toutes les heures qui sont peintes dans la chambre. Cette sorte de Quadran

dran se fait par nôtre instrument en cette sorte.

2. Mettez l'instrument sur la fenêtre, à-peu-prés à l'endroit où doit être le petit miroir; placez le sur son Méridien à l'ordinaire, suivant ce qui a été prescrit au Probl. I. n. 3. & aprés avoir ainsi trouvé la situation Méridienne, tournez tout le Plan Méridien avec son Cercle, en sorte que le haut de l'Axe, au lieu de regarder vers le Pole Septentrional, soit tourné vers le Midy. Aprés quoy il faut opérer dans la chambre de la même maniére qu'on a prescrit qu'il falloit opérer dans les murailles à l'égard des autres Quadrans.

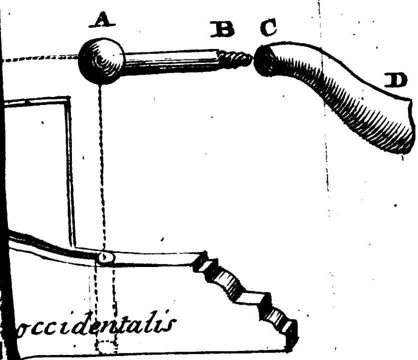
3. Quand il n'y a que les heures Astronomiques, le miroir doit être mis Horizontalement, en sorte qu'il touche en quelque point que ce soit l'Axe, où le filet étendu le long de l'Axe. Mais si les Signes & les autres Cercles y sont; il faut que le miroir soit placé justement à l'endroit où étoit le centre de l'instrument.

PRO-

P

Trou
he

A J
gu
de laqu
Méridi
lieu.
cle ſur
le dem
Cercle
circonf
jour da
qui eſt a
cle indi
les degre
temps l
l'heure
paiſſeur d
que emp
juſqu'à 3.



REMARQUE.

CET instrument étant fait de léton, sera sans doute plus commode, parce qu'on pourra y joindre, au lieu du Plan Horizontal, une branche de fer, par le moyen de laquelle on peut attacher l'instrument au style du Quadran, qui doit être fiché dans la muraille, le plus fort qu'il est possible. Mais en ce cas le style doit être fait de deux piéces, en sorte que le bout *AB* se puisse ôter de l'autre partie *CD*, & s'y remettre, étant fait en vis. Quand on voudra faire le Quadran, il faut placer le Quadran de l'instrument tout nud sans son cercle, & sans son demicercle, en sorte que le centre réponde justement au bout du style *A*, & que d'ailleurs ce même Quadran puisse tourner sur sa cheville, demeurant toûjours vertical, ou perpendiculaire à l'Horizon. Alors il faudroit ôter ce bout du style, & mettre le demicercle & le Cercle sur le Quadran de l'instrument, qui pourra être tourné maintenant comme on voudra, n'étant point empêché par le style, à cause du bout qui en a été ôté. Ainsi on le tour-

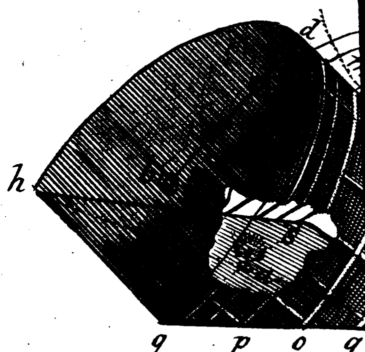
Fig. 5.

tourne quand il fait Soleil, pour l'orienter, & on opére suivant ce qui a été dit au Propl. I. n. 3. & aux suivans. Le Quadran étant achevé, on ôte l'instrument, & on remet le bout du style en sa place.

Description de la seconde Machine.

1. CETTE Machine est une certaine Lanterne de fer blanc, ou bien même de carton, faite en Cylindre, ou en portion de Cylindre. (Voyez la 6e Figure.) *g h d* est une Plaque Circulaire, ou un grand segment de Cercle, comme l'est aussi la Plaque opposée *f e*, qui est un petit segment, en sorte que ces deux segmens, s'ils étoient joints ensemble, feroient tout le Cercle entier. Le point *b* est le centre du Cercle *g h d*, par où passe l'axe du Cylindre: *g h f f* est une Plaque, au milieu de laquelle il y a un trou *a*, qui est le centre de l'instrument. Les Arcs *i o*, *m p*, *l q*, &c. sont les Arcs des Signes. Les lignes droites parallèles, sont les heures Toutes ces lignes se marquent en cette sorte.

6



te, c'est
, se di-
on tire
les heu-
passe par
t 1 heu-

micercle
, & ce
perpen-
diamétre
ntre, on
n prend
z 30. &
d, ke,
oints par
arallelles
s Tropi-
uve aisé-
nes, sui-
. 7. de la
chine.
as abso-
emicercle
t termi-
ans l'en-
ligne de
e Plaque
Equateur
de cet-
rizon.
Usage

Usage de la seconde Machine.

1. FAITES sur la pierre de la fenêtre un petit creux rond de la grandeur d'un demi-écu, pour y mettre le miroir; ou bien faites faire exprès une petite boëte de fer, avec une partie en bas qui puisse s'enchasser dans la pierre, & s'y souder avec du plomb.

2. Prenez la ligne Méridienne, qui passe par cét endroit là, ce qui se fait fort aisément à Midy même si le Soleil y luit. Car tenant un plomb pendu a un filet, au-dela de la fenêtre, en sorte que l'ombre du filet passe par dessus ce creux préparé; cette ombre marquera la ligne Méridienne. On peut, pour plus grande commodité, laisser ce fil ainsi tendu, & l'affermir en cette même disposition.

3. Mettez de nuit une petite Lampe dans ce creux, en sorte que la flamme, qui en doit être petite, mais claire, soit justement en l'endroit où doit être le miroir.

4. Placez la Machine là-dessus, en sorte que la flamme de la Lampe soit justement au trou *a*, qui est le centre, & qu'en même temps le rayon qui

qui passe par le trou de l'Axe *b* aille répondre au filet tendu, ou en quelque part que ce soit de la ligne Meridienne. En un mot, il faut que cette Machine soit orientée, & placée en telle sorte que son Axe regarde le vray Méridien du lieu.

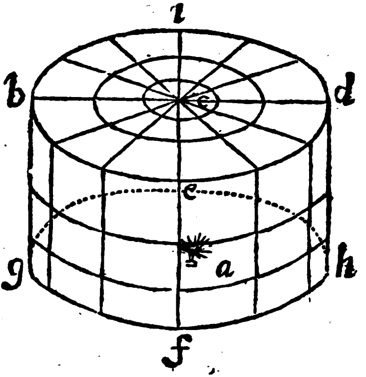
5. Alors le rayon de la Lampe passant par toutes les ouvertures de la Lanterne, marquera fidellement dans la chambre tout l'Horloge, & vous n'avez qu'à passer le crayon par tous les endroits des murailles, & du plancher où vont ces rayons, pour pouvoir aprés les faire peindre tout à loisir.

6. En suite, on prend un miroir, & on le met dans ce creux, en telle situation, qu'il marque tout à la fois l'heure & le Signe de ce jour, & de ce moment, qu'il faut connoître d'ailleurs par quelque autre Quadran. Et quand le verre est ainsi placé, il faut l'affermir dans cette situation avec du mastic, ou plutôt avec de grosses couleurs détrempées à l'huile de noix, telles que sont celles dont les Peintres se servent pour dorer, qui se séchent fort, & qui tiennent admirablement bien, résistant à la pluye & au chaud.

7. Une des commoditez de cét instru-

ſtrument, eſt qu'on peut le tourner comme l'on veut, pour faire aller les lignes des heures, & tout le Quadran, dans l'endroit de la chambre qui eſt le plus propre pour les recevoir. Au lieu que par la méthode ordinaire on eſt gêné à faire aller toûjours les heures vers un certain endroit, ſuivant la Méridienne, & trés-ſouvent il arrive que cét endroit eſt le moins propre, & que les heures y ſont tout de travers ſur les poutres, ou ſur d'autres lieux irréguliers. Mais par le moyen de cét inſtrument, on fait aller les heures où l'on veut. Car pourvû que le rayon de *b* aille donner en quelque point de la ligne Méridienne, c'eſt à dire, pourvû que l'Axe du Cylindre ſoit dans le Plan Méridien, on peut dreſſer l'inſtrument, ou l'incliner; le tourner vers l'Orient, ou vers l'Occident comme l'on juge plus à propos. Encore pourroit-on le placer même, en ne faiſant pas aller ce rayon de *b* dans la Méridienne; mais pour lors il y auroit un peu plus de difficulté à le placer.

8. Par une ſemblable Machine, on peut marquer les Azimuts, & les Almicantarats. Car ſi l'on a une autre Lanterne faite comme un tambour



(2. Fig.) & qu'on la mette, en sorte que la flamme de la Lampe étant au centre *a*, le rayon de *c* aille répondre au point vertical de l'Horloge, (lequel point aura été trouvé par l'autre instrument, en marquant dans le plancher le point où le rayon passant par *c* du même instrument (Fig. 1.) alloit aboutir,) alors les rayons passant par les Cercles paralléles, marqueront dans la chambre les almicantarats, en sorte que *g f h* sera l'Horizon; & ceux des lignes qui traversent, & qui vont de haut en bas, mar-
quе-

queront les Azimuts, pourvû néanmoins qu'on ait tellement placé cette Lanterne, que les rayons passant par une de ces lignes, aillent tomber sur la Méridienne, qu'on a marquée dans la chambre. Et par ce même moyen on pourroit marquer les Méridiens de divers Païs, les Cercles de Latitude, & toute une Géographie.

9 Il y a un inconvénient, quand on se sert de la lumiére d'une Lampe: c'est que cette lumiére est trop foible, pour se faire bien discerner sur les murailles, & sur les planchers, quand la chambre est grande. Voilà pourquoy il faut se servir des rayons du Soleil, par le moyen de quelques miroirs, En voici la pratique.

10. 1. Commencez par attacher le petit miroir en sa place. 2. Quand le Soleil y donne, marquez trois ou quatre endroits où le rayon réfléchi va tomber dans la chambre à trois heures différentes. Il est bon de faire cela un jour que le Soleil entre dans quelqu'un des Signes: & du moins une de ces opérations doit être faite, lors qu'on sçait qu'il est une certaine heure, par exemple, à midy, ou à 10. heures, ou à 3. heures & demie,

&c. 3. Placez l'instrument, en sorte que son centre réponde précisément au petit miroir. 4. Ayez quatre ou cinq autres miroirs assez grands ; (s'ils sont concaves, ils en seront meilleurs, & placez les, en sorte que recevant les rayons du Soleil, ils les réfléchissent sur le petit miroir, lequel les réfléchira aussi, luy de sa part, vers la circonférence de la Lanterne, où trouvant les ouvertures, ils passeront pour aller dans la chambre y marquer fort sensiblement les lignes Horaires & les Signes. 5. Mais quand on voit passer ainsi ces rayons par la Lanterne, il faut la disposer en sorte que les rayons qui passent par le Signe du jour, auquel on a marqué ces trois ou quatre points, aillent justement répondre à tous ces points, & qu'en même temps les rayons de l'heure aillent aussi sur le point qu'on avoit marqué lors qu'il étoit cette heure là.

11. Cét instrument est encore trés-commode pour faire les Quadrans sur les murailles, & ailleurs. Mais pour cét effet, il faut qu'il soit plus petit, & plus léger que pour les Quadrans de Réfléxion ; & de plus, il faut trouver le moyen de l'attacher au style déja

déja fiché dans la muraille, en sorte que le pont du style se trouve dans le centre de cet instrument, ce qui n'est pas fort mal-aisé à partiquer. De plus, il faut le placer, en telle sorte, que les rayons du Soleil passant par la fente de 12. heures, aille répondre à la ligne Méridienne, qu'on auroit déja marquée dans la muraille; & qu'en même temps les rayons du Signe aillent aussi répondre aux trois ou quatre points qu'on y auroit aussi marquez le jour de ce Signe. Que si le Soleil ne donne pas à Midy sur cette muraille, il faut se servir de quelqu'autre point qu'on y auroit marqué à quelqu'autre heure dont on seroit assûré, soit par quelque autre Quadran, ou par quelque autre voie.

12. Il est à remarquer, que quand on fait les Quadrans de Réflexion, l'instrument doit être mis le dos en haut, & qu'il doit être tourné, en telle sorte que son Axe, & le trou *b* regardent, non vers le Septentrion, ou vers le Pole, mais vers le Midy. Au contraire, quand on fait les Quadrans sur les murailles, il faut que l'instrument soit le dos en bas, & que son Axe, ou le point *b*, regarde directement vers le Pole.

Il eſt fort aiſé d'appliquer tout cecy aux Quadrans que l'on feroit par le rayon direct, qui paſſeroit par un trou pour entrer dans une chambre.

FIN