Institutions de physique / [par la Mise Du Châtelet]

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF Gallica

Du Châtelet, Gabrielle-Émilie Le Tonnelier de Breteuil (1706-1749 ; marquise). Institutions de physique / [par la Mise Du Châtelet]. 1740.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

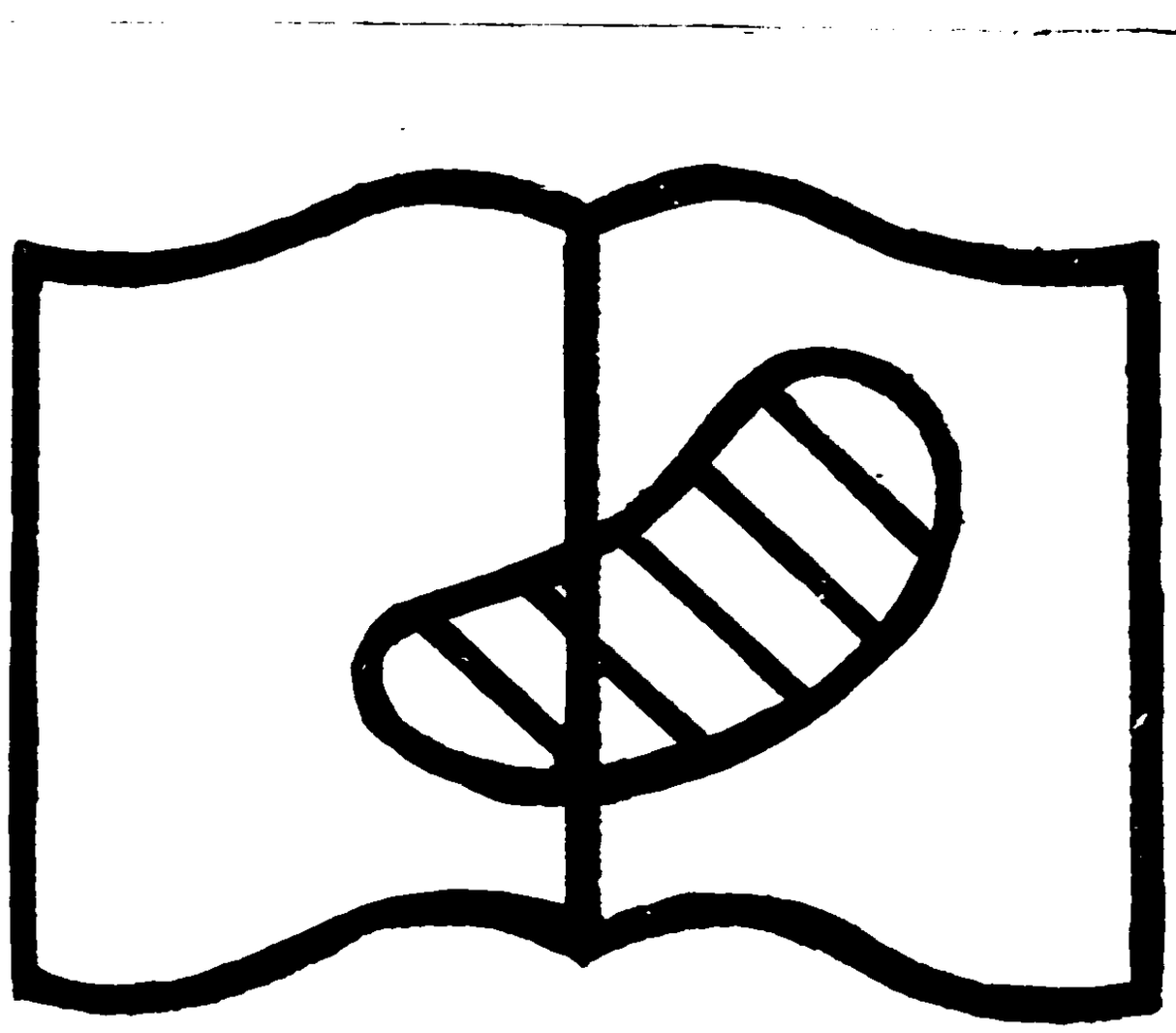
- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

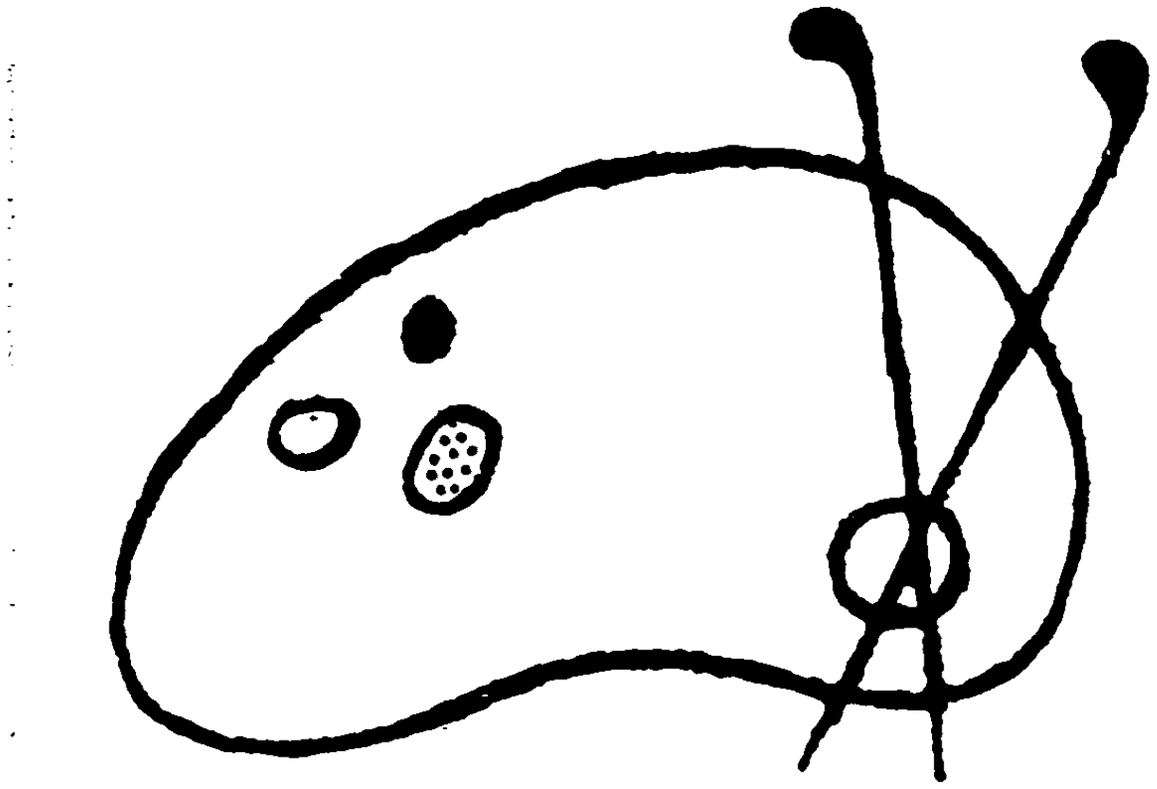
7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter
utilisationcommerciale@bnf.fr.



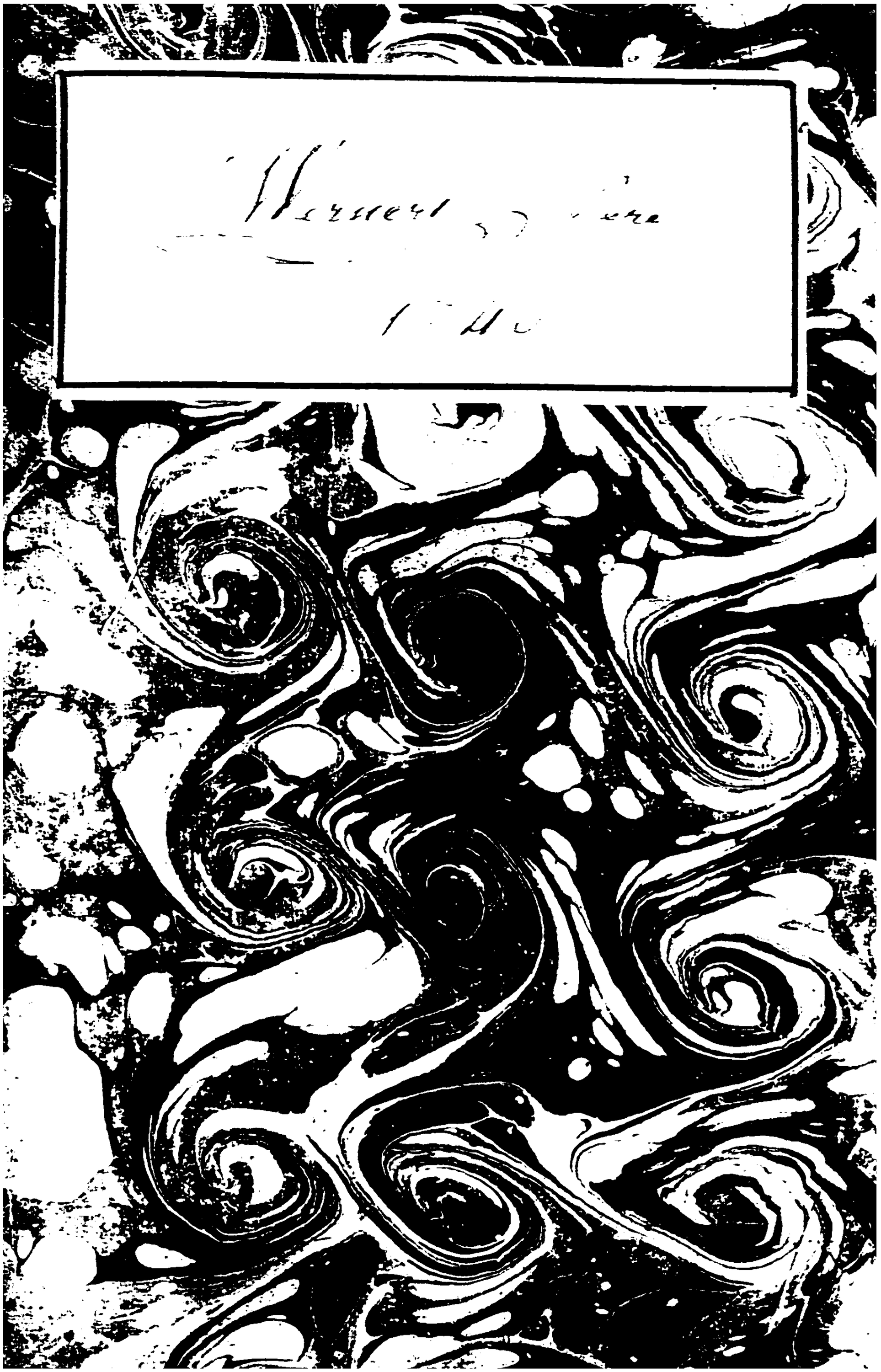
illisibilité partielle

VALABLE POUR TOUT OU PARTIE DU DOCUMENT REPRODUIT

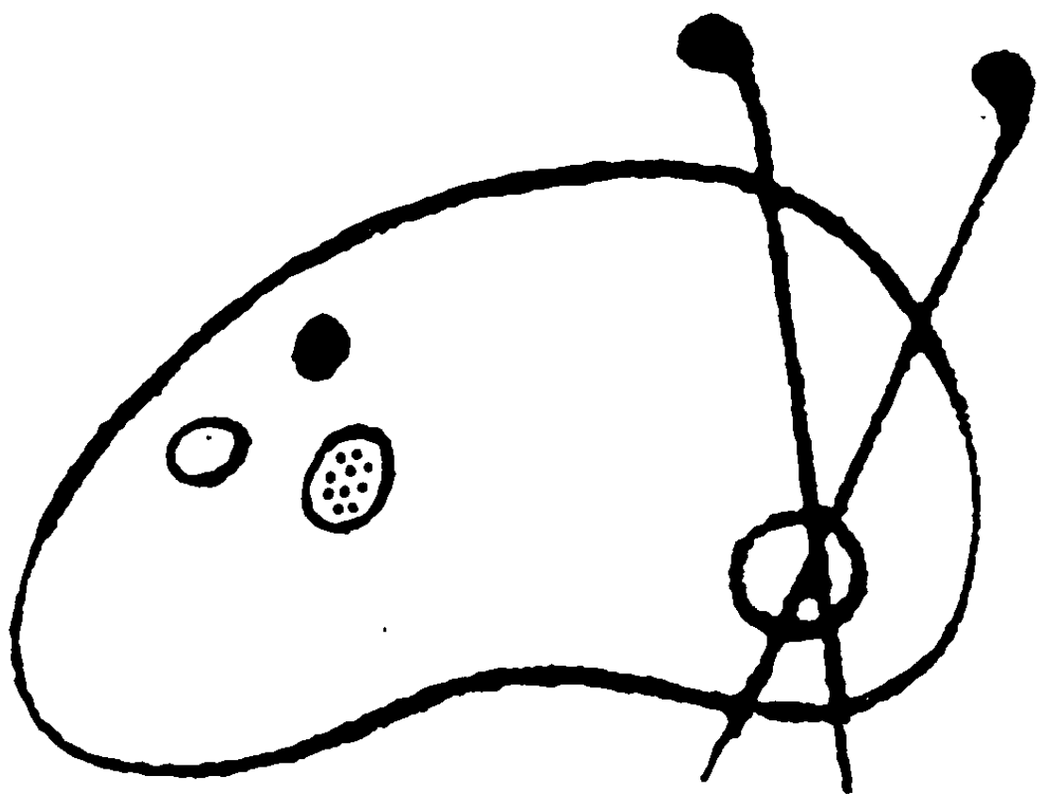
Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France



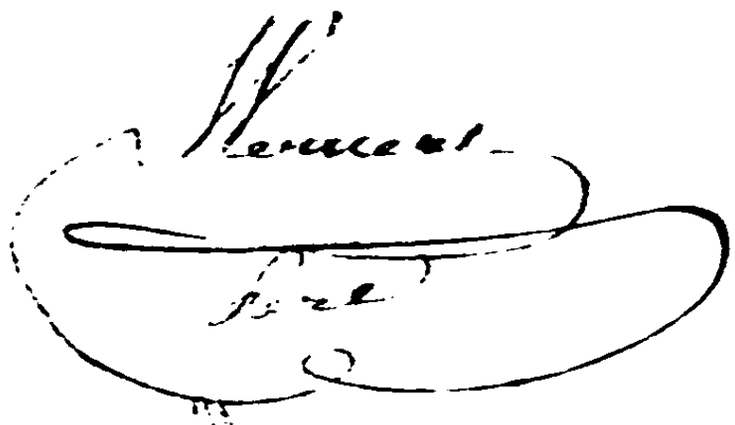
Début d'une série de documents
en couleur







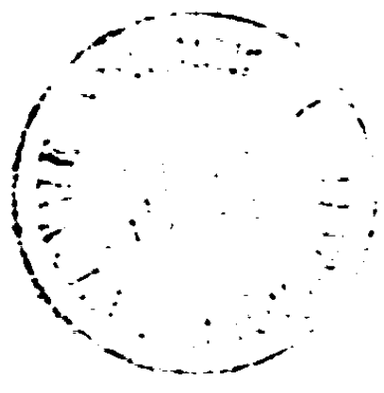
Fin d'une série de documents
en couleur



0

0

INSTITUTIONS
DE
PHYSIQUE.



[illegible]

[illegible]

INSTITUTIONS
DE
PHYSIQUE.



A PARIS,
Chez PRAULT fils, Quai de Conty, vis-à-vis la descente du Pont-Neuf, à la Charité.

M. DCC. XL.
Avec Approbation & Privilége du Roi.

AVERTISSEMENT
DU LIBRAIRE.

CE premier Tome des *Institutions de Physique* étoit prêt à être imprimé dès le 18. Septembre 1738. comme il paroît par l'Approbation, & l'Impression en fut même commencée dans ce temps-là ; mais l'Auteur ayant voulu y faire quelques changemens, me la fit suspendre ; ces changemens avoient pour objet la Métaphysique de M. de Leibnits, dont on trouvera une Exposition abrégée au commencement de ce Volume.

TABLE
DES CHAPITRES,
Contenus en ce Volume.

AVANT-PROPOS. pag. p.

CHAP. I. *Des Principes de nos Connoiſſances.* 15.

CHAP. II. *De l'Exiſtence de Dieu.* 38.

CHAP. III. *De l'Eſſence, des Attributs & des Modes.* 54.

CHAP. IV. *Des Hipotheſes.* 74.

CHAP. V. *De l'Eſpace.* 90

CHAP. VI. *Du Tems.* 113.

CHAP. VII. *Des Elemens de la Matiére.* 144.

CHAP. VIII. *De la Nature des Corps.* 152.

CHAP. IX. *De la Diviſibilité & Subtilité de la Matiére.* 179.

CHAP. X. *De la Figure & de la Poroſité des Corps.* 200.

CHAP. XI. *De Mouvement, & du Repos en général, & du Mouvement ſimple.* 215.

CHAP. XII. *Du Mouvement compoſé.* 243.

CHAP. XIII. *De la Peſanteur.* 255.

CHAP. XIV. *Suite des Phénomenes de la Peſanteur.* 273.

CHAP.

CHAP. XV. *Des Découvertes de M. Newton sur la Pesanteur.* 288.
CHAP. XVI. *De l'Attraction Newtonienne.* 315.
CHAP. XVII. *Du Repos, & de la Chute des Corps sur un plan incliné.* 335.
CHAP. XVIII. *De l'Oscillation des Pendules.* 354.
CHAP. XIX. *Du Mouvement des Projectiles.* 387.
CHAP. XX. *Des Forces Mortes, ou Forces Pressantes, & de l'Equilibre des Puissances.* 398.
CHAP. XXI. *De la Force des Corps.* 412.

INSTITUTIONS



INSTITUTIONS DE PHYSIQUE.

AVANT-PROPOS.

I.

J'Ai toujours penſé que le devoir le plus ſacré des Hommes étoit de donner à leurs Enfans une éducation qui les empêchât dans un âge plus avancé de regreter leur jeuneſſe, qui eſt le ſeul temps où

l'on puiſſe véritablement s'inſtruire ; vous étes, mon cher fils, dans cet âge heureux où l'eſprit commence à penſer, & dans lequel le cœur n'a pas encore des paſſions aſſez vives pour le troubler.

C'eſt peut-être à préſent le ſeul tems de votre vie que vous pourrez donner à l'étude de la nature, bientôt les paſſions & les plaiſirs de votre âge emporteront tous vos momens; & lorſque cette fougue de la jeuneſſe ſera paſſée, & que vous aurez payé à l'ivreſſe du monde le tribut de votre âge & de votre état, l'ambition s'emparera de votre ame; & quand même dans cet âge plus avancé, & qui ſouvent n'en eſt pas plus mûr, vous voudriez vous appliquer à l'Etude des véritables Sciences, votre eſprit n'ayant plus alors cette fléxibilité qui eſt le partage des beaux ans, il vous faudroit acheter par une Etude pénible ce que vous pouvez apprendre aujourd'hui avec une extrême facilité. Je veux donc vous faire mettre à profit l'aurore de votre raiſon, & tâcher de vous garantir de l'ignorance qui n'eſt encore que trop commune parmi les gens de votre rang, & qui eſt toujours un défaut de plus, & un mérite de moins.

Il faut accoutumer de bonne heure votre eſprit à penſer, & à pouvoir ſe ſuffire à lui-même, vous ſentirez dans tous les tems de votre vie quelles reſſources & quelles conſolations on trouve dans l'Etude, & vous verrez qu'elle peut même fournir des agrémens, & des plaiſirs.

II.

L'étude de la Phyſique, paroît faite pour l'Homme, elle roule ſur les choſes qui nous environnent ſans ceſſe, & deſquelles nos plaiſirs & nos beſoins dépendent : je tâcherai, dans cet Ouvrage, de mettre cette Science à votre portée, & de la dégager de cet art admirable, qu'on nomme Algébre, lequel ſéparant les choſes des images, ſe dérobe aux ſens, & ne parle qu'à l'entendement : vous n'étes pas encore à portée d'entendre cette Langue, qui paroît plûtôt celle des Intelligences que des Hommes, elle eſt reſervée pour faire l'étude des années de votre vie qui ſuivront celles où vous étes ; mais la vérité peut emprunter différentes formes, & je tâcherai de lui donner ici celle qui peut convenir à votre âge, & de ne vous parler que des choſes qui peuvent ſe comprendre avec le ſeul ſecours de la Géometrie commune que vous avez étudiée.

Utilité de la Géométrie.

Ne ceſſez jamais, mon fils, de cultiver cette Science que vous avez appriſe dès votre plus tendre jeuneſſe ; on ſe flatteroit en vain ſans ſon ſecours de faire de grands progrès dans l'étude de la Nature, elle eſt la clef de toutes les découvertes ; & s'il y a encore pluſieurs choſes inexpliquables en Phyſique, c'eſt qu'on ne s'eſt point aſſez appliqué à les rechercher par la Géométrie, & qu'on n'a peut-être pas encore été aſſez loin dans cette Science.

III.

Je me ſuis ſouvent étonné que tant d'habiles gens que la France poſſéde ne m'ayent pas prevenu dans le travail que j'entreprens aujourd'hui pour vous, car il faut avoüer que, quoique nous ayons pluſieurs excellens livres de Phyſique en François, cependant nous n'avons point de Phyſique complette, ſi on en excepte le petit Traité de Rohaut, fait il y a quatre-vingt ans; mais ce Traité, quoique très-bon pour le tems dans lequel il a été compoſé, eſt devenu très-inſuffiſant par la quantité de découvertes qui ont été faites depuis: & un homme qui n'auroit étudié la Phyſique que dans ce Livre, auroit encore bien des choſes à apprendre.

Pour moi, qui en déplorant cette indigence ſuis bien loin de me croire capable d'y ſuppléer, je ne me propoſe dans cet Ouvrage que de raſſembler ſous vos yeux les découvertes éparſes dans tant de bons Livres Latins, Italiens, & Anglois; la plûpart des vérités qu'ils contiennent ſont connuës en France de peu de Lecteurs, & je veux vous éviter la peine de les puiſer dans des ſources dont la profondeur vous effrayeroit, & pourroit vous rebuter.

IV.

Quoi que l'Ouvrage que j'entreprens demande bien du tems & du travail, je ne regretterai point la peine qu'il pourra me coûter, & je la croirai bien employée s'il peut vous inſpirer

inſpirer l'amour des Sciences, & le deſir de cultiver votre raiſon. Quelles peines & quels ſoins ne ſe donne-t'on pas tous les jours dans l'eſpérance incertaine de procurer des honneurs & d'augmenter la fortune de ſes enfans ! La connaiſſance de la vérité & l'habitude de la rechercher & de la ſuivre eſt-elle un objet moins digne de mes ſoins ; ſurtout dans un ſiécle où le goût de la Phyſique entre dans tous les rangs, & commence à faire une partie de la ſcience du monde ?

V.

Je ne vous ferai point ici l'hiſtoire des révolutions que la Phyſique à éprouvée, il faudroit pour les rapporter toutes, faire un gros Livre ; je me propoſe de vous faire connoître, *moins ce qu'on a penſé que ce qu'il faut ſçavoir.*

Juſqu'au dernier ſiécle, les Sciences ont été un ſecret impénétrable, auquel les prétendus Sçavans étoient ſeuls initiés, c'étoit une eſpéce de Cabale, dont le chiffre conſiſtoit en des mots barbares, qui ſembloient inventés pour obſcurcir l'eſprit & pour le rebuter.

Deſcartes parut dans cette nuit profonde comme un Aſtre qui venoit éclairer l'univers ; la révolution que ce grand homme a cauſé dans les Sciences eſt ſûrement plus utile, & eſt peut-être même plus mémorable que celle des plus grands Empires, & l'on peut dire que c'eſt à Deſcartes que la raiſon humaine doit le plus ; car il eſt bien plus aiſé de trouver la vérité quand

Combien nous avons d'obligation à Deſcartes.

on eſt une fois ſur ſes traces que de quitter celles de l'erreur. La Géometrie de ce grand homme, ſa Dioptrique, ſa Méthode, ſont des chefs-d'œuvres de ſagacité qui rendront ſon nom immortel, & s'il s'eſt trompé ſur quelques points de Phyſique, c'eſt qu'il étoit homme, & qu'il n'eſt pas donné à un ſeul homme, ni à un ſeul ſiécle de tout connoître.

Nous nous élevons à la connaiſſance de la vérité, comme ces Géans qui eſcaladoient les Cieux en montant ſur les épaules les uns des autres. Ce ſont Deſcartes & Galilée qui ont formé les Hughens, & les Leibnits, ces grands hommes dont vous ne connaiſſez encore que les noms, & dont j'eſpére vous faire connaître bientôt les ouvrages, & c'eſt en profitant des travaux de Kepler, & en faiſant uſage des Théoremes d'Hughens, que Monſieur Newton à découvert cette force univerſelle répanduë dans toute la Nature, qui fait circuler les Planettes autour du Soleil, & qui opere la péſanteur ſur la terre.

VI.

Les ſiſtêmes de Deſcartes & de Newton partagent aujourd'hui le monde penſant, ainſi il eſt néceſſaire que vous connaiſſiez l'un & l'autre; mais tant de ſçavans hommes ont pris ſoin d'expoſer & de rectifier le ſiſtême de Deſcartes, qu'il vous ſera aiſé de vous en inſtruire dans leurs ouvrages: une de mes vûës dans la premiere partie de celui-ci eſt de vous mettre ſous les yeux l'autre partie de ce grand procès,

procès, de vous faire connoître le sistême de Monsieur Newton, de vous faire voir jusqu'où la connexion & la vraisemblance y sont poussées, & comment les Phenoménes s'expliquent par l'hipotheſe de l'attraction.

Vous pouvez tirer beaucoup d'instructions sur cette matiére, des Elemens de la Philosophie de Newton, qui ont paru l'année passée; & je supprimerois ce que j'ai à vous dire sur cela, si leur illustre Auteur avoit embrassé un plus grand terrain; mais il s'est renfermé dans des bornes si étroites, que je n'ai pas crû qu'il pût me dispenser de vous en parler.

VII.

Gardez-vous, mon fils, quelque parti que vous preniez dans cette dispute des Philosophes, de l'entêtement inévitable dans lequel l'esprit de parti entraîne: cet esprit est dangereux dans toutes les occasions de la vie; mais il est ridicule en Physique, la recherche de la vérité est la seule chose dans laquelle l'amour de votre païs ne doit point prévaloir, & c'est assûrément bien mal-à-propos qu'on a fait une espéce d'affaire nationale des opinions de Newton, & de Descartes: quand il s'agit d'un livre de Physique il faut demander s'il est bon, & non pas si l'Auteur est Anglois, Allemand, ou François.

Il me paraît d'ailleurs qu'il seroit aussi injuste aux Cartésiens de refuser d'admettre l'attraction comme hipotheſe, qu'il est déraisonnable à quelques Newtoniens de vouloir en faire une

Discussion sur l'attraction.

propriété primitive de la matiere ; il faut avouer que quelques uns d'entre eux ont été trop loin en cela, & que c'eſt avec quelque raiſon qu'on leur reproche de reſſembler à un homme, aux mauvais yeux duquel échapperoient les cordes qui ſont les vols de l'Opera, & qui diroit en voyant Bellérophon, par Exemple, ſe ſoutenir en l'air : *Bellérophon ſe ſoutient en l'air parce qu'il eſt également attiré de tous côtés par les Couliſſes*, car pour décider que les effets que les Neutoniens attribuent à l'attraction ne ſont pas produits par l'impulſion, il faudroit connaître toutes les façons dont l'impreſſion peut être employée, mais c'eſt ce dont nous ſommes encore bien éloignés.

Nous ſommes encore en Phyſique, comme cet aveugle né à qui Cheſelden rendit la vûe ; cet homme ne vit d'abord rien que confuſément : ce ne fut qu'en tâtonnant, & au bout d'un tems conſidérable qu'il commença à bien voir ; ce tems n'eſt pas encore tout-à-fait venu pour vous, & peut-être même ne viendra-t-il jamais entierement ; il y a vraiſemblablement des vérités qui ne ſont pas faites pour être apperçuës par les yeux de notre eſprit, de même qu'il y a des objets que ceux de notre corps n'appercevront jamais ; mais celui qui refuſeroit de s'inſtruire par cette conſidération, reſſembleroit à un boiteux qui ayant la fiévre, ne voudroit pas prendre les remédes qui peuvent l'en guérir, parce que ces remédes ne pourroient l'empêcher de boiter. §. 8.

VIII.

Un des torts de quelques Philoſophes de ce tems, c'eſt de vouloir bannir les Hipotheſes de la Phyſique; elles y ſont auſſi néceſſaires que les Echaffauts dans une maiſon que l'on bâtit; il eſt vrai que lorſque le Bâtiment eſt achevé, les Echaffauts deviennent inutiles, mais on n'auroit pû l'élever ſans leur ſecours. Toute l'Aſtronomie, par Exemple, n'eſt fondée que ſur des Hipotheſes, & ſi on les avoit toujours évitées en Phyſique, il y a apparence qu'on n'auroit pas fait tant de découvertes; auſſi rien n'eſt-il plus capable de retarder les progrès des Sciences que de vouloir les en bannir, & de ſe perſuader que l'on a trouvé le grand reſſort qui fait mouvoir toute la nature, car on ne cherche point une cauſe que l'on croit connaître, & il arrive par là que l'application des principes géométriques de la Mécanique aux effets Phyſiques, qui eſt très-difficile & très néceſſaire, reſte imparfaite, & que nous nous trouvons privés des travaux & des recherches de pluſieurs beaux génies qui auroient peut-être été capables de découvrir la véritable cauſe des Phénoménes.

Les Hipotheſes ſont néceſſaires en Phyſique.

Il eſt vrai que les Hipotheſes deviennent le poiſon de la Philoſophie quand on les veut faire paſſer pour la vérité, & peut-être même ſont-elles plus dangereuſes alors que ne l'étoit le jargon inintelligible de l'Ecole; car ce jargon étant abſolument vuide de ſens, il ne falloit qu'un peu d'attention à un eſprit droit pour

Quand elles peuvent devenir dangereuſes.

en

en appercevoir le ridicule, & pour chercher ailleurs la vérité; mais une Hipotheſe ingénieuſe & hardie, qui a d'abord quelque vraiſemblance, intereſſe l'orgueil humain à la croire, l'eſprit s'applaudit d'avoir trouvé ces principes ſubtils, & ſe ſert enſuite de toute ſa ſagacité pour les défendre. La plûpart des grands hommes qui ont fait des Syſtémes nous en fourniſſent des Exemples, ce ſont de grands Vaiſſeaux emportés par des courans, ils font les plus belles manœuvres du monde, mais le courant les entraîne.

IX.

Utilité de l'Expérience.

Souvenez-vous, mon fils, dans toutes vos Etudes, que l'Expérience eſt le bâton que la nature a donné à nous autres aveugles; pour nous conduire dans nos recherches; nous ne laiſſons pas avec ſon ſecours de faire bien du chemin, mais nous ne pouvons manquer de tomber ſi nous ceſſons de nous en ſervir; c'eſt à l'Expérience à nous faire connaître les qualités Phyſiques, & c'eſt à notre raiſon à en faire uſage & à en tirer de nouvelles connaiſſances & de nouvelles lumieres.

X.

Juſqu'où l'on doit porter le reſpect pour les grands hommes.

Si j'ai crû devoir vous précautionner contre l'eſprit de parti, je crois encore plus néceſſaire de vous recommander de ne point porter le reſpect pour les plus grands hommes juſqu'à l'Idolatrie comme font la plûpart de leurs diſciples; chaque Philoſophe a vû quelque choſe

choſe, & aucun n'a tout vû ; il n'y a point de ſi mauvais livre où il n'y ait quelque choſe à apprendre, & il n'y en a gueres d'aſſez bon pour qu'on ne puiſſe y rien reprendre. Quand je lis Ariſtote, ce Philoſophe qui a eſſuyé des fortunes ſi diverſes & ſi injuſtes, je ſuis étonné de lui trouver quelquefois des idées ſi ſaines ſur pluſieurs points de Phyſique générale, à côté des plus grandes abſurdités, & quand je lis quelques unes des queſtions que M. Newton a miſes à la fin de ſon Optique, je ſuis frappé d'un étonnement bien différent : cet Exemple des deux plus grands hommes de leur ſiécle, doit vous faire voir que lorſqu'on a l'uſage de la raiſon, il ne faut en croire perſonne ſur ſa parole, mais qu'il faut toujours examiner par ſoi-même, en mettant à part la conſidération qu'un nom fameux emporte toujours avec lui.

XI.

C'eſt une des raiſons pour leſquelles je n'ai point chargé ce livre de citations, je n'ai point voulu vous ſéduire par des autorités ; & de plus, il y en auroit trop eu ; je ſuis bien loin de me croire capable d'écrire un livre de Phyſique ſans conſulter aucun livre, & je doute même que ſans ce ſecours on en puiſſe faire un bon. Le plus grand Philoſophe peut bien ajouter de nouvelles découvertes à celles des autres, mais quand une vérité eſt une fois trouvée, il faut qu'il la ſuive, & il a fallú, par Exemple, que

que Monſieur Newton commençât par établir les deux Analogies de Kepler lorſqu'il a voulu expliquer le cours des Planetes, ſans quoi il ne ſeroit jamais parvenu à cette belle découverte de la gravitation des Aſtres.

La Phyſique eſt un Bâtiment immenſe, qui ſurpaſſe les forces d'un ſeul homme; les uns y mettent une pierre, tandis que d'autres bâtiſſent des aîles entieres, mais tous doivent travailler ſur les fondemens ſolides qu'on a donnés à cet Edifice dans le dernier ſiecle, par le moyen de la Géométrie, & des Obſervations; il y en a d'autres qui levent le Plan du Bâtiment, & je ſuis du nombre de ces derniers.

Je n'ai point ſongé dans cet Ouvrage à avoir de l'eſprit, mais à avoir raiſon; & j'ai fait aſſez de cas de la vôtre pour croire que vous étiez capable de rechercher la vérité indépendamment de tous les ornemens étrangers dont on l'a accablée de nos jours. Je me ſuis contenté d'écarter les épines qui auroient pû bleſſer vos mains délicates, mais je n'ai point crû devoir y ſubſtituer des fleurs étrangeres, & je ſuis perſuadé qu'un bon eſprit, quelque foible qu'il ſoit encore, trouve plus de plaiſir, & un plaiſir plus ſatisfaiſant dans un raiſonnement clair & précis qu'il ſaiſit aiſément, que dans une plaiſanterie déplacée.

XII.

Je vous explique dans les premiers Chapitres les principales opinions de Monſieur de

de Leibnits ſur la Métaphyſique ; je les ai puiſées dans les Ouvrages du célébre Wolf *, dont vous m'avez tant entendu parler avec un de ſes Diſciples, qui a été quelque tems chez moi, & qui m'en faiſoit quelquefois des extraits.

Les idées de M. de Leibnits ſur la Métaphyſique, ſont encore peu connues en France, mais elles méritent aſſûrément de l'être : malgré les découvertes de ce grand homme, il y a ſans doute encore bien des choſes obſcures dans la Métaphyſique ; mais il me ſemble qu'il nous a fourni dans le principe de la raiſon ſuffiſante, une bouſſole capable de nous conduire dans les ſables mouvans de cette ſcience.

Les obſcurités dont quelques-unes des parties de la Métaphyſique ſont encore couvertes, ſervent de prétexte à la pareſſe de la plûpart des hommes pour ne la point étudier, ils ſe perſuadent que parce que l'on ne ſçait pas tout, on ne peut rien ſçavoir ; cependant il eſt certain qu'il y a des points de Métaphyſique ſuſceptibles de démonſtrations auſſi rigoureuſes que les démonſtrations géométriques, quoiqu'elles ſoient d'un autre genre : il nous manque un calcul pour la Métaphyſique pareil à celui que l'on a

* Voyez l'*Ontologie de Wolf*, & principalement les Chapitres ſuivans : *De Principio Contradictionis, de Principio Rationis Sufficientis, de Poſſibili, & Impoſſibili, de Neceſſario & Contingente, de Extenſione, Continuitate, Spatio, Tempore*, &c.

trouvé

trouvé pour la Géométrie, par le moyen duquel, avec l'aide de quelques *données*, on parvient à connoître des *inconnuës*; peut-être quelque génie trouvera-t'il un jour ce calcul. Monsieur de Leibnits y a beaucoup pensé, il avoit sur cela des idées, qu'il n'a jamais par malheur communiquées à personne, mais quand même on le trouveroit, il y a apparence qu'il y a des inconnues dont on ne trouveroit jamais l'*équation*. La Métaphysique contient deux espéces de choses; la premiere, ce que tous les gens qui font un bon usage de leur esprit, peuvent savoir; & la seconde, qui est la plus étendue, ce qu'ils ne sauront jamais.

Plusieurs vérités de Physique, de Métaphysique, & de Géométrie sont évidemment liées entre elles. La Métaphysique est le faîte de l'Edifice; mais ce faîte est si élevé, que la vûe en devient souvent un peu confuse. J'ai donc crû devoir commencer par le rapprocher de votre vûe, afin qu'aucun nuage n'obscurcissant votre esprit, vous puissiez voir d'une vûe nette & assurée les vérités dont je veux vous instruire.

CHAPITRE



CHAPITRE PREMIER.

Des Principes de nos Connoiſſances.

TOUTES nos Connoiſſances naiſſent les unes des autres, & ſont fondées ſur de certains Principes dont on connoît la vérité même ſans y réfléchir, par ce qu'ils ſont évidens par eux-mêmes. Sur quoi nos Connoiſſances ſont fondées.

Il y a des vérités qui tiennent immédiatement à ces premiers Principes, & qui n'en découlent que par un petit nombre de concluſions; alors l'eſprit apperçoit aiſément la chaîne qui y conduit; mais il eſt facile de la perdre de vûë dans

dans la récherche des vérités auſquelles on ne peut arriver que par un grand nombre de conſéquences tirées les unes des autres. Il y en a mille exemples dans la Géometrie ; il eſt très-aiſé, par exemple, de voir que le Diametre du Cercle le partage en deux parties égales, parce qu'il ne faut qu'une ſeule concluſion pour arriver de la nature du Cercle à cette propriété ; mais on ne voit pas ſi aiſément que le quarré de l'ordonnée B M eſt égal au rectangle de la Ligne A B par la Ligne B C, quoique cette propriété découle de la nature du Cercle comme la premiere, parce qu'il faut pluſieurs concluſions intermediaires avant d'arriver à cette derniere propriété. Il eſt donc très-important de ſe rendre attentif aux Principes, & à la façon dont les vérités en découlent ſi l'on ne veut point s'égarer.

Planche 1. *Figure* 1. *Figure* 1.

II.

Ce que c'eſt que Principe.

On a beaucoup abuſé du mot de Principe, les Scholaſtiques qui ne démontroient rien donnoient pour principes des mots inintelligibles. Deſcartes qui ſentit combien cette maniere de raiſonner éloignoit les hommes du vrai, commença par établir qu'on ne doit raiſonner que ſur des idées claires ; mais il pouſſa trop loin ce principe : car il admit que l'on pouvoit s'en rapporter à un certain ſentiment vif & interne de clarté & d'évidence pour fonder nos raiſonnemens.

Ce fut en ſuivant ce principe que ce Philoſophe ſe trompa ſur l'eſſence du Corps qu'il faiſoit

faiſoit conſiſter dans l'étenduë ſeulement, parce qu'il croyoit avoir dans l'étenduë, une idée claire & diſtincte du Corps, ſans ſe mettre en peine de prouver la poſſibilité de cette idée que nous verrons bien-tôt être très-incomplette, puiſqu'il y faut ajoûter la force d'inertie, & la force active. Cette méthode, d'ailleurs, ne ſerviroit qu'à éterniſer les diſputes, car ceux qui ont des ſentimens oppoſés, ont chacun ce ſentiment vif & interne de ce qu'ils avancent; ainſi aucun ne doit ſe rendre, puiſque l'évidence eſt égale des deux côtés; il faut donc ſubſtituer des démonſtrations aux illuſions de notre imagination, & ne rien admettre comme vrai, que ce qui découle, d'une maniere inconteſtable, des premiers principes que perſonne ne peut révoquer en doute, & rejetter comme faux tout ce qui eſt contraire à ces principes, ou aux vérités que l'on a établies par leur moyen, quoiqu'en puiſſe dire l'imagination.

Abus de ce mot par M. Deſcartes.

§. 3 Un peu d'attention à la maniére dont on procéde dans la Science, où l'incertitude eſt portée à ſon plus haut point, ſuffira pour faire ſentir l'utilité de cette méthode. Il n'y a guéres d'idée plus claire par exemple, que celle de la poſſibilité d'un triangle équilatéral, & que les deux côtés d'un triangle ſont plus longs, pris enſemble, que le troiſiéme: cependant, Euclide, ce ſévére raiſonneur, ne s'eſt point contenté d'en appeller au ſentiment vif & interne que nous

Il faut ſe défier de ſon imagination, & ne ſe rendre qu'à l'évidence.

avons de ces vérités, mais il les a démontrées en rigueur, en faiſant voir comment il faut s'y prendre pour conſtruire un triangle équilatéral, & qu'il implique contradiction que deux côtés d'un triangle, pris enſemble, ne ſoient pas plus grands que le troiſiéme.

Du principe de contradiction.

§. 4. On appelle *contradiction*, ce qui affirme & nie la même choſe en même tems; ce principe eſt le premier Axiome, ſur lequel toutes les vérités ſont fondées. Tout le monde l'accorde ſans peine, & il ſeroit même impoſſible de le nier ſans mentir à ſa propre conſcience; car nous ſentons que nous ne pouvons point forcer notre eſprit à admettre qu'une choſe eſt, & n'eſt pas en même tems, & que nous ne pouvons point ne pas avoir une idée pendant que nous l'avons, ni voir un Corps blanc comme s'il étoit noir, pendant que nous le voyons blanc. Les Pirrhoniens même qui faiſoient profeſſion de douter de tout, n'ont jamais nié ce principe; ils nioient bien à la vérité qu'il y eût aucune réalité dans les choſes, mais ils ne doutoient point qu'ils euſſent une idée pendant qu'ils l'avoient.

Il eſt le fondement de toute certitude.

Cet Axiome eſt le fondement de toute certitude dans les connoiſſances humaines; car ſi on accordoit une fois que quelque choſe pût éxiſter & n'éxiſter pas en même tems, il n'y auroit plus aucune vérité, même dans les nombres, & chaque choſe pourroit être, ou n'être pas

pas, ſelon la fantaiſie de chacun, ainſi 2 & 2 pourroient faire 4 ou 6. également, & même à la fois.

§. 5. Il découle de ce que l'on vient de dire que l'impoſſible eſt ce qui implique contradiction, & le poſſible ce qui ne l'implique point. Pluſieurs Philoſophes donnent une autre définition du poſſible, & de l'impoſſible, & regardent comme impoſſible ce qui ne donne point d'idée claire & diſtincte, & comme poſſible, ce qu'on peut concevoir, & à quoi répond une idée claire. Cette définition bien expliquée, pouroit être admiſe; mais il faut bien prendre garde qu'elle ne nous induiſe pas à prendre des notions trompeuſes & déceptrices pour des notions claires : car il arrive quelquefois que nous nous formons des idées trompeuſes qui nous paroiſſent évidentes faute d'attention, & parce que nous avons une idée de chaque terme en particulier, quoiqu'il ſoit impoſſible d'en avoir aucune de la phraſe qui naît de leur combinaiſon. Ainſi on croira d'abord entendre ce que l'on veut dire par un triangle; ſi on le définit *une Figure renfermée entre deux Lignes droites*, & on croiroit parler d'un Corps régulier, en parlant d'un Corps qui auroit neuf faces égales entr'elles, parce que l'on entend tous les termes qui entrent dans ces propoſitions : cependant il implique contradiction que deux Lignes droites renferment un eſpace, & faſſent une Figure,

Définition du poſſible & de l'impoſſible.

Exemples d'idées déceptrices.

& vous avez vû dans la Géométrie, qu'il eſt impoſſible qu'un Corps ait neuf faces égales & ſemblables.

On a encore un exemple de ces idées déceptrices dans le mouvement le plus rapide d'une Rouë, dont M. de Leibnits s'eſt ſervi contre les Cartéſiens; car il eſt aiſé de faire voir que le mouvement le plus rapide eſt impoſſible; puiſqu'en prolongeant un rayon quelconque, ce mouvement devient plus rapide à l'infini. On voit, par ces exemples, qu'il eſt très-poſſible de croire avoir une idée claire d'une choſe dont cependant nous n'avons réellement aucune idée.

Il eſt donc indiſpenſablement néceſſaire, pour ſe préſerver de l'erreur, de vérifier ſes idées, d'en démontrer la réalité, & de n'en point admettre comme indubitable, qu'on ne ſe ſoit aſſûré par l'expérience ou par la démonſtration; qu'elle ne renferme rien de faux, ni de chimérique.

§. 6. Il naît de la définition de l'impoſſible que je viens de vous donner, une régle bien importante, c'eſt que lorſque nous avançons qu'une choſe eſt impoſſible, nous ſommes tenus de montrer qu'on y nie, & qu'on y affirme la même choſe en même tems, ou bien qu'elle eſt contraire à une vérité déja démontrée. Cette régle éviteroit bien des diſputes, ſi elle étoit ſuivie, car elle ôteroit tout d'un coup le doute

des

des propoſitions, & feroit voir l'inſuffiſance des preuves de ceux qui traitent d'impoſſible tout ce qui n'eſt pas conforme à leurs opinions.

Il faut avoir la même précaution pour aſſûrer qu'une choſe eſt poſſible ; car il faut être en état de montrer qu'elle ne contient aucune contradiction : ſans cette condition nos idées ne ſont que des opinions plus ou moins probables, mais dans leſquelles il n'y a aucune certitude.

§. 7. Le principe de contradiction a été de tous tems en uſage dans la Philoſophie. Ariſtote, & après lui tous les Philoſophes s'en ſont ſervis, & Deſcartes l'a employé dans ſa Philoſophie, pour prouver que nous éxiſtons : car il eſt certain que celui qui douteroit s'il éxiſte, auroit dans ſon doute même une preuve de ſon éxiſtence, puiſqu'il implique contradiction que l'on ait une idée quelle qu'elle ſoit, & par conſequent un doute, & que l'on n'éxiſte pas.

Ce principe ſuffit pour toutes les vérités néceſſaires, c'eſt-à-dire, pour les vérités qui ne ſont déterminables que d'une ſeule maniére ; car c'eſt ce que l'on entend par le terme de *néceſſaire* ; mais quand il s'agit de vérités contingentes, c'eſt-à-dire, lorſqu'il eſt poſſible qu'une choſe éxiſte de différentes maniéres, & qu'aucune de ſes déterminations n'eſt plus néceſſaire qu'une autre, alors la néceſſité d'un autre principe ſe fait ſentir, parce que celui de contradiction n'a plus lieu. Auſſi les Anciens

Le principe de contradiction eſt le fondement de toutes les vérités néceſſaires.

qui ignoroient ce ſecond principe de nos connoiſſances, ſe trompoient-ils ſur les points les plus importans de la Philoſophie.

Du principe d'une raiſon ſuffiſante.

§. 8. Ce principe duquel toutes les vérités contingentes dépendent, & qui n'eſt ni moins primitif, ni moins univerſel que celui de contradiction, eſt *le principe de la raiſon ſuffiſante*: tous les hommes le ſuivent naturellement; car il n'y a perſonne qui ſe détermine à une choſe plûtôt qu'à une autre, ſans une raiſon ſuffiſante qui lui faſſe voir que cette choſe eſt préférable à l'autre.

Il eſt le fondement de toutes les vérités contingentes.

Quand on demande compte à quelqu'un de ſes actions, on pouſſe ſes queſtions juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu à découvrir une raiſon qui nous ſatisfaſſe, & nous ſentons dans tous les cas que nous ne pouvons point forcer notre eſprit à admettre quelque choſe, ſans une raiſon ſuffiſante, c'eſt-à-dire, ſans une raiſon qui nous faſſe comprendre pourquoi cette choſe eſt ainſi plûtôt que tout autrement.

Abſurdités qui naîtroient de la négation de ce principe.

Si on vouloit nier ce grand principe, on tomberoit dans d'étranges contradictions: car dès que l'on admet qu'il peut arriver quelque choſe, ſans raiſon ſuffiſante, on ne peut aſſûrer d'aucune choſe, qu'elle eſt la même qu'elle étoit le moment d'auparavant, puiſque cette choſe pourroit ſe changer à tout moment, dans une autre d'une autre eſpéce; ainſi il n'y auroit pour nous de vérités que pour un inſtant.

J'aſſure,

J'aſſure, par exemple, que tout eſt encore dans ma chambre dans l'état où je l'ai laiſſé, parce que je ſuis aſſûré que perſonne n'y eſt entré depuis que je ſuis ſorti; mais ſi le principe de la raiſon ſuffiſante n'a pas lieu, ma certitude devient une chimére, puiſque tout pourroit être bouleverſé dans ma chambre ſans qu'il y fût entré perſonne capable de la déranger.

Sans ce principe il n'y auroit point de choſes identiques, car deux choſes ſont identiques lorſque l'on peut ſubſtituer l'une à la place de l'autre, ſans qu'il arrive aucun changement par rapport à la propriété qu'on conſidere. Cette définition eſt reçuë de tout le monde, ainſi par exemple, ſi j'ai une boule de pierre, & une boule de plomb, & que je puiſſe mettre l'une à la place de l'autre dans le baſſin d'une balance, ſans que la balance change de ſituation, je dis que le poids de ces boules eſt *identique*, qu'il eſt le même, & qu'elles ſont identiques quant à leurs poids: cependant, s'il pouvoit arriver quelque choſe ſans une raiſon ſuffiſante, je ne pourrois prononcer que le poids de ces boules eſt identique, dans l'inſtant même que j'aſſûre qu'il eſt identique; puiſqu'il pourroit arriver ſans aucune raiſon un changement dans l'une, qui n'arriveroit pas dans l'autre; & par conſéquent leur poids ne ſeroit plus identique, ce qui eſt contre la définition.

Sans le principe de la raiſon ſuffiſante, on ne pourroit plus dire que cet Univers, dont toutes

les parties ſont ſi bien liées entre elles, n'a pû être produit que par une ſageſſe ſuprême, car s'il peut y avoir des effets ſans raiſon ſuffiſante, tout cela eût pû être produit par le hazard, c'eſt-à-dire, par rien.

Ce principe eſt la ſeule choſe qui nous faſſe diſcerner la veille, & le ſommeil.

Ce qui arrive quelquefois en ſonge nous fournit l'idée d'un monde fabuleux, où tous les événemens arriveroient ſans raiſon ſuffiſante.

Je rêve que je ſuis dans ma chambre, occupé à écrire; tout d'un coup ma chaiſe ſe change en un cheval aîlé, & je me trouve en un inſtant à cent lieuës de l'endroit où j'étois, & avec des perſonnes qui ſont mortes depuis longtems, &c. Tout cela ne peut arriver dans ce monde, puiſqu'il n'y auroit point de raiſon ſuffiſante de tous ces effets; car lorſque je ſors de ma chambre, je puis dire comment, & pourquoi j'en ſors, & je ne vais point d'un lieu dans un autre ſans paſſer par les lieux intermediaires: cependant toutes ces chiméres ſeroient également poſſibles, s'il pouvoit y avoir des effets ſans raiſon ſuffiſante: c'eſt ce principe qui diſtingue le ſonge de la veille, & le monde réel, du monde fabuleux que l'on nous dépeint dans les Contes des Fées. Ainſi ceux qui nient le principe de la raiſon ſuffiſante, ſont des habitans d'un monde fabuleux qui n'éxiſte point, mais dans celui-ci, tout doit ſe faire ſelon ce principe.

Dans la Géométrie où toutes les vérités ſont néceſſaires, on ne ſe ſert que du principe de contradiction: car par exemple, dans un trian-

gle

gle la ſomme des angles n'eſt déterminable que d'une ſeule maniere, & il faut abſolument qu'ils ſoient égaux à deux droits; mais lorſqu'il eſt poſſible qu'une choſe ſe trouve en différens états, je ne puis aſſurer qu'elle ſe trouve dans un tel état plûtôt que dans un autre, à moins que je n'allégue une raiſon de ce que j'affirme: ainſi, par exemple, je puis être aſſis, couché, ou de bout, toutes ces déterminations de ma ſituation ſont également poſſibles, mais quand je ſuis de bout, il faut qu'il y ait une raiſon ſuffiſante, pourquoi je ſuis de bout, & non pas aſſis, ou couché.

Archimede paſſant de la Géométrie à la Méchanique, reconnut bien le beſoin de la raiſon ſuffiſante; car voulant démontrer qu'une balance à bras égaux chargée de poids égaux reſtera en équilibre, il fit voir que dans cette égalité de bras & de poids la balance devoit reſter en repos, par ce qu'il n'y auroit point de raiſon ſuffiſante, pourquoi l'un des bras deſcendroit plûtôt que l'autre.

Archimede a le premier employé ce principe dans la Méchanique.

M. de Leibnits qui étoit très-attentif aux ſources de nos raiſonnemens, ſaiſit ce principe, le développa, & fut le premier qui l'énonça diſtinctement, & qui l'introduiſit dans les Sciences.

Il faut avoüer qu'on ne pouvoit leur rendre un plus grand ſervice, car la plûpart des faux raiſonnemens, n'ont d'autres ſources que l'oubli de la raiſon ſuffiſante; & vous verrez bientôt que ce principe eſt le ſeul fil qui puiſſe nous conduire dans ces labyrinthes d'erreur que l'eſprit

Mais c'eſt M. de Leibnits qui en a fait voir toute l'étenduë & toute l'utilité.

prit humain s'eſt bâti pour avoir le plaiſir de s'y égarer.

Il ne faut donc rien admettre de ce qui viole cet axiome fondamental, il eſt la bride de l'imagination qui fait des écarts ſans nombre dès qu'on ne l'aſſujettit pas aux régles d'un raiſonnement ſévére.

Différence entre poſſible, & actuel.

§. 9. Il faut bien diſtinguer entre poſſible & actuel. Vous avez vû ci-deſſus, que tout ce qui n'implique point contradiction eſt poſſible; mais il n'eſt pas actuel. Il eſt poſſible, par exemple, que cette table qui eſt quarrée devienne ronde, cependant cela n'arrivera peut-être jamais; ainſi tout ce qui éxiſte étant néceſſairement poſſible, on peut conclure de l'éxiſtence à la poſſibilité, mais non pas de la poſſibilité à l'éxiſtence.

Afin qu'une choſe ſoit, il ne ſuffit donc pas qu'elle ſoit poſſible, il faut encore que cette poſſibilité ait ſon accompliſſement, & c'eſt ce qu'on appelle *Exiſtence*: or une choſe ne peut parvenir à l'éxiſtence ſans une raiſon ſuffiſante, par laquelle un Etre Intelligent puiſſe comprendre pourquoi cette choſe devient actuelle de poſſible qu'elle étoit auparavant. Ainſi il faut qu'une cauſe contienne non-ſeulement le principe de l'actualité de la choſe dont elle eſt cauſe; mais encore la raiſon ſuffiſante de cette choſe, c'eſt-à-dire, ce par où un Etre intelligent puiſſe comprendre pourquoi cette choſe éxiſte: car tout homme

homme qui fait uſage de ſa raiſon, ne doit pas ſe contenter de ſçavoir qu'une telle choſe eſt poſſible, & qu'elle exiſte, mais il doit encore ſçavoir la raiſon pourquoi elle exiſte ; & s'il ne voit pas cette raiſon, comme il arrive ſouvent, quand les choſes ſont trop compliquées, il faut du moins qu'il ſoit aſſuré qu'on ne ſçauroit démontrer que la choſe dont il s'agit ne peut pas avoir de raiſon ſuffiſante de ſon exiſtence ; ainſi il faut qu'il y ait dans tout ce qui exiſte quelque choſe par où l'on puiſſe comprendre pourquoi ce qui eſt a pû exiſter, & c'eſt ce qu'on appelle *raiſon ſuffiſante.*

Le principe d'une raiſon ſuffiſante bannit de la Philoſophie tous les raiſonnemens à la ſcholaſtique.

§. 10. Ce principe bannit de la Philoſophie tous les raiſonnemens à la Scholaſtique ; car les Scholaſtiques admettoient bien qu'il ne ſe fait rien ſans cauſe, mais ils alléguoient pour cauſes des natures plaſtiques, des ames végétatives, & d'autres mots vuides de ſens ; mais quand on a une fois établi qu'une cauſe n'eſt bonne qu'autant qu'elle ſatisfait au principe de la raiſon ſuffiſante, c'eſt-à-dire, qu'autant qu'elle contient quelque choſe par où on puiſſe faire voir comment, & pourquoi un effet peut arriver, alors on ne peut plus ſe payer de ces grands mots qu'on mettoit à la place des Idées.

Quand on explique, par exemple, pourquoi les Plantes naiſſent, croiſſent & ſe conſervent, & qu'on donne pour cauſe de ces effets, une ame végétative qui ſe trouve dans toutes les

Plantes

Plantes, on allégue bien une cauſe de ces effets ; mais une cauſe qui n'eſt point recevable, parce qu'elle ne contient rien par où je puiſſe comprendre comment la végétation dont je recherche la cauſe, s'opere ; car cette ame végétative étant poſée, je n'entens point de là pourquoi la Plante que je conſidere, a plûtôt une telle ſtructure que toute autre, ni comment cette ame peut former une Machine telle que celle de cette Plante.

Il eſt le fondement de la morale.

§. 11. Le principe de la raiſon ſuffiſante eſt encore le fondement des regles & des coûtumes qui ne ſont fondées que ſur ce qu'on appelle *convenance*, car les mêmes hommes peuvent ſuivre des coûtumes différentes, ils peuvent déterminer leurs actions en pluſieurs manieres ; & lorſqu'on choiſit préférablement à d'autres, celles où il y a le plus de raiſon, l'action devient bonne & ne ſçauroit être blâmée ; mais on la nomme déraiſonnable, dès qu'il y a des raiſons ſuffiſantes pour ne la point commettre, & c'eſt ſur ces mêmes principes que l'on peut prononcer qu'une coûtume eſt meilleure que l'autre, c'eſt-à-dire, quand elle a plus de raiſon de ſon côté.

Du principe des indiſcernables.

§. 12. De ce grand Axiome d'une raiſon ſuffiſante, il en naît un autre que Monſieur de Leibnits appelle *le principe des Indiſcernables* : ce principe bannit de l'univers toute matiere ſimilaire, car s'il

s'il y avoit deux parties de matiere abſolument ſimilaires & ſemblables, enſorte qu'on pût mettre l'une à la place de l'autre ſans qu'il arrivât le moindre changement (car c'eſt ce qu'on entend par entierement ſemblable) il n'y auroit point de raiſon ſuffiſante pourquoi l'une de ces particules ſeroit placée dans la Lune, par exemple, & l'autre ſur la Terre, puiſqu'en les changeant & mettant celle qui eſt dans la Lune ſur la Terre, & celle qui eſt ſur la Terre dans la Lune, toutes choſes demeureroient les mêmes. On eſt donc obligé de reconnoître que les moindres parties de matiere ſont diſcernables, ou que chacune eſt infiniment différente de toute autre, & qu'elle ne pourroit être employée dans une autre place que celle qu'elle occupe ſans déranger tout l'univers. Ainſi chaque particule de matiére eſt deſtinée à faire l'effet qu'elle produit, & c'eſt de là que naît la diverſité, qui ſe trouve entre deux grains de ſable comme entre notre Globe & celui de Saturne, laquelle nous fait voir que la ſageſſe du Créateur n'eſt pas moins admirable dans le plus petit Etre, que dans le plus grand.

Comment il découle de celui d'une raiſon ſuffiſante.

Il banniſt toute matiere ſimilaire de l'univers.

Cette infinie diverſité qui regne dans la nature, ſe fait ſentir à nous auſſi loin que la portée de nos organes peut s'étendre. Monſieur de Leibnits qui avança le premier cette vérité, eut le plaiſir de la voir confirmer par les yeux même de ceux qui la nioient dans une promenade avec Madame l'Electrice d'Hanover, dans le jardin d'Heurenauſen,

d'Heurenauſen : car ce Philoſophe ayant aſſuré qu'on ne trouveroit jamais deux feuilles entierement ſemblables dans la quantité preſqu'innombrable de celles qui les entouroient, pluſieurs courtiſans qui étoient préſens paſſerent inutilement une partie de la journée dans cette recherche, & ils ne purent jamais trouver deux feuilles qui n'euſſent des différences ſenſibles, même à l'œil.

Il y a d'autres objets que leur petiteſſe nous fait voir comme ſemblables, parce que nous les voyons confuſément, mais les microſcopes nous découvrent leurs différences : ainſi les Expériences, qui même ne ſont pas néceſſaires à la vérité de ce principe, le confirment encore.

De la loi de continuité.

§. 13. De l'Axiome d'une raiſon ſuffiſante découle encore un autre principe qu'on appelle *la Loi de continuité*, c'eſt encore à Monſieur de Leibnits que nous ſommes redevables de ce principe qui eſt d'une grande fécondité dans la Phyſique; c'eſt lui qui nous enſeigne que rien ne ſe fait par ſault dans la nature, & qu'un Etre ne paſſe point d'un état à un autre, ſans paſſer par tous les différens états qu'on peut concevoir entre eux.

Le principe de la raiſon ſuffiſante prouve aiſément cette vérité, car chaque état dans lequel un Etre ſe trouve doit avoir ſa raiſon ſuffiſante, pourquoi cet Etre ſe trouve dans cet état plûtôt que dans tout autre, & cette raiſon ne peut ſe trouver que dans l'état antécedent. Cet état antécedent

cedent contenoit donc quelque choſe qui a fait naître l'état actuel qui l'a ſuivi, enſorte que ces deux états ſont tellement liés enſemble qu'il eſt impoſſible de mettre un autre état entre deux : car s'il y avoit un état poſſible entre l'état actuel & celui qui l'a précedé immédiatement, la nature auroit quitté le premier état ſans être encore déterminée par le ſecond à abandonner le premier ; il n'y auroit donc point de raiſon ſuffiſante pourquoi elle paſſeroit plûtôt à cet état qu'à tout autre état poſſible, ainſi aucun Etre ne paſſe d'un état à un autre ſans paſſer par les états intermédiaires, de même que l'on ne va point d'une Ville à une autre ſans parcourir le chemin qui eſt entre deux.

Dans la Géométrie où tout ſe fait dans le plus grand ordre, on voit que cette regle s'obſerve avec une extreme exactitude, car tous les changemens qui arrivent dans les lignes qui ſont unes c'eſt-à-dire dans une ligne qui eſt la même, ou dans celles qui ſont enſemble un ſeul & même tout, tous ces changemens, dis-je, ne ſe ſont qu'après que la figure a paſſé par tous les changemens poſſibles qui conduiſent à l'état qu'elle acquiert : ainſi une ligne qui eſt concave vers un axe comme la ligne A. B. vers l'axe A. D. ne devient pas tout d'un coup convexe ſans paſſer par tous les états qui ſont entre la concavité & la convexité, & par tous les degrés qui peuvent mener de l'une à l'autre ; ainſi la concavité commence par diminuer par des dégrés infiniment

Exemples de cette loi dans la Géométrie.

Fig. 2.

niment petits juſques au point B. où la ligne n'eſt ni concave, ni convexe, & que l'on nomme le point d'inflexion ; c'eſt à ce point que la concavité finit, & que la convexité commence, & il ſe forme à ce point B. une ligne infiniment petite paralelle à l'axe A. D., mais paſſé ce point B., la convexité commence & s'accroît par des degrés infiniment petits comme le ſçavent les Mathématiciens.

Fig. 3. Les points de rebrouſſement qui ſe trouvent dans pluſieurs courbes, & qui paroiſſent violer cette loi de continuité, parce que la ligne paroît ſe terminer en ce point & rebrouſſer ſubitement en un ſens contraire, ne la violent cependant point ; car on peut faire voir qu'à ces points de rebrouſſement il ſe forme des nœuds comme dans la Fig. 3. dans leſquels on voit évidemment que la loi de continuité eſt ſuivie, car ces nœuds étant ſerrés à l'infini, prennent à la fin la forme d'un point ſenſible-

Fig. 4. On ne retrouve point la loi de continuité dans les Figures batardes, deſquelles on ne peut pas dire qu'elles forment un véritable tout, parce qu'elles n'ont point été produites par la même loi, mais compoſées de pluſieurs piéces, comme ſi on ajoutoit à un arc de cercle A. B., une ligne droite B. C. pour faire une ſeule Figure A. B. C. & ces Figures violent la loi de continuité, parce que la loi par laquelle on décrit le cercle A. B. ceſſe en B. & ne contient rien en elle qui puiſſe faire naître la ligne B. C. mais

au

au point B. une autre loi commence, ſelon laquelle la ligne B. C. eſt décrite, & cette ſeconde loi n'a nul rapport à la premiere qui a fait décrire le cercle A. B.

Il arrive dans la nature la même choſe que dans la Géométrie, & ce n'étoit pas ſans raiſon que Platon appelloit le Créateur, *l'éternel Géometre*. Ainſi il n'y a point d'angles proprement dits dans la nature, point d'inflexion ni de rebrouſſement ſubits ; mais il y a de la gradation dans tout, & tout ſe prépare de loin aux changemens qu'il doit éprouver, & va par nuances à l'état qu'il doit ſubir. Ainſi, un rayon de lumiere qui ſe réfléchit ſur un miroir, ne rebrouſſe point ſubitement, & ne fait point un angle pointu au point de la réfléxion ; mais il paſſe à la nouvelle direction qu'il prend en ſe réfléchiſſant par une petite courbe qui le conduit inſenſiblement & par tous les degrés poſſibles qui ſont entre les deux points extrêmes de l'incidence & de la réfléxion.

Il en eſt de même dans la réfraction, le rayon de lumiere ne ſe rompt pas au point qui ſépare le milieu qu'il pénetre & celui qu'il abandonne, mais il commence à s'infléchir avant d'avoir pénetré dans le nouveau milieu ; & le commencement de ſa réfraction eſt une petite courbe qui ſépare les deux lignes droites qu'il décrit en traverſant deux milieux hétérogenes & contigus.

Ce principe ſert à démontrer les loix du mouvement.

§. 14. C'eſt par cette loi de continuité que l'on peut trouver & démontrer les véritables loix du mouvement, car un corps qui ſe meut dans une direction quelconque, ne ſauroit ſe mouvoir dans une direction oppoſée, ſans paſſer de ſon premier mouvement au repos par tous les degrés de retardation intermediaires, pour repaſſer enſuite, par des degrés inſenſibles d'accelération, du repos au nouveau mouvement qu'il doit éprouver.

Le principe de la continuité prouve qu'il n'y a point de Corps durs dans l'univers.

§. 15. Cette loi montre qu'il n'y a point de Corps parfaitement durs dans la nature, car dans le choc des Corps parfaitement durs cette gradation ne ſçauroit avoir lieu, parce que les Corps durs paſſeroient tout d'un coup du repos au mouvement, & du mouvement dansun ſens au mouvement en ſens contraire; ainſi, tous les Corps ont un degré d'élaſticité qui les rend capables de ſatisfaire à cette loi de continuité que la nature ne viole jamais.

§. 16. Il ſuit de ce que je viens de dire, que lorſque les conditions qui font naître une propriété, viennent à ſe changer en d'autres conditions d'où une autre propriété doit naître, enſorte qu'enfin ces conditions deviennent les mêmes, ou identiques; la propriété qui découloit des premieres conditions doit ſe changer, par la même gradation, dans la propriété qui eſt une ſuite des dernieres conditions dans leſquelles les premieres ſe ſont changées.

La

La Géométrie fournit une infinité d'exemples qui confirment & éclairciſſent cette regle, l'Ellipſe & la Parabole, par exemple, ſont des lignes fort différentes, mais lorſqu'on fait varier les déterminations de l'Ellipſe (qui ſont les conditions qui rendent l'Ellipſe poſſible) pour les faire approcher de celles de la Parabole: les propriétés de l'Ellipſe varient auſſi continuellement, & s'approchent de celles de la Parabole juſqu'à ce qu'enfin les lignes deviennent les mêmes. Ainſi, un des foyers de l'Ellipſe demeurant immobile, ſi l'autre s'en éloigne continuellement, les nouvelles Ellipſes qui ſeront engendrées approcheront continuellement de la Parabole, & elles coïncideront enfin avec elle, lorſque la diſtance des foyers ſera devenuë infinie. Ainſi, toutes les propriétés de la Parabole conviendront à une Ellipſe dont les foyers ſeront infiniment éloignés, & l'on peut conſidérer la Parabole comme une Ellipſe dont les foyers ſont infiniment diſtans. C'eſt par ce même principe qu'un mouvement décroiſſant, devient enfin du repos, & que l'inégalité toujours diminuée, ſe change en égalité, de ſorte même qu'on peut conſidérer le repos comme un mouvement très-petit, & l'égalité comme une inégalité infiniment petite. Toutes les fois donc que cette continuité d'évenement n'a pas lieu, on doit conclure qu'il y a des défauts dans le raiſonnement dont on s'eſt ſervi.

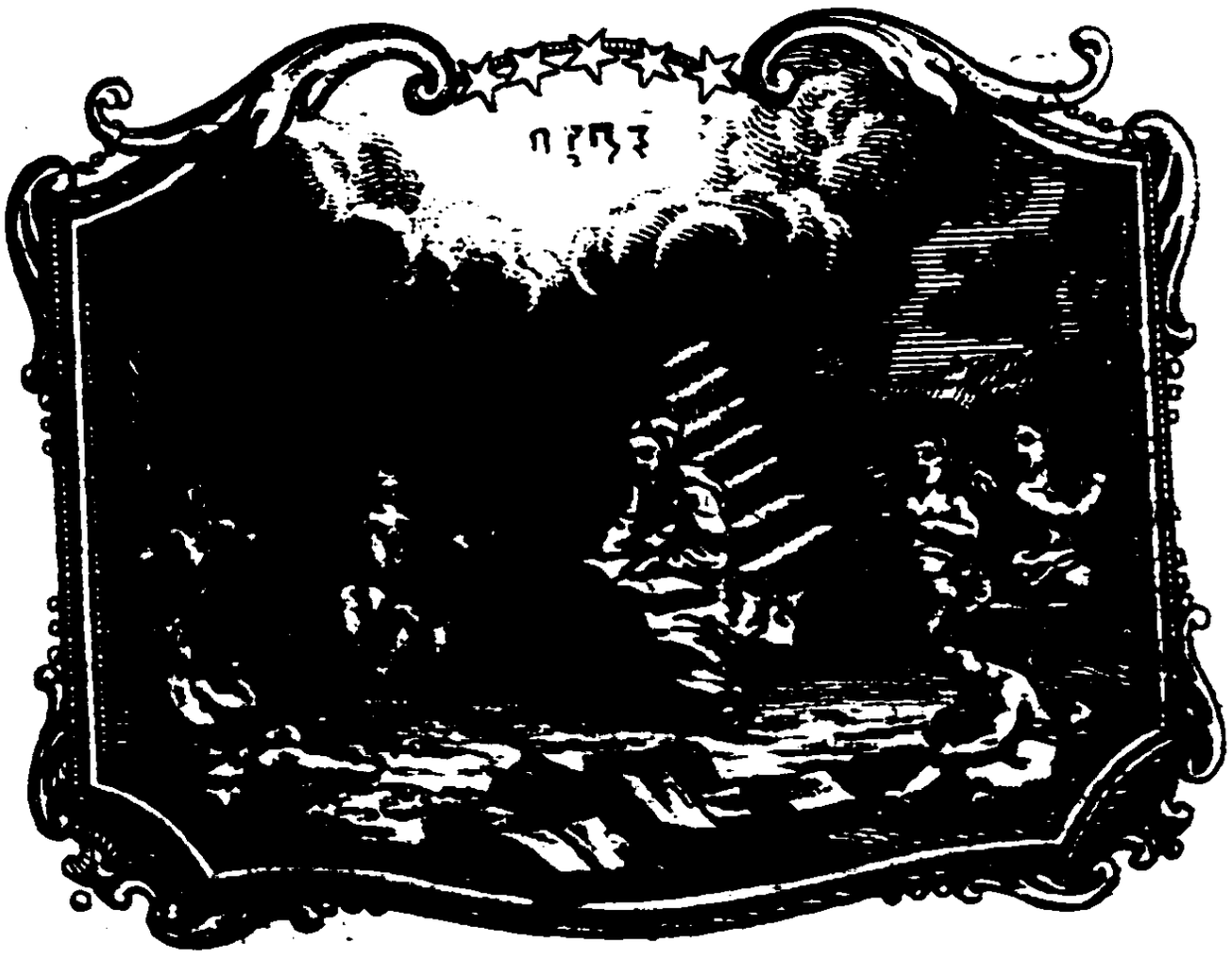
Mépriſe de Deſcartes pour n'avoir pas fait attention à cette loi.

§. 17. Deſcartes, par exemple, auroit réformé ſes loix du mouvement s'il avoit fait plus d'attention à cette regle; il commença par établir pour premiere loi, que deux Corps égaux qui ſe choquent avec des vîteſſes égales doivent retourner en arriere avec la même vîteſſe, & cela eſt très-vrai, car n'y ayant point de raiſon pourquoi l'un des deux continueroit ſon chemin plûtôt que l'autre, & ces Corps ne pouvant pénétrer les dimenſions l'un de l'autre, ni demeurer en repos, parce que la force ſe perdroit, ce qui ne peut arriver, il faut néceſſairement qu'ils retournent tous deux en arriere avecla même vîteſſe avec laquelle ils s'étoient choqués.

Mais la ſeconde loi du mouvement de M. Deſcartes & preſque toutes les autres ſont fauſſes, parce qu'elles violent le principe de continuité : car la ſeconde, par exemple, veut que ſi deux corps B. & C. ſe rencontrent avec des vîteſſes égales : mais que le Corps B. ſoit plus grand que le Corps C. alors le ſeul Corps C. retournera en arriere & le Corps B. continuera ſon chemin, tous deux avec la même vîteſſe qu'ils avoient avant le choc : cette regle eſt démentie par l'expérience, & elle eſt fauſſe parce qu'elle ne s'accorde point avec la premiere regle du mouvement, & avec le principe de continuité, car en diminuant toujours l'inégalité des Corps, l'effet qui eſt une ſuite de l'inégalité, doit toujours s'approcher de celui qui eſt une ſuite de leur égalité (§. 16.), en ſorte

Fig. 5. *Num.* 1.

enſorte que diminuant toujours le plus grand Corps, ſa vîteſſe vers C. doit diminuer auſſi, & enfin devenir nulle quand on ſera parvenu à une certaine proportion entre B. & C. paſſé lequel point, l'inégalité étant abſolument évanoüie, l'effet produit par l'égalité des deux Corps commencera, c'eſt-à-dire, qu'alors le mouvement du plus grand Corps B. commencera dans un ſens contraire, & les Corps s'en retourneront en arriere avec la même vîteſſe; ſelon la premiere loi de M. Deſcartes. Ainſi, la ſeconde ne peut avoir lieu, puiſque, ſelon cette ſeconde loi, on a beau diminuer la grandeur de B. & la faire approcher de C. enſorte que la différence ſoit preſqu'inaſſignable, les effets demeureront cependant très-différens, & ne s'approcheront point l'un de l'autre, ce qui eſt entierement contraire à la loi de continuité: car lorſque l'inégalité vient à ceſſer entierement, l'effet fait un grand ſault, puiſque le mouvement du Corps B. change tout-à-coup de direction, paſſant tous les cas intermédiaires comme par un ſault, tandis qu'il ne ſe fait qu'un changement imperceptible dans la grandeur de ce Corps qui eſt cependant la cauſe du grand changement qui arrive dans la direction de ſon mouvement: ainſi, l'effet eſt alors plus grand que la cauſe. On voit par cet Exemple combien il eſt important de ſe rendre attentif à cette loi de continuité, & d'imiter en cela la nature qui ne l'enfreint jamais dans aucune de ſes operations.



CHAPITRE II.

De l'Exiſtence de Dieu.

§. 18.

L'étude de la Phyſique nous conduit à la connoiſſance d'un Dieu.

L'ETUDE de la nature nous éleve à la connoiſſance d'un Etre ſuprême ; cette grande vérité eſt encore plus néceſſaire, s'il eſt poſſible, à la bonne Phyſique qu'à la Morale, & elle doit être le fondement & la concluſion de toutes les recherches que nous faiſons dans cette ſcience.

Précis des preuves de cette grande vérité.

Je crois donc indiſpenſable de commencer par vous mettre ſous les yeux un précis des preuves de cette importante vérité, par lequel vous pourrez juger par vous-même de ſon évidence.

§. 19. I°. Quelque choſe exiſte, puiſque j'exiſte.

2°. Puiſque quelque choſe exiſte, il faut que quelque choſe ait exiſté de toute éternité, ſans cela il faudroit que le néant qui n'eſt qu'une négation eût produit tout ce qui exiſte, ce qui eſt une contradiction dans les termes, car, c'eſt dire qu'une choſe a été produite, & ne reconnoître cependant aucune cauſe de ſon exiſtence.

3°. L'Etre qui a exiſté de toute éternité doit exiſter néceſſairement & ne tenir ſon exiſtence d'aucune cauſe, car s'il avoit reçû ſon exiſtence d'un autre Etre, il faudroit que cet autre Etre exiſtât par lui-même, & alors c'eſt lui dont je parle, & c'eſt Dieu, ou bien il tiendroit encore ſon exiſtence d'un autre: on voit aiſément qu'en remontant ainſi à l'infini, il faut arriver à un Etre néceſſaire qui exiſte par lui-même, ou bien admettre une chaîne infinie d'Etres, leſquels pris tous enſemble, n'auront aucune cauſe externe de leur exiſtence (puiſque tous les Etres entrent dans cette chaîne infinie) & qui, chacun en particulier, n'en auront aucune cauſe interne, puiſqu'aucun n'exiſte par lui-même, & qu'ils tiennent tous l'exiſtence les uns des autres dans une gradation à l'infini. Ainſi, c'eſt ſuppoſer une chaîne d'Etres qui ſéparément ont été produits par une cauſe, & qui tous enſemble n'ont été produits par rien, ce qui eſt une contradiction dans les termes. Il y a donc

un Etre qui exiſte néceſſairement, puiſqu'il implique contradiction qu'un tel Etre n'exiſte pas.

4°. Tout ce qui nous environne naît & perit ſucceſſivement ; rien ne joüit d'un état néceſſaire, tout ſe ſuccede, & nous nous ſuccedons nous-mêmes les uns aux autres ; il n'y a donc que de la contingence dans tous les Etres qui nous environnent, c'eſt-à-dire, que le contraire eſt également poſſible, & n'implique point contradiction, (car c'eſt ce qui diſtingue un Etre contingent d'un Etre néceſſaire.)

5°. Tout ce qui exiſte a une raiſon ſuffiſante de ſon exiſtence, ainſi il faut que la raiſon ſuffiſante de l'exiſtence d'un Etre ſoit dans lui, ou hors de lui : or la raiſon de l'exiſtence d'un Etre contingent ne peut être dans lui, car s'il portoit la raiſon ſuffiſante de ſon exiſtence en lui, il ſeroit impoſſible qu'il n'exiſtât pas, ce qui eſt contradictoire à la définition d'un Etre contingent ; la raiſon ſuffiſante de l'exiſtence d'un Etre contingent doit donc néceſſairement être hors de lui, puiſqu'il ne ſauroit l'avoir en lui-même.

6°. Cette raiſon ſuffiſante ne peut ſe trouver dans un autre Etre contingent, ni dans une ſuite de ces Etres, puiſque la même queſtion ſe retrouvera toujours au bout de cette chaîne quelque loin qu'on la puiſſe étendre : il faut donc en venir à un Etre néceſſaire qui contienne la raiſon ſuffiſante de l'exiſtence de tous les Etres contingens, & de la ſienne propre, & cet Etre c'eſt Dieu.

§. 20.

§. 20. Les attributs de cet Etre ſuprême ſont une ſuite de la néceſſité de ſon exiſtence. Les attributs de Dieu..

Ainſi il eſt éternel, c'eſt-à-dire, qu'il n'a point eu de commencement, & qu'il n'aura jamais de fin, car ſi l'Etre néceſſaire avoit commencé, il faudroit ou qu'il eût agi, avant que d'être, pour ſe produire, ce qui eſt abſurde, ou bien que quelque choſe l'eût produit, ce qui eſt contre la définition de l'Etre néceſſaire. Il eſt éternel.

Il ne peut avoir de fin, parce que la raiſon ſuffiſante de ſon exiſtence reſidant en lui, elle ne peut jamais l'abandonner; de plus, ce qui eſt contraire à une choſe néceſſaire, implique contradiction, & eſt par conſéquent impoſſible: il eſt donc impoſſible que l'Etre néceſſaire ceſſe d'exiſter, de la même façon qu'il eſt impoſſible que trois fois 3. faſſent 8.

Il eſt immuable, car s'il changeoit il ne ſeroit plus ce qu'il étoit, & par conſéquent il n'auroit pu exiſter néceſſairement: il faut de-plus que chaque état ſucceſſif ait ſa raiſon ſuffiſante dans un état precedent, celui-là dans un autre, & ainſi de ſuite: or comme dans l'Etre néceſſaire on ne parviendroit jamais au dernier état, puiſque l'Etre n'a jamais commencé, un état ſucceſſif quelconque ſeroit ſans raiſon ſuffiſante, s'il étoit ſuſceptible de ſucceſſion; ainſi, il ne peut point y avoir de changement, ni de ſucceſſion dans l'Etre néceſſaire. Immuable.

Il ſuit clairement de ce qu'on vient de dire; que Simple.

que l'Etre néceſſaire ne ſçauroit être un Etre compoſé, qui n'exiſte qu'autant que ſes parties ſont liées enſemble, & qui peut être détruit par la diſſociation de ces mêmes parties, & que par conſéquent l'Etre exiſtant par lui-même eſt un Etre ſimple.

Le Monde ni notre Ame ne peuvent être l'Etre néceſſaire.

§. 21 Le Monde que nous voyons ne ſçauroit êtrel'Etre néceſſaire, car il eſt compoſé de parties & il y a une ſucceſſion continuelle en lui, ce qui eſt abſolument contradictoire aux attributs que je viens de montrer appartenir à l'Etre néceſſaire.

Par la même raiſon, la Matiere ni les Elémens de la Matiere ne peuvent point être l'Etre néceſſaire.

Notre Ame ne peut point être non plus cet Etre néceſſaire, car ſes perceptions changeant continuellement, elle eſt dans des variations perpétuelles, mais l'Etre néceſſaire ne peut varier: notre Ame n'eſt donc point l'Etre néceſſaire.

L'Etre exiſtant par lui-même eſt donc un Etre différent du Monde que nous voyons, de la Matiere qui compoſe ce Monde, des élemens qui compoſent cette Matiere, & de notre Ame; & il contient en lui la raiſon ſuffiſante de ſon exiſtence, & de celle de tous les Etres qui exiſtent.

§. 22. On voit aiſément par tout ce qui vient d'être

d'être dit, qu'il ne peut y avoir qu'un Etre néceſſaire, car s'il y avoit deux Etres qui exiſtaſſent néceſſairement, & indépendamment l'un de l'autre, il ſeroit poſſible que chacun exiſtât ſeul, & par conſéquen tni l'un ni l'autre n'exiſteroit néceſſairement.

L'Etre néceſſaire, c'eſt-à-dire Dieu, doit être unique.

§. 23. Il eſt évident que tout ce qui eſt poſſible n'exiſte pas, & qu'une infinité de choſes qui pourroient arriver, n'arrivent point. Alexandre, par exemple, au lieu de détruire l'Empire des Perſes, pouvoit tourner ſes armes contre les Peuples de l'Occident, ou bien vivre paiſiblement dans ſon Royaume : il pouvoit prendre enfin une infinité de partis différens de celui qu'il a pris, qui auroient tous fait naître une infinité de combinaiſons qui étoient poſſibles alors, & qui auroient produit des évenemens tous différens de ceux qui ſont arrivés ; les évenemens que contiennent les Romans ſont dans le même cas ; ils pourroient arriver ſi une autre ſuite de choſes avoit lieu, ce ſont des hiſtoires d'un Monde poſſible auquel il manque l'actualité, car chaque ſuite de choſes conſtituë un Monde qui ſeroit différent de tout autre par les évenemens qui lui ſeroient particuliers ; ainſi, l'on peut concevoir une telle ſuite de cauſes qui auroit fait naître les évenemens qui ſont dans Zaïde, ou ceux de la Reine de Navarre, car ces évenemens ſont poſſibles, & il ne leur manque que l'actualité ; de même, on peut concevoir des

Univers

Univers poſſibles, dans leſquels il y auroit d'autres Etoiles & d'autres Planetes; & comme les différens rapports de ces Univers peuvent être combinés d'une infinité de manieres, il y a une infinité de Mondes poſſibles, dont un ſeul éxiſte actuellement.

Lorſqu'il n'y avoit encore rien de produit, & qu'aucun de ces Mondes poſſibles n'éxiſtoit, ils étoient tous également en pouvoir de parvenir à l'éxiſtence; & ils attendoient, pour ainſi dire, qu'une puiſſance externe les y appellât, & les rendît actuels; car ce qui n'éxiſte point, ne peut contribuer à ſon éxiſtence qu'idéalement; c'eſt-à-dire, autant qu'il renferme certaines déterminations, que le reſte ne renferme pas, & qui peuvent déterminer un Etre Intelligent à le choiſir pour lui donner l'éxiſtence.

Il faut qu'il y ait une raiſon ſuffiſante de l'actualité du Monde que nous voyons, puiſqu'une infinité d'autres Mondes étoient poſſibles: or cette raiſon ne peut ſe trouver que dans les différences qui diſtinguent ce Monde-ci, de tous les autres Mondes: il faut donc que l'Etre néceſſaire ſe ſoit repréſenté tous les Mondes poſſibles, qu'il ait conſidéré leurs arrangemens divers, & leurs différences, pour avoir pû ſe déterminer enſuite à donner l'actualité à celui qui lui plaiſoit le plus.

Dieu eſt un Etre Intelligent.

La repréſentation diſtincte des choſes fait l'entendement, or l'Etre néceſſaire qui a dû ſe repréſenter tous les Mondes poſſibles avant de créer

créer celui-ci, eſt donc un Etre intelligent, dont l'entendement eſt infini, car tous les Mondes poſſibles renferment tous les arrangemens poſſibles de toutes les choſes poſſibles; ainſi, cet Etre que nous nommons Dieu eſt un Etre intelligent, qui voit non-ſeulement tout ce qui arrive actuellement; mais encore tout ce qui arriveroit dans quelque Combinaiſon des choſes poſſibles que ce puiſſe être, car tout ce qui eſt poſſible entre dans les Mondes qu'il contemple ſans ceſſe, & qui ſe jouënt, pour ainſi dire, devant lui.

§. 24. Comme la ſucceſſion eſt une imperfection attachée au fini, il n'y a point de ſucceſſion dans les perceptions de Dieu, qui ſe repréſente à la fois tous les Mondes poſſibles avec tous leurs changemens poſſibles; & comme il y a dans nos idées une infinité de choſes confuſes, & que nous ne diſtinguons point à cauſe de leur multiplicité, les idées que Dieu a des choſes étant infiniment diſtinctes, elles ſont infiniment différentes des nôtres, comme ſeroit à peu près l'idée que nous avons de la Lune d'avec celle qu'en auroit un homme qui auroit demeuré longtems dans cette Planete. La façon dont Dieu voit & ſe repréſente toutes les choſes poſſibles, eſt donc incompréhenſible pour nous. Ainſi nous ne pouvons nous former d'idée diſtincte de l'entendement Divin, il eſt comme la Création, au nombre des choſes qu'il

Et ſon intelligence eſt infiniment au-deſſus de la nôtre.

qu'il nous eſt impoſſible de comprendre & de nier. Souvenons-nous toujours quand nous voudrons comprendre l'entendement de Dieu, de cet Enfant que Saint Auguſtin vit au bord de la mer qui eſſayoit de mettre l'Océan dans une cocque de Noiſette ; & nous aurons par là une foible idée de la préſomption d'un Etre, dont l'entendement eſt fini, & qui veut ſe faire une idée claire de l'entendement du Créateur.

Il eſt libre.

§. 25. Le choix que Dieu a fait parmi tous les Mondes poſſibles du Monde que nous voyons, eſt une preuve de ſa liberté, car ayant donné l'actualité à une ſuite de choſes qui ne contribuoit en rien par ſa propre force à ſon éxiſtence, il n'y a point de raiſon qui pût empêcher de donner l'éxiſtence aux autres ſuites poſſibles, qui étoient toutes dans le même cas, quant à la poſſibilité : il a donc choiſi la ſuite de choſes qui compoſent cet Univers pour la rendre actuelle, par ce qu'elle lui plaiſoit le plus ; l'Etre néceſſaire eſt donc un Etre libre : car agir ſuivant le choix de ſa propre volonté, c'eſt être libre.

Infiniment ſage.

§. 26. Mais le choix qu'il a fait de ce Monde il ne l'a pas fait ſans raiſon, car l'intelligence ſuprême ne ſe conduira pas ſans intelligence : or puiſque nous jugeons ici-bas qu'un Etre eſt plus ou moins intelligent, ſuivant qu'il ſe détermine par des raiſons plus ou moins ſuffiſantes, Dieu étant

le

le plus parfait de tous les Etres, aucune de ſes actions ne peut être ſans une raiſon ſuffiſante : il a donc eu une raiſon pour ſe déterminer à créer un Monde, & cette raiſon eſt l'a ſatisfaction qu'il a trouvé à communiquer une partie de ſes perfections, & la raiſon qui l'a déterminé à donner l'actualité à ce Monde-ci plûtôt qu'à tout autre, a été la plus grande perfection qu'il a trouvé dans celui-ci : car tous les Mondes poſſibles étant des ſuites de choſes coëxiſtantes, & ſucceſſives, ces ſuites poſſédent différens degrés de perfection, ſelon qu'elles ſont plus ou moins bien liées enſemble, & qu'elles tendent avec plus ou moins d'harmonie à une fin générale ; or la contemplation de la perfection eſt la ſource du plaiſir dans les Etres intelligens, car ce qui a le plus de perfection plait d'avantage, & un Etre raiſonnable ne deſire les choſes qu'à proportion qu'il y remarque des perfections ; mais comme notre entendement eſt borné, & que nous ſommes ſujets à nous tromper dans les jugemens que nous portons, nous prenons ſouvent une perfection apparente pour une perfection réelle ; mais Dieu voyant les choſes avec un entendement infini, il ne peut être trompé par les apparences, ni choiſir le mauvais, faute de connoître le meilleur ; il apperçoit donc parmi tous les Mondes poſſibles le meilleur & le plus parfait, & cette plus grande perfection eſt la raiſon ſuffiſante de la préférence qu'il a donnée à ce Monde-ci ſur tous les autres Mondes

des poſſibles : l'Etre néceſſaire eſt donc infiniment ſage, car il n'appartient qu'à un Etre dont la Sageſſe eſt infinie de choiſir le plus parfait.

§. 27. C'eſt de cette Sageſſe infinie du Créateur que les cauſes finales, ce principe ſi fécond dans la Phyſique, & que quelques Philoſophes en ont voulu bannir bien mal-à-propos, tirent leur origine; tout marque un deſſein, & c'eſt être aveugle, ou vouloir l'être, que de ne pas appercevoir que le Créateur s'eſt propoſé dans le moindre de ſes Ouvrages des fins, qu'il obtient toujours, & que la Nature travaille ſans ceſſe à exécuter: ainſi, cet Univers n'eſt point un cahos, une maſſe deſordonnée, ſans harmonie & ſans liaiſon, comme quelques déclamateurs voudroient le perſuader; mais toutes les parties y ſont arrangées avec une ſageſſe infinie, & aucune ne pourroit être tranſplantée ni ôtée de ſa place, ſans nuire à la perfection du tout.

En étudiant la Nature, on découvre quelque partie des vûës, & de l'art du Créateur dans la conſtruction de cet Univers : ainſi, Virgile a eû raiſon de dire : *Felix qui potuit rerum cognoſcere cauſas* ; puiſque la connoiſſance des cauſes nous éleve juſqu'au Créateur, & nous fait entrer dans le myſtére de ſes deſſeins, en nous faiſant voir l'ordre admirable qui régne dans l'Univers & les rapports de ſes différentes parties qui ne ſont pas ſeulement des rapports néceſſaires de ſituation

ſituation, comme d'être en haut ou en bas; mais des rapports d'un deſſein dont tout porte l'empreinte; & plus le Monde vieillit, plus les hommes pouſſent loin leurs découvertes, & plus on trouve un deſſein marqué dans la fabrique du Monde, & de la moindre de ſes parties.

§. 28. Ce monde-ci eſt donc le meilleur des Mondes poſſibles, celui où il régne le plus de varieté avec le plus d'ordre, & où le plus d'effets ſont produits par les Loix les plus ſimples. C'eſt l'Univers qui occupe la pointe de la piramide *, & qui n'en a point au-deſſus de lui, mais bien une infinité au deſſous qui décroiſſent en perfection, & qui n'étoient point dignes par conſéquent d'être choiſis par un Etre infiniment ſage.

Ce Monde-ci eſt le meilleur des Mondes poſſibles.

Toutes les objections tirées des maux qu'on voit régner dans ce Monde s'évanoüiſſent par ce principe, Dieu les ſouffre dans l'Univers en tant qu'ils entrent dans la meilleure ſuite des choſes poſſibles, & dont ils ne ſçauroient être ôtés, ſans ôter quelques perfections au tout; car tout l'Univers eſt lié enſemble, le moindre événement tient à une infinité d'autres qui

Les imperfections des parties contribuent à la perfection du tout dans cet Univers.

* M. de Leibnits continuant dans ſa Théodicée le Dialogue entre Boëce & Valla, introduit le Prêtre d'Apollon, qui veut ſavoir l'origine des malheurs de Sexte Tarquin, & qui cherche cette origine dans le Palais des deſtinées, qui étoit une piramide compoſée de tous les Mondes poſſibles, dans laquelle le meilleur, qui étoit celui-ci, où Tarquin commettoit les crimes qui ont été la cauſe de la liberté Romaine, occupoit la pointe.

l'ont précédé, & une infinité d'autres tiennent à lui, & en naîtront. Pour juger donc d'un événement, il n'en faut point juger en particulier, & hors de la liaiſon, & de la ſuite des choſes; mais il en faut juger par rapport à l'Univers entier, & par les effets qu'il produit dans tous les lieux, & dans tous les tems. Car de vouloir juger par un mal apparent de la perfection de l'Univers, c'eſt juger d'un tableau entier par un ſeul trait, & c'eſt une chimére de s'imaginer que toutes les imperfections puiſſent être ôtées, & le tout reſter le même, ou devenir plus parfait: l'imperfection dans la partie contribue ſouvent à la perfection du tout; car lorſqu'il faut ſatisfaire à pluſieurs régles à la fois pour arriver à une perfection générale, les régles ſe contrediſent ſouvent, & forcent à des exceptions qu'il eſt impoſſible d'éviter, d'où naiſſent les imperfections dans la partie, leſquelles ne laiſſent pas de contribuer au tout le plus parfait qu'il ſoit poſſible d'éxécuter. L'œil humain, par exemple, ne pourroit voir les moindres parties d'un objet ſans perdre la vûë du tout; nous verrions quelques points, très-diſtinctement, ſi nos yeux étoient des Microſcopes, mais nous en perdrions l'enſemble. Il faut donc que notre vûë ſoit moins diſtincte pour ſe proportionner à nos beſoins, puiſque la diſtinction des moindres parties, & la vûë totale de l'enſemble ne peuvent être réünis; car il nous eſt plus utile de voir l'objet entier que de diſtinguer

guer tous ſes points les uns après les autres : ainſi c'eſt une chimére de croire que l'œil de l'homme eût été plus parfait, s'il eût diſtingué les moindres parties des choſes, puiſqu'au contraire une telle vûë nous eût été preſqu'inutile.

La volonté générale de Dieu va ſans doute au bien & à la perfection de chaque choſe en particulier ; mais ſa volonté conſequente, qui eſt le réſultat de toutes ſes volontés antécedentes, & qui peut ſeule s'éxécuter, va au bien, & à la plus grande perfection du tout, à laquelle la perfection des parties doit céder.

Il eſt vrai que nous ne pouvons voir tout ce grand tableau de l'Univers, ni montrer en détail comment la perfection du tout réſulte des imperfections apparentes que nous croyons voir dans quelques parties, car il faudroit pour cela ſe repréſenter l'Univers entier, & pouvoir le comparer avec tous les autres Univers poſſibles, ce qui eſt un attribut de la Divinité (§. 23.) Mais notre impuiſſance ſur cela ne peut nous faire douter que l'Intelligence ſuprême n'ait choiſi le meilleur des Mondes pour lui donner l'éxiſtence : car l'Etre néceſſaire qui ſe ſuffit à lui-même, & qui n'a beſoin d'aucune choſe hors de lui, n'a pû ſe propoſer d'autres fins dans la Création de cet Univers, que de communiquer une partie de ſes perfections à ſes Créatures, & de faire un ouvrage digne de lui, puiſqu'il ſe ſeroit manqué à lui-même, & qu'il auroit dérogé à ſes perfections, s'il avoit pro-

duit un Monde indigne de ſa Sageſſe.

Une ſuite de l'enchaînement des parties & du tout, c'eſt que toute imperfection ne peut être ôtée à l'homme ; l'homme eſt un être fini, borné & limité dans tout par ſon eſſence : or combien de maux ne nous arrive-t'il pas, parceque notre entendement eſt limité, parce que nous ne ſaurions tout ſavoir, tout entendre, ni nous trouver par tout où notre préſence ſeroit néceſſaire ? Mais ce ſont là des facultés que la Créature ne pourroit avoir ſans devenir un Dieu : ainſi, les imperfections qui ſont dans la Créature une ſuite de ſes limitations, ſont des imperfections néceſſaires.

L'Etre ſuprême eſt infiniment bon.

§ 29. Il ſuit de tout ce que je viens de dire, que l'Etre ſuprême eſt infiniment bon ; car s'étant déterminé à créer un Monde pour communiquer une partie de ſes perfections infinies, il s'eſt déterminé à accorder l'actualité à la meilleure ſuite de choſes poſſibles ; il a accordé à chaque choſe en particulier, autant de perfection eſſentielle qu'elle en pouvoit recevoir ; & il a dirigé par ſa Sageſſe les maux qui étoient inévitables dans cette ſuite de choſes à de plus grands biens.

Et infiniment puiſſant.

§. 30. Il eſt infiniment puiſſant ; car Dieu s'étant repréſenté de toute éternité, tout ce qui eſt poſſible, ſon entendement eſt la ſource de toute poſſibilité, & rien ne pouvant jamais devenir

venir poſſible que ce que Dieu a conçu comme tel, & rien n'étant actuel que ce à quoi il a bien voulu accorder l'éxiſtence, il eſt le principe de la poſſibilité, & de l'actualité de tout ce qui eſt actuel & poſſible.

Son entendement eſt le principe de la poſſibilité, & ſa volonté, la ſource de l'actualité des choſes.

§. 31. Dieu eſt le Maître abſolu de cette ſuite de choſes à laquelle il a accordé l'éxiſtence, il peut la changer & l'anéantir; car de même qu'on a vû qu'un Etre contingent ne peut ſe donner l'éxiſtence, il ne peut non plus ſe la conſerver un moment par ſa propre force. Ainſi, la raiſon de l'éxiſtence continuée ne peut être dans la Créature, qui ne peut ni commencer, ni continuer d'être, que par la volonté du Créateur, dont elle a beſoin à tout moment pour ſe ſoutenir dans l'actualité qu'il lui a donnée.



CHAPITRE III.

De l'Eſſence, des Attributs & des Modes.

§. 32.

COMME je ſerai obligé d'employer ſouvent dans cet Ouvrage les termes d'*eſſence*, de *modes*, & d'*attributs*, & qu'il eſt aſſez ordinaire que ceux qui les prononcent ayent des idées fort différentes de leur ſignification, je crois qu'il ne ſera pas inutile de fixer ces idées, & de vous apprendre ce que vous devez entendre par ces mots ; car de la véritable notion de l'eſſence, & de l'attribut dépendent

dépendent des vérités très-importantes en Phyſique.

§. 33. Ce qui eſt impoſſible ne peut exiſter, car on appelle impoſſible ce qui implique contradiction ; or ſi ce qui implique contradiction pouvoit exiſter, une choſe pourroit être, & n'être pas en même tems : ce qui eſt démontré faux pour tous les hommes.

§. 34. Tout ce qui eſt poſſible peut exiſter, car lorſqu'une choſe ne renferme rien de contradictoire, on ne peut rien imaginer qui s'oppoſe à la poſſibilité de ſon exiſtence ; la poſſibilité des choſes dépend donc de la non-contradiction de leurs déterminations ; & dès qu'une choſe ne renferme rien de contradictoire, par cela même elle eſt poſſible. Un triangle, par exemple, peut être décrit parce qu'il n'eſt point contradictoire que trois lignes puiſſent être aſſemblées à leurs extrémités & renferment un eſpace : ainſi, que l'on décrive un triangle, ou que l'on n'en décrive point, le triangle reſte toujours également poſſible : la deſcription execute ce qui étoit poſſible auparavant, mais elle n'ajoute rien de nouveau ; cela fait voir la néceſſité de diſtinguer, comme j'ai fait ci deſſus, entre actuel & poſſible. Tout ce qui eſt poſſible n'eſt pas actuel, quoique tout ce qui eſt actuel ſoit poſſible : ainſi, il faut une cauſe externe pour l'actualité, c'eſt-à-dire, pour l'exiſtence, qui eſt le complement de la poſſibilité ; & ſans l'actualité un

Etre reſteroit éternellement dans le pays des poſſibles, (ſi je puis m'exprimer ainſi) & ne parviendroit jamais à l'exiſtence.

Définition de ce qu'on appelle un Etre.

§. 35. On appelle donc, *un Etre*, ce qui peut exiſter, & dont les déterminations n'impliquent aucune contradiction, ſoit que cet Etre exiſte, ſoit qu'il ſoit ſeulement poſſible : car nous parlons ſouvent d'Etres paſſés, ou futurs, & donnons par conſéquent le nom d'*Etre* à tout ce qui eſt poſſible, ſoit qu'il exiſte ou non, mais on appelle *Etre de raiſon*, *chimere*, ce qui implique contradiction, & ne peut jamais exiſter, c'eſt-à-dire, ce qui eſt impoſſible.

Les Etres ont des déterminations variables & des déterminations conſtantes.

§. 36. Lorſque nous conſiderons les Etres qui nous environnent, nous y remarquons des déterminations variables & des déterminations conſtantes : une pierre, par exemple, eſt tantôt chaude & tantôt froide, mais elle eſt toujours dure, compoſée de parties, & peſante. La dureté, la peſanteur, la diviſibilité ſont donc les déterminations conſtantes de l'Etre que nous appellons une pierre ; & la chaleur, la couleur, &c. ſont ſes déterminations variables. Ainſi, l'Horloge à Pendule qui eſt ſur cette cheminée, a toujours les mêmes rouës, le même reſſort, &c. mais la ſituation de ſes différentes parties entre elles varie à tout moment pendant qu'elle va. De même les côtés & les angles d'un triangle demeurent inalterables, ſoit qu'on inſcrive

ce

ce triangle dans un cercle, ou qu'on le circonſcrive à ce cercle, ou que l'on abaiſſe une perpendiculaire de ſon ſommet ſur ſa baſe.

§. 37. Lorſque l'on conſidere avec attention les déterminations conſtantes, & qu'on les compare entre elles, on remarque que quelques unes dépendent tellement des autres, qu'elles ne ſçauroient ſubſiſter, ni avoir lieu dans l'Etre ſans les premieres, au lieu que les premieres ne dépendent nullement les unes des autres, & ne ſe déterminent point mutuellement; mais qu'elles ſont ſeulement telles, qu'elles peuvent ſubſiſter enſemble, & être combinées, ſans s'entredétruire. On voit, par exemple, que trois côtés & trois angles ſont également des déterminations permanentes & invariables dans un triangle, cependant avec plus d'attention, on s'apperçoit que lorſque deux lignes droites ſont jointes par leurs extrêmités, elles ne ſe déterminent point l'une l'autre, & qu'elles peuvent faire un angle, ou n'en point faire; & faire un angle d'une certaine grandeur, ou d'une autre: mais cet angle & ces deux côtés une fois déterminés, les deux autres angles & le troiſiéme côté le ſont auſſi; & il faut abſolument les faire de la grandeur que ces premieres déterminations exigent, car toute autre maniere eſt impoſſible. Ainſi, le troiſiéme côté, & les deux autres angles d'un triangle, dépendent des deux côtés & de l'angle compris.

Ce que c'eſt qu'eſſence, & en quoi elle conſiſte.

§. 38.

§. 38. Lorſque l'on veut concevoir comment un Etre eſt poſſible, ce n'eſt point les déterminations variables qu'il faut conſidérer, car ces déterminations ſubſiſtant tantôt, & tantôt ne ſubſiſtant plus, elles ne peuvent point entrer dans le nombre de celles qui conſtituent un Etre, puiſque cet Etre peut ſubſiſter malgré leurs variations.

On ne peut point non plus poſer, pour concevoir cet Etre, les déterminations conſtantes qui découlent, & ſont elles-mêmes déterminées par d'autres déterminations qui les précedent; car on veut ſçavoir ici comment l'Etre eſt poſſible, & ce qui le rend poſſible : il faut donc aſſembler les déterminations de cet Être qui ne ſe repugnent point l'une à l'autre, & qui ne ſont point des ſuites néceſſaires d'autres déterminations antécedentes, comme ſont, par exemple, dans un triangle, les deux côtés & l'angle compris ; car comme le troiſiéme côté & les deux autres angles ne ſont poſſibles, qu'autant que les deux côtés & l'angle compris ſont poſés, il faut poſer les deux côtés & cet angle avant le troiſiéme côté, & les deux autres angles : ainſi, les déterminations primordiales ſont celles qui conſtituent l'eſſence d'un Etre.

Puiſque c'eſt par ſon eſſence qu'un Etre devient poſſible, quand on veut connoître la poſſibilité d'un Etre, il faut connoître ſon eſſence, c'eſt-à-dire, la maniere dont cet Etre peut être produit : ainſi, l'eſſence eſt la premiere choſe

choſe que l'on puiſſe concevoir dans un Etre; & aucun Etre ne ſçauroit ſubſiſter ſans eſſence.

§. 39. Tout ce qui ſe déduit de l'eſſence appartient conſtamment à l'Etre, & c'eſt ce qu'on appelle, *attribut* ou *propriété*. Tout ce qui repugne à l'eſſence d'un Etre, c'eſt-à-dire, à ſes déterminations primordiales & eſſentielles, ne ſçauroit ſe trouver dans cet Etre, mais tout ce qui n'eſt point contradictoire à ces déterminations peut s'y trouver, quoiqu'il ne s'y trouve pas toujours; & c'eſt là l'origine des attributs, & des proprietés variables, ou des modes. Il répugne, par exemple, à l'eſſence d'un triangle d'avoir quatre côtés, parce que l'eſſence du triangle exclut le quatriéme côté; mais il ne repugne point à cette eſſence que le triangle ſoit partagé en deux par une ligne tirée du ſommet ſur la baſe.

Les attributs ou proprietés découlent de l'eſſence.

Tout ce qui ſe trouve dans un Etre doit donc ſe rapporter ou aux proprietés eſſentielles & primordiales, ou aux attributs, ou aux modes. Ainſi, les proprietés eſſentielles & primordiales, ou l'eſſence d'un triangle ſont deux côtés & l'angle compris: ſes attributs ſont un côté & deux angles; & ſes modes ſont d'être inſcrit, circonſcrit, &c.

§. 40. Les proprietés primordiales & les attributs ſont conſtamment dans l'Etre, & ne l'abandonnent

bandonnent jamais ; mais les modes peuvent s'y trouver, & ne s'y trouver pas : & il n'y a que leur poſſibilité de néceſſaire, & d'invariable.

§. 41. Il n'y a point de raiſon primitive & intrinſeque pour que les déterminations eſſentielles d'un Etre ſe trouvent dans cet Etre, car ces déterminations étant ce que l'on peut concevoir de premier dans l'Etre, on y peut concevoir quelqu'autre choſe d'anterieur d'où les déterminations premieres dépendent elles-mêmes : ainſi, par exemple, il y a une raiſon premiere & interne pourquoi le triangle équilateral a ſes trois angles égaux ; mais il n'y en a point pourquoi ſes trois côtés ſont égaux. Car ces trois côtés égaux ſont ce que l'on prend pour démontrer l'égalité des trois angles : car un triangle eſt déterminable de pluſieurs façons ; il peut être équilateral, ou ſcalene ; mais c'eſt moi qui le détermine à être équilateral ; en faiſant ſes trois côtés égaux. Il en eſt des déterminations eſſentielles d'un Etre, comme des données d'un problême, qui ſont des déterminations ſimplement poſſibles, qui ne ſe contredifent & ne s'entredétruiſent point ; & qui ſont naître par leur combinaiſon quelque nouvelle détermination qu'on doit chercher. Si ces premieres déterminations qu'on nomme les *déterminantes*, avoient une raiſon intrinſeque pourquoi elles ſont enſemble, le

Différence entre déterminations eſſentielles & attributs.

problême

problême ſeroit plus que déterminé ; pour trouver, par exemple, le quatriéme côté L. d'un trapeſe, on donneroit plus de déterminations qu'il n'en faut pour la ſolution du problême, en donnant les trois côtés A. B. C. & les trois angles *o*. *u*. *r*. puiſque les trois côtés A. B. C. avec les deux angles *o*. & *u*. ſuffiſent pour déterminer tout ce qui convient à ce trapeſe, & le troiſiéme angle *r*. étant déja déterminé lui-même par ces données, il ne doit point entrer dans le nombre des déterminantes : car ces données n'ont point de déterminations intrinſeques, & leur grandeur peut varier, & être telle que celui qui donne le problême le juge à propos ; mais l'angle *r*. eſt déterminé par les trois côtés A. B. C. & les deux angles *o*. & *u*. & ſa grandeur ne ſçauroit varier.

Planche 1e. *Fig.* 5. *Num.* 2.

§. 42. Il eſt évident par-là que les propriétés ou attributs, ont leur raiſon ſuffiſante dans les déterminations eſſentielles ; car puiſque ces eſſentielles étant poſées, les proprietés le ſont auſſi, on peut comprendre par la nature des déterminations eſſentielles pourquoi les attributs ou proprietés, ſont plutôt telles, que tout autrement. Ainſi, on voit que la grandeur des angles *r*. & *s*. & du côté L. du trapeſe A. B. C. L. découle de la grandeur des trois autres côtés, & des deux autres angles qui ſont les déterminations eſſentielles du trapeſe A. B. C. & qui ſont ſon eſſence ; & ces eſſentielles déterminantes

terminantes variant, les attributs ou propriétés varient auſſi néceſſairement : elles ſont les inconnuës d'un problême, qui doivent avoir leur raiſon ſuffiſante dans les données, puiſque ſans cela il ſeroit impoſſible de reſoudre le problême, & de les déterminer

Ce qu'on appelle modes.

§. 43. Les modes ſont la limitation du ſujet dont ils ſont les modes : tout ce qui ne repugne point aux déterminations eſſentielles, quoique les eſſentielles ne le déterminent point, eſt un *mode* : ainſi, l'on peut comprendre par ces eſſentielles, pourquoi un mode eſt poſſible, mais non pas pourquoi il devient actuel ; car ſi les déterminations eſſentielles contenoient la raiſon de l'actualité des modes, les modes deviendroient des attributs, puiſqu'il ſeroit impoſſible qu'ils ne ſe trouvaſſent pas dans l'Etre.

Leur poſſibilité découle de l'eſſence, mais non de leur actualité.

§. 44. Ainſi la ſimple poſſibilité des modes reconnoit ſa raiſon ſuffiſante dans l'eſſence ; mais leur actualité dépend, ou d'autres modes antécedens, ou d'Etres extérieurs ; ou de l'un & de l'autre à la fois.

Les attributs ne peuvent pas non plus contenir la raiſon de l'actualité des modes, car ce qui eſt fondé dans les attributs, eſt originairement fondé dans l'eſſence, d'où les attributs dépendent ; & ainſi les modes actuels ſeroient néceſſaires & immuables comme les attributs mêmes, ſi la raiſon de leur actualité ſe trouvoit

dans

dans les attributs : or puiſque cette raiſon ne ſe peut trouver dans l'eſſence ni dans les attributs d'un Etre, ſi elle ſe trouve dans l'Etre même, il faut qu'elle ſoit fondée dans les modes antécédens; car un Etre n'a que ſon eſſence, ſes attributs, & ſes modes: ſi elle n'eſt pas dans l'Etre même, il faut qu'elle ſe trouve dans les Etres extérieurs, & ſi une partie ſeulement de cette raiſon ſe trouve dans l'Etre, il faut que le reſte ſe trouve dans les Etres extérieurs, pour que la raiſon de l'actualité des modes devienne ſuffiſante.

Un exemple éclaircira tout ceci, la poſition donnée des parties d'un Horloge, par exemple, ne dépend point de ſon eſſence, parce qu'elle peut changer ; la poſſibilité de cette poſition dérive ſeulement de l'eſſence : mais ſon actualité vient de la poſition précédente ; & ſi un agent extérieur faiſoit tourner les roues de cet Horloge, l'actualité de la nouvelle poſition que ſes parties acquerroient, dependroit en partie de cet Etre extérieur, qui applique ſa force à faire remuer les rouës, & en partie de la poſition précédente, dans laquelle il a trouvé les rouës de cet Horloge avant de les faire tourner.

Les mouvemens du Corps humain peuvent encore ſervir d'exemple ; car tous les mouvemens que je puis faire avec mon bras ſont poſſibles par mon eſſence ; mais l'actualité d'un mouvement quelconque, dépend en partie des objets

objets extérieurs qui m'y déterminent, & en partie de la ſituation antécédente de mon bras.

§. 45. Comme l'eſſence conſiſte dans la non répugnance de l'aſſemblage de pluſieurs déterminations pour faire un ſeul Etre, on voit que la poſſibilité des eſſences actuelles eſt néceſſaire, & qu'il implique contradiction, qu'il y ait eû un tems où une eſſence qui eſt poſſible à préſent, ait été impoſſible, parce qu'il faudroit pour cela qu'une choſe pût être poſſible & impoſſible, en même tems. L'eſſence d'un triangle, par exemple, conſiſte en ce qu'il ne repugne point que trois Lignes données, dont deux priſes enſemble ſont plus grandes que la troiſiéme, renferment une eſpace, & l'on ne peut jamais concevoir que cela devienne impoſſible, ſans admettre que les mêmes déterminations puſſent ſe repugner, & ne ſe point repugner en même tems.

Ces eſſences ſont néceſſaires.

§. 46. De même que les eſſences ſont poſſibles de toute éternité, elles ſont invariables: car ſi on ſubſtituë à la place d'une des déterminations qui conſtituent l'eſſence d'un Etre, une autre détermination qui puiſſe ſubſiſter avec les autres, (car ſans cela cette ſubſtitution de détermination ne pourroit avoir lieu) on aura un Etre nouveau; mais le premier n'aura pas été changé pour cela dans ſa poſſibilité, ni dans ſon eſſence. Anſi, par exemple, ſi à la place d'un

Elles ſont invariables comme les nombres.

d'un des côtés d'un triangle, on en met deux autres, on ne détruit ni on ne change pas pour cela l'eſſence du triangle; mais on fait une Figure à quatre côtés, c'eſt-à-dire, un Etre d'une nouvelle eſpéce.

Ainſi, les Scholaſtiques avoient raiſon de dire que les eſſences ſont comme les Nombres: rien n'eſt plus juſte que cette comparaiſon, qui même eſt une eſpece de démonſtration qui éclaircit merveilleuſement cette doctrine des eſſences; car, pour faire un nombre, on combine quelques unités, dont la combinaiſon n'eſt point néceſſaire, mais ſeulement poſſible: or ſi vous ôtez une de ces unités, ou que vous leur en ajoutiez une, vous aurez un autre nombre; ainſi rien ne peut être ôté, ni ajoûté à un nombre, *ſalvo Numero*, ſans la deſtruction de ce nombre. Il en eſt de même des eſſences; quelques déterminations qui ne ſont point néceſſairement enſemble, mais qui ne ſe repugnent point, conſtituënt l'eſſence; & quoique vous en ôtiez ou y ajoûtiez, l'eſſence ne demeure plus la même, ce n'eſt plus le même Etre; mais il en nait l'eſſence d'un autre Etre très-différent du premier.

§. 47. Il ſuit encore de ce qu'on a dit ſur le fondement des attributs, qu'ils ſont incommunicables: car ayant leur raiſon ſuffiſante dans l'eſſence, il eſt impoſſible de les tranſporter ailleurs; & il ne peut ſe trouver d'attributs dans

Les attributs ſont incommunicables.

un ſujet que ceux qui découlent de ſon eſſence. Ce qui finit cette diſpute ſi fameuſe parmi les Philoſophes, ſi Dieu a pû donner la penſée à la matiere ou non ; car il ſuit néceſſairement de la Doctrine des eſſences, qu'il ne peut y avoir de propriétés dans un ſujet que celles qui naiſſent de ſon eſſence, c'eſt-à-dire, de la Combinaiſon de ſes déterminations eſſentielles & invariables. Tous les Philoſophes avouent que la matiére, en tant que matiére, c'eſt-à-dire, en tant qu'étenduë & impénétrable ne peut former une penſée ; mais ils diſent, *que Dieu a peut-être donné à la matiére l'attribut de la penſée, quoiqu'elle ne l'ait point par ſon eſſence, & qu'ainſi, comme on ne ſait point ce qu'il a plû à Dieu de faire, on ne peut ſavoir non plus ſi ce qui penſe en nous eſt matiére ou non.* Puiſqu'ils avouent que la penſée n'eſt point fondée dans l'eſſence de la matiére, & qu'elle n'eſt point un attribut de la matiére, elle ne peut pas non plus lui avoir été communiquée, puiſque par la Doctrine des eſſences, les attributs ſont incommunicables, & qu'ils doivent tous avoir leur fondement dans l'eſſence : il eſt donc impoſſible que la penſée puiſſe être un attribut de la matiére.

D'où il ſuit que la penſée ne peut-être l'attribut de la matiére.

Locke de l'Entendement Humain.

§. 48. J'ai dit dans le Chapitre précédent (§. 30.) que l'entendement de Dieu étoit la ſource des poſſibles, mais comme cette matiére eſt de la derniére importance dans la Phyſique

ſique, je crois néceſſaire de l'éclaircir ici.

L'entendement Divin eſt la ſource de tout ce qui eſt poſſible, parce que toutes les choſes poſſibles avec toutes leurs déterminations poſſibles y ſont contenues, mais les eſſences des choſes, c'eſt à-dire, les premieres déterminations, par la combinaiſon deſquelles elles deviennent poſſibles, & dont toutes leurs propriétés découlent, ont leur fondement dans le principe de contradiction, & ſont poſſibles, parce qu'il n'implique point contradiction que de telles ou telles déterminations puiſſent être aſſemblées d'une telle, ou d'une telle maniére. Ainſi l'eſſence d'un Cercle conſiſte dans une Ligne dont tous les points ſont également éloignés d'un autre point qu'on nomme centre: or il n'implique point contradiction qu'une Ligne puiſſe être tournée autour d'un point fixe pour décrire un Cercle, & il eſt impoſſible de concevoir que cela ait jamais impliqué contradiction. Ainſi, les eſſences des choſes ne ſont point arbitraires, & ne dépendent point de Dieu: car ſi les choſes n'étoient poſſibles que parce que Dieu l'a voulu ainſi, elles deviendroient impoſſibles s'il le vouloit autrement, c'eſt-à-dire, que tout ſeroit poſſible & impoſſible en même temps, ce qui eſt une contradiction dans les termes: ainſi dire que les eſſences ne dépendent pas de Dieu, c'eſt dire ſimplement que Dieu ne peut pas les contradictoires, ce qui n'eſt pas une négation de puiſſance.

De quelle maniere l'entendement Divin eſt la ſource des poſſibles.

Les eſſences, c'eſt-à-dire, la poſſibilité des choſes, ne dépend point de la volonté de Dieu.

Abſurdité inſéparable de l'opinion qui fait les eſſences des choſes arbitraires.

Si l'on accordoit que les eſſences des choſes dépendiſſent de la volonté de Dieu, il s'enſuivroit encore une autre contradiction bien palpable; car l'entendement de Dieu conſiſtant dans la repréſentation des poſſibles, ſi la poſſibilité des choſes dépendoit de ſa volonté, il faudroit dire que Dieu a été ſans entendement, pendant que ſa volonté étoit occupée à créer des poſſibles: or il n'y auroit point eu alors de raiſon pour laquelle il eût pû ſe déterminer à accorder la poſſibilité à certaines choſes plûtôt qu'à d'autres, puiſqu'il ne les connoiſſoit pas. Ainſi, c'eſt comme ſi l'on diſoit que l'entendement ou la repréſentation des choſes étoit en Dieu, avant l'entendement & la repréſentation des choſes, ce qui eſt une contradiction dans les termes.

§. 49. Quoique l'eſſence des choſes ne dépende pas de Dieu, cependant il ne s'enſuit pas qu'il y ait rien hors de lui; car les idées qui repréſentent la poſſibilité des choſes ſont eſſentielles à Dieu, & ſon entendement contient tout ce qui eſt poſſible, & tout ce qui ne s'y trouve point eſt impoſſible. Ainſi, l'entendement Divin eſt la région éternelle des vérités, & la ſource des poſſibilités, de même que ſa volonté eſt la ſource de l'actualité & de l'exiſtence.

On doit donc dire que l'actualité des choſes dépend de la volonté de Dieu, car ayant donné l'éxiſtence

l'éxiſtence à ce Monde plûtôt qu'à tout autre Monde poſſible, le Monde éxiſte, parce que Dieu l'a voulu, & un autre éxiſteroit s'il l'avoit voulu autrement; mais la poſſibilité des choſes a ſa ſource dans l'entendement de Dieu qui a conçû néceſſairement tout ce qui eſt poſſible de toute éternité, mais non pas dans ſa volonté qui ne peut ſe déterminer que conſéquemment à ce que ſon entendement ſe repréſente. Ainſi, on ne doit rien admettre comme vrai en Philoſophie, quand on ne peut donner d'autre raiſon de ſa poſſibilité que la volonté de Dieu, car cette volonté ne fait point comprendre comment une choſe eſt poſſible. Ainſi, on ne peut concevoir comment un auſſi grand homme que Deſcartes a pû penſer que les eſſences étoient arbitraires, puiſque cette opinion eſt entierement renverſée par le principe de contradiction, que lui-même avoit poſé dans le commencement de ſa Philoſophie.

L'actualité des choſes dépend de la volonté de Dieu.

§. 50. Ainſi quand il eſt queſtion d'admettre quelques propriétés dans un Etre, il faut voir ſi cette propriété découle de ſon eſſence, c'eſt-à-dire, des déterminations primordiales qui le rendent poſſible; car en tant qu'un Etre eſt conſidéré ſeul, il faut montrer ſa poſſibilité intrinſeque par le principe de contradiction, & ſa poſſibilité externe, ou ſon actualité par le principe de la raiſon ſuffiſante & de là déduire les attributs de cet Etre, & les modes dont

Comment on doit juger quelles proprietés appartiennent à un Etre.

il eſt ſuſceptible. Et quand on conſidere cet Etre comme placé dans la ſuite des choſes, & lié avec les autres Etres qui l'environnent; il faut montrer comment un Etre dépend de ſon voiſin, & quelles cauſes ont donné l'actualité aux modes qui étoient ſimplement poſſibles, lorſque l'Etre étoit conſideré comme iſolé & hors de la ſuite des choſes: c'eſt de cette maniére que Dieu a exécuté ſa volonté, & que l'on doit chercher à rendre raiſon des choſes dans la Philoſophie.

Cette ſeule vérité de l'immuabilité des eſſences, bannit tout d'un coup de la Philoſophie toutes les hipotheſes précaires, & tous les monſtres ſortis de l'imagination des hommes, qui ont tant retardé le progrès des Sciences & de l'eſprit humain: telles ſont les forces primitives des Scholaſtiques qui ſe trouvoient dans la matiére, ſans autre raiſon que la volonté de Dieu: telle ſeroit l'attraction ſi on en vouloit faire une propriété inhérente de la matiére: telle eſt enfin, comme je l'ai dit ci-deſſus, (§. 47.) l'idée du célébre Locke ſur la poſſibilité de la matiére penſante.

De la Subſtance.

§. 51. On peut expliquer par ce principe de l'immutabilité des eſſences, ce que c'eſt que Subſtance dont tout le monde parle, & dont perſonne n'a encore donné une bonne définition. Les Scholaſtiques définiſſoient la Subſtance, *Ens quod per ſe ſubſiſtit & ſuſtinet accidentia*, c'eſt-à-dire,

c'eſt-à-dire, *un Etre qui ſubſiſte par lui-même & eſt le ſoutien des accidens*: mais quand on veut ſçavoir ce que c'eſt que *ſubſiſter par ſoi-même, ſoutenir des accidens, & la maniére dont ils ſont ſoutenus*, on ne reçoit pour toute réponſe que de nouveaux mots à définir, & auſquels aucune idée diſtincte n'eſt attachée.

Définition de la Subſtance par les Scholaſtiques.

Deſcartes n'a pas été plus loin que les Scholaſtiques ſur ce ſujet, car il définit la Subſtance, *un Etre qui éxiſte tellement qu'il n'a beſoin d'aucun autre Etre pour ſon éxiſtence*: or on voit bien que cela revient au *per ſe ſubſiſtere* des Scholaſtiques, & que de plus, ſi on prend cette définition à la rigueur, il n'y aura que Dieu qui ſoit une véritable Subſtance, puiſque toutes les Créatures ſubſiſtent par lui & que lui ſeul ſubſiſte par lui-même.

Idée de M. Locke ſur la Subſtance.

M. Locke lui-même s'arrête à la notion imaginaire de la Subſtance, telle que les ſens & l'imagination la donnent au vulgaire, il dit: *que la Subſtance n'eſt autre choſe qu'un ſujet que nous ne connoiſſons pas, & que nous ſuppoſons être le ſoutien des qualités dont nous découvrons l'éxiſtence, & que nous ne croyons pas pouvoir ſubſiſter*, ſine re ſubſtante, *ſans quelque choſe qui les ſoutienne, & que nous donnons à ce ſoutien le nom de Subſtance qui, rendu nettement en François veut dire, ce qui eſt deſſous, ou ce qui ſoutient.* On voit aiſément que cette notion de la Subſtance eſt entierement confuſe, comme M. Locke l'avoue lui-même,

Locke liv. 2. ch. 23.

& qu'elle n'eſt autre choſe qu'une eſpéce de comparaiſon qui a quelque reſſemblance avec la notion véritable.

D'autres Philoſophes ont nié la diſtinction entre Modes & Subſtances, croyant que tout ce qui appartient à l'Etre étoit également néceſſaire, & que les Modes devenoient des Subſtances, & les Subſtances des Accidens ſelon qu'on les conſidéroit, confondant ainſi les ſubſtantifs de la Grammaire qui ſont des Subſtances par fiction, avec les véritables Subſtances de la Nature. Ainſi, quand je dis *blanc*, j'exprime un mode; mais j'en fais une Subſtance par fiction, quand je dis *blancheur*, quoique la blancheur ne puiſſe jamais être une véritable Subſtance.

Véritable notion de la Subſtance.

§. 52. On a vû ci deſſus (§. 36.) que chaque Etre a des déterminations conſtantes, qui demeurent toujours les mêmes pendant que l'Etre ſubſiſte, & des déterminations variables qui changent pendant que les autres durent. Nous avons vû de plus, que les attributs découlent néceſſairement des déterminations eſſentielles, ainſique la poſſibilité des modes, dont l'actualité ſeule eſt variable (§. 39. & 43.) Or il ſuit de-là, que les déterminations eſſentielles ſont le ſoutien de l'Etre, où ce *ſubſtratum*, qui a tant embarraſſé les Philoſophes; car les déterminations eſſentielles étant ôtées, les attributs tombent comme en ruine, de même que les modes, & alors l'Etre n'éxiſte plus, n'eſt plus lui.

Ainſi

Ainſi, l'eſſence eſt la ſource des attributs & de la poſſibilité des modes, ainſi elle eſt comme le ſupport & le ſoutien de tout ce qui peut convenir à l'Etre; & l'on peut définir la Subſtance, *ce qui conſerve des déterminations eſſentielles & des attributs conſtans, pendant que les modes y varient & ſe ſuccedent*; c'eſt-à-dire, un ſujet durable & modifiable: car en tant qu'il a une eſſence & des propriétés qui en découlent, il dure & continuë d'être le même, & en tant que ſes modes varient, il eſt modifiable: mais un Etre qui n'eſt point modifiable eſt un accident, comme le blanc, par exemple; car la moindre modification de cette couleur la change en une autre, & elle ne peut être modifiée ſans être changée.

Tout Etre durable & modifiable eſt une Subſtance.

CHAPITRE



CHAPITRE IV.

Des Hipotheſes

§. 53.

Utilité des probabilités dans la Phyſique.

LEs véritables cauſes des effets naturels & des Phénomenes que nous obſervons, ſont ſouvent ſi éloignées des principes ſur leſquels nous pouvons nous appuyer, & des Expériences que nous pouvons faire, qu'on eſt obligé de ſe contenter de raiſons probables pour les expliquer : les probabilités ne ſont donc point à rejetter dans les ſciences, non ſeulement parce qu'elles ſont ſouvent d'un grand uſage dans la pratique, mais encore parce qu'elles frayent le chemin qui méne à la verité.

§. 54.

§. 54. Il faut un commencement dans toutes les recherches, & ce commencement doit preſque toujours être une tentative très-imparfaite, & ſouvent ſans ſuccès. Il y a des verités inconnuës comme des pays, dont on ne peut trouver la bonne route qu'après avoir eſſayé de toutes les autres. Ainſi, il faut néceſſairement que quelques-uns riſquent de s'égarer, pour marquer le bon chemin aux autres : ce ſeroit donc faire un grand tort aux ſciences, & retarder infiniment leurs progrès que d'en bannir avec quelques Philoſophes modernes, les hipotheſes.

Utilité des hipotheſes.

§. 55. Deſcartes qui avoit établi une bonne partie de ſa Philoſophie ſur des hipotheſes, parce qu'il étoit preſqu'impoſſible de faire autrement dans ſon tems, mit tout le Monde ſçavant dans le goût des hipotheſes ; & l'on ne fut pas longtems ſans tomber dans celui des fictions. Ainſi, les livres de Philoſophie qui devoient être un recueil de verités, furent remplis de fables, & de rêveries.

Abus des hipotheſes par les diſciples de M. Deſcartes.

M. Newton, & ſurtout ſes diſciples, ont tombé dans l'excès contraire : dégoutés des ſuppoſitions, & des erreurs dont ils trouvoient les livres de Philoſophie remplis, ils ſe ſont elevés contre les hipotheſes, & ont tâché de les rendre ſuſpectes & ridicules, en les appellant, *le poiſon de la raiſon*, & *la peſte de la Philoſophie*. Cependant, celui-là ſeul qui ſeroit en état

Les diſciples de M. Newton ſont tombés dans le défaut contraire.

état d'aſſigner & de démontrer les cauſes de tout ce que nous voyons, ſeroit en droit de bannir entierement les hipotheſes de la Phyſique; mais pour nous autres, qui ne ſemblons pas faits pour de telles connoiſſances, & qui ne pouvons ſouvent arriver à la verité qu'en nous traînant de vraiſemblance en vraiſemblance, il ne nous appartient pas de prononcer ſi hardiment contre les hipotheſes.

Comment on fait une hipotheſe.

§. 56. Lorſque l'on prend certaines choſes pour rendre raiſon de ce qu'on obſerve, & que l'on n'eſt pas encore en état de démontrer la verité de ces choſes que l'on a ſuppoſées, on fait une hipotheſe. Ainſi, les Philoſophes établiſſent des hipotheſes pour expliquer par leur moyen les Phénomenes dont nous ne ſommes point en état de découvrir la cauſe par l'Expérience, ni par la démonſtration.

Les hipotheſes ſont le fil qui nous a conduit aux plus ſublimes découvertes.

§. 57. Pour peu qu'on ſe rende attentif à la façon dont les plus ſublimes découvertes ont été faites, on verra que l'on n'y eſt parvenu qu'après avoir fait bien des hipotheſes inutiles, & ne s'être point rebuté par la longueur & l'inutilité de ce travail; car les hipotheſes ſont ſouvent le ſeul moyen de découvrir des verités nouvelles qui ſoit à notre portée; il eſt vrai que le moyen eſt lent, & demande un travail d'autant plus pénible, que l'on eſt longtemps ſans pouvoir s'aſſurer s'il ſera utile ou infructueux: de

de même que lorſque l'on fait une route inconnuë, & que l'on trouve pluſieurs chemins, ce n'eſt qu'après avoir marché long-temps, que l'on peut s'aſſûrer ſi l'on a pris la bonne route, ou ſi l'on s'eſt égaré : mais ſi l'incertitude dans laquelle on eſt, lequel de ces chemins eſt le bon, étoit une raiſon pour n'en prendre aucun, il eſt certain qu'on n'arriveroit jamais; au lieu que lorſqu'on a le courage de ſe mettre en chemin, on ne peut douter que de trois chemins, dont deux nous ont égaré, le troiſiéme nous conduira infailliblement au but.

C'eſt de cette maniere que l'Aſtronomie a été portée au point où nous l'admirons aujourd'hui ; car ſi l'on avoit voulu attendre pour calculer le cours des Aſtres, que l'on eût trouvé la véritable théorie des Planetes, nous ſerions actuellement ſans Aſtronomie.

Sans hipotheſe on auroit fait peu de découvertes dans l'Aſtronomie.

La premiere idée de ceux qui ſe ſont appliqués à cette ſcience, auſſi bien que celle de tous les hommes, a dû être que le Soleil & tous les Aſtres tournoient autour de la Terre en vingt-quatre heures. On commença donc à expliquer, & à prédire les Phénomenes par cette hipotheſe que l'on a appellé l'*hipotheſe de Ptolomée*, juſqu'à ce que les difficultes inſurmontables des conſéquences que l'on en tiroit, comparées avec les obſervations, & l'impoſſibilité de conſtruire ſelon cette hipotheſe des tables qui fuſſent d'accord avec les Phénomenes du Ciel, porterent Copernic à l'abandonner

C'eſt à elles que l'on doit le véritable ſyſtéme du Monde.

ner entierement, & à s'attacher à l'hipotheſe contraire ; laquelle ſe trouve tellement d'accord avec les Phénomenes, que ſa certitude n'eſt pas loin à préſent de la démonſtration ; & qu'il n'y a aucun Aſtronome qui oſe adopter celle de Ptolomée.

Elles donnent ſouvent l'idée de faire de nouvelles expertiences très-utiles.

§. 58. Les hipotheſes doivent donc trouver place dans les ſciences, puiſqu'elles ſont propres à nous faire découvrir la verité, & à nous donner de nouvelles vûës ; car une hipotheſe étant une fois poſée, on fait ſouvent des expériences pour s'aſſûrer ſi elle eſt la bonne, dont on ne ſe ſeroit jamais aviſé ſans cela. Si l'on trouve que ces expériences la confirment, & que non ſeulement elle rende raiſon du Phénomene qu'on s'étoit propoſé d'expliquer par ſon moyen, mais encore que toutes les conſéquences qu'on en tire s'accordent avec les obſervations, la probabilité croît à un tel point, que nous ne pouvons lui refuſer notre aſſentiment, & qu'elle équivaut preſque à une démonſtration.

L'exemple des Aſtronomes peut encore ſervir merveilleuſement à éclaircir cette matiére ; car on eſt venu à déterminer les véritables orbites des Planetes, en ſuppoſant d'abord qu'elles faiſoient leurs révolutions dans des cercles dont le Soleil occupoit le centre : mais la variation de leur vîteſſe & leurs diametres apparens étant contradictoires à cette hipotheſe ; on ſuppoſa qu'elles ſe mouvoient dans des cercles

cles excentriques, c'eſt-à-dire dans des cercles dont le Soleil n'occupoit point le centre. Cette ſuppoſition qui ſatisfaiſoit aſſez bien aux mouvemens de la Terre, s'éloignoit beaucoup de ce que l'on obſerve de la Planete de Mars; & pour y remedier, on chercha à faire une nouvelle correction à la courbe que les Planetes décrivent dans leur révolution annuelle. Cette façon de proceder réuſſit ſi bien, qu'enfin Kepler allant de ſuppoſition en ſuppoſition, trouva leur véritable orbite, qui ſatisfait admirablement à toutes les apparences, & cet orbite eſt une Ellipſe dont le Soleil occupe un des foyers.

C'eſt par le moyen de cette hipotheſe de l'Ellipticité des orbites que Képler parvint à découvrir la proportionnalité des aires & des tems, & celle des tems & des diſtances; & ce ſont ces deux fameux théorêmes, qu'on appelle les *Analogies de Képler*, qui ont mis M. Newton à portée de démontrer que la ſuppoſition de l'Ellipticité des orbes des Planetes s'accorde avec les loix de la Méchanique, & d'aſſigner la proportion des forces qui dirigent les mouvemens des Corps Céleſtes.

Il eſt donc évident que c'eſt aux hipotheſes ſucceſſivement faites & corrigées que nous ſommes redevables des belles & ſublimes connoiſſances dont l'Aſtronomie & les ſciences qui en dépendent ſont à préſent remplies; & l'on ne voit point comment il auroit été poſſible

aux

aux hommes d'y parvenir par un autre moyen.

C'eſt par ce moyen des hipotheſes que M. Hughens a découvert que Saturne étoit entouré d'un anneau.

C'eſt par ce même moyen que nous ſçavons aujourd'hui que Saturne eſt entouré d'un anneau qui réfléchit la lumiere, & qui eſt ſéparé du corps de la Planete, & incliné à l'Ecliptique : car M. Hughens qui l'a découvert le premier, ne l'a point obſervé tel que les Aſtronomes le décrivent à préſent ; mais il en obſerva pluſieurs phaſes, qui ne reſſembloient quelquefois à rien moins qu'à un anneau ; & comparant enſuite les changemens ſucceſſifs de ces phaſes, & toutes les obſervations qu'il en avoit faites, il chercha une hipotheſe qui pût y ſatisfaire, & rendre raiſon de ces différentes apparences. Celle d'un anneau réuſſit ſi bien, que par ſon moyen, non ſeulement on rend raiſon des apparences, mais on prédit encore, les phaſes de cet anneau avec préciſion.

Cet accord entre l'hipotheſe & les obſervations ont enfin converti cette ſuppoſition de M. Hughens en certitude ; & l'on ne doute plus à préſent que cet anneau ne ſoit très-réel : ainſi, les hipotheſes nous ont valu cette belle découverte de l'anneau de Saturne.

On peut en dire autant de l'ingénieuſe explication que le même M. Hughens a donné des Halos, c'eſt-à-dire, de ces eſpeces de couronnes colorées qui paroiſſent quelquefois autour des Aſtres. Perſonne avant lui n'avoit imaginé quelle pouvoit être la cauſe de ces Phénomenes ; mais M. Hughens, après pluſieurs

ſuppoſitions

ſuppoſitions inutiles, trouva enfin qu'en ſuppoſant dans l'air des grains de grêle glacés avec un noyau de neige au milieu, on pouvoit rendre raiſon de toutes les circonſtances qui accompagnent ces Phénomenes; & perſonne ne s'eſt aviſé de révoquer cette explication de M. Hughens en doute.

§. 59. Il en eſt de même dans les nombres : la diviſion, par exemple, n'eſt fondée que ſur des hipotheſes, & ſans hipotheſe, vous ne pourriez diviſer; car lorſque vous commencez la diviſion, vous ſuppoſez que le diviſeur eſt contenu dans le dividende autant de fois que le premier chifre du diviſeur eſt contenu dans le premier chifre, ou dans les deux premiers chifres du dividende; & alors vous vérifiez cette ſuppoſition en multipliant le diviſeur par le quotient, & en ſoûtrayant du dividende le produit de cette multiplication. Si vous trouvez que cette ſouſtraction ne peut point ſe faire, vous concluez que vous avez trop mis au quotient; & alors vous le corrigez. Ainſi, toute cette operation ſe fait par le moyen des hipotheſes.

La diviſion n'eſt fondée que ſur des hipotheſes.

§. 60. Il eſt donc permis, & il eſt même très-utile de faire des hipotheſes dans tous les cas, où nous ne pouvons point découvrir la véritable raiſon d'un Phénomene & des circonſtances qui l'accompagnent, ni *à priori*, par le

Les hipotheſes ſont non ſeulement très-utiles, mais même quelquefois très-néceſſaires.

moyen des vérités que nous connoiſſons déja ; ni *à poſteriori*, par le ſecours des Experiences.

Comment il faut ſe conduire, quand on fait une hipotheſe.

§. 61. Il y a ſans doute des regles à ſuivre ; & des écueils à éviter dans les hipotheſes. La premiere de toutes eſt, qu'elle ne ſoit point en contradiction avec le principe de la raiſon ſuffiſante, ni avec aucun de ceux qui ſervent de fondement à nos connoiſſances. La ſeconde regle eſt de ſe bien aſſûrer des faits qui ſont à notre portée, & de connoître toutes les circonſtances qui accompagnent le Phénomene que nous voulons expliquer. Ce ſoin doit préceder toute hipotheſe inventée pour en rendre raiſon ; car celui qui hazarderoit une hipotheſe ſans cette précaution, coureroit le riſque de voir renverſer ſon explication par des faits nouveaux dont il avoit négligé de s'inſtruire ; c'eſt ce qui ſeroit arrivé à celui qui auroit voulu rendre raiſon de l'Electricité, après avoir vû ſeulement que la cire d'Eſpagne, frottée avec force, attire des brins de papier : car il lui étoit facile de faire ſur les autres corps ce qu'il faiſoit ſur la cire d'Eſpagne ; & en les frottant de même, ils auroient été auſſi électriſés. Ainſi, l'explication de l'électricité de la cire d'Eſpagne ſeule eût été inſuffiſante & précipitée.

Mais lorſque l'on peut ſe flatter de connoître le plus grand nombre des circonſtances qui accompagnent un Phénomene, alors on peut en

en chercher la raiſon par des hipotheſes, au hazard ſans doute de ſe corriger, & d'être corrigé bien ſouvent : mais ces efforts que l'on fait pour trouver la vérité ſont toujours glorieux, quand même ils ſeroient ſans fruit.

Ecueil à éviter dans les hipotheſes.

§. 62. Les hipotheſes n'étant faites que pour découvrir la vérité, on ne les doit point faire paſſer pour la vérité elle-même, avant d'en pouvoir donner des preuves inconteſtables. Il eſt donc très-important pour le progrès des ſciences, de ne point ſe faire illuſion à ſoi-même & aux autres ſur les hipotheſes que l'on a inventées, mais il faut eſtimer le degré de probabilité qui s'y trouve, & n'en jamais impoſer par des détours & un air de démonſtration, qui n'a que trop ſouvent fait prendre le change aux perſonnes qui cherchent à s'inſtruire.

Avec cette précaution on ne coure point le danger de faire prendre pour certain ce qui ne l'eſt pas ; & l'on excite ceux qui nous ſuivent à corriger les défauts qui ſe trouvent dans nos hipotheſes, & à ſuppléer ce qui leur manque pour les rendre certaines.

§. 63. La plûpart de ceux qui depuis Deſcartes, ont remplis leurs Ecrits d'hipotheſes, pour expliquer des faits, que bien ſouvent ils ne connoiſſoient qu'imparfaitement, ont péché contre cette regle, & ont voulu faire paſſer leurs ſuppoſitions pour des vérités : & c'eſt

là en partie la ſource du dégoût que l'on a pris pour les hipotheſes dans ce ſiecle. Mais l'abus d'une choſe utile ne lui ôte point ſon utilité, & ne doit point nous empêcher d'en faire uſage, quand on le peut faire avec fruit.

Une ſeule experience contraire, ſuffit pour rejetter une hipotheſe.

§. 64. Une experience ne ſuffit pas pour admettre une hipotheſe, mais une ſeule ſuffit pour la rejetter lorſqu'elle lui eſt contraire. Il ſuit, par exemple, de l'hipotheſe, dans laquelle on ſuppoſe que le Soleil ſe meut autour de la Terre qui lui ſert de centre, que les diametres du Soleil doivent être égaux dans tous les tems de l'année; mais l'experience montre qu'ils paroiſſent inégaux. On peut donc conclure de cette obſervation, avec ſûreté, que l'hipotheſe dont cette égalité eſt une conſequence, eſt fauſſe; & que la Terre n'occupe point le centre de l'orbe du Soleil.

Une hipotheſe peut être vraye dans une de ſes parties & fauſſe dans l'autre.

§. 65. Une hipotheſe peut être vraie dans une de ſes parties, & fauſſe dans l'autre: alors la partie qui ſe trouve en contradiction avec l'experience, doit être corrigée.

Mais il faut bien prendre garde de ne mettre dans la concluſion que ce qui doit y être; & de ne point charger l'hipotheſe entiere d'un défaut qui ne tombe que ſur l'une de ſes parties. Par exemple, M. Deſcartes a attribué la chûte des Corps vers le centre de la Terre, à un tourbillon de matiere fluide qui pouſſe les

Corps

Corps vers ce centre par ſon tournoyement rapide autour de la Terre : mais M. Hughens a fait voir par une experience inconteſtable, que ſelon cette ſuppoſition, les Corps devroient être dirigés dans leur chûte perpendiculairement à l'axe de la Terre, & non pas à ſon centre : l'on peut donc conclure de là, qu'un tourbillon de matiere fluide, tel que M Deſcartes l'a conçû, ne ſçauroit produire la chûte des Corps vers le centre de la Terre ; mais on ſe précipiteroit trop, ſi on en vouloit conclure qu'aucune matiere fluide n'opere le Phénoméne de la chûte des Corps. Il en eſt de même des autres tourbillons, qui, ſelon M. Deſcartes, emportent les Planetes autour du Soleil ; car M. Newton a fait voir que cette ſuppoſition ne s'accorde point avec les loix de Képler. On en doit donc inferer que les mouvemens des Planetes ne ſont point l'effet des tourbillons de matiere fluide que M. Deſcartes avoit ſuppoſés pour les expliquer : mais on ne peut point en conclure légitimement, qu'aucun tourbillon, ou pluſieurs de ces tourbillons, conçûs d'une autre maniere, ne peuvent être la cauſe de ces mouvemens.

Preuve tirée des tourbillons de Deſcartes.

§. 66. Ainſi, quand on fait une hipotheſe, on doit déduire toutes les conſéquences qui peuvent en être légitimement déduites, & les comparer enſuite avec l'experience ; car s'il arrive que toutes ces conſéquences ſoient confir-

mées par les experiences, la probabilité acquiert son plus haut degré : mais s'il y en a une seule à laquelle elles soient contraires, on doit rejetter, ou l'hipotheſe entiere, ſi cette conſéquence eſt une ſuite de l'hipotheſe entiere, ou cette partie de l'hipotheſe dont elle eſt une ſuite néceſſaire.

Les Aſtronomes nous donnent encore l'exemple de cette regle ; car une infinité de découvertes n'auroient point été faites dans l'Aſtronomie, ſi l'on n'avoit point cherché à vérifier par l'experience les conſéquences que l'on tiroit des hipotheſes. Il ſuit, par exemple, de l'hipotheſe de Copernic, que ſi la diſtance d'une Etoile à la Terre a une raiſon comparable au diametre de ſon orbite, la hauteur du pole & des Etoiles Fixes doit varier dans les différens tems de l'année. Le deſir de verifier cette conſéquence, a porté pluſieurs Aſtronomes à faire des obſervations ſur cette Parallaxe annuelle, ou hauteur des fixes ; entr'autres, M. Bradley, entre les mains duquel cette conſéquence s'eſt non-ſeulement confirmée, mais a fait naître encore cette belle théorie de l'aberration des Fixes, dont on ne ſe ſeroit jamais aviſé auparavant.

Définition des hipotheſes

§. 67. Les hipotheſes ne ſont donc que des propoſitions probables qui ont un plus grand, ou un moindre degré de certitude, ſelon qu'elles ſatisfont à un nombre plus ou moins grand des

des circonſtances qui accompagnent le Phénomene que l'on veut expliquer par leur moyen; & comme un très-grand degré de probabilité entraîne notre aſſentiment, & fait ſur nous preſque le même effet que la certitude, les hipotheſes deviennent enfin des verités, quand leur probabilité augmente à un tel point, qu'on peut la faire moralement paſſer pour une certitude : & c'eſt ce qui eſt arrivé au ſiſtême du Monde de Copernic, & à celui de M. Hughens ſur l'anneau de Saturne

Ce qui les rend probables.

Une hipotheſe devient au contraire improbable, à proportion qu'il s'y rencontre des circonſtances dont cette hipotheſe ne rend point raiſon, comme dans l'hipotheſe de Ptolomée.

Ce qui les infirme.

§. 68. Quand on fait une hipotheſe; on doit avoir des raiſons pour préferer la ſuppoſition ſur laquelle elle eſt fondée, à toute autre ſuppoſition; car ſans cela on débite des chimeres, & des principes précaires qui n'ont aucun fondement.

§. 69. Il eſt donc néceſſaire, non-ſeulement que tout ce qu'on ſuppoſe ſoit poſſible, mais encore qu'il ſoit poſſible de la maniere qu'on l'employe; & que les Phénomenes en découlent néceſſairement, & ſans qu'on ſoit obligé de faire des ſuppoſitions nouvelles : ſans cela, la ſuppoſition ne merite pas le nom d'hipothe-

ſe ; car une hipotheſe eſt une ſuppoſition qui rend raiſon d'un Phénomene. Or quand elle n'en rend point raiſon par des conſéquences néceſſaires, & qu'on eſt obligé de faire des hipotheſes nouvelles pour faire uſage de la premiere, ce n'eſt qu'une fiction indigne d'un Philoſophe.

§. 70. Si ceux qui ont voulu expliquer tant d'effets ſurprenans par le moyen des particules crochuës, branchuës, & canelées, avoient fait attention à ce qui eſt requis pour faire une hipotheſe véritablement philoſophique, ils n'auroient point retardé comme ils ont fait, les progrès des ſciences, en créant des monſtres qu'il falloit enſuite combattre comme des réalités.

Les hipotheſes ſont un des grands moyens de l'art d'inventer.

§. 71. En diſtinguant entre le bon & le mauvais uſage des hipotheſes, on évite les deux extrémités, & ſans ſe livrer aux fictions, on n'ôte point aux ſciences une méthode très-néceſſaire à l'art d'inventer, & qui eſt la ſeule qu'on puiſſe employer dans les recherches difficiles qui demandent la correction de pluſieurs ſiecles, & les travaux de pluſieurs hommes, avant d'atteindre à une certaine perfection ; & l'on ne doit point craindre que par cette méthode la Philoſophie devienne un amas de fables : car on a vû qu'on ne peut faire une bonne hipotheſe que lorſqu'on a un grand nombre des faits & des circonſtances qui accompagnent

gnent le Phénomene qu'on veut expliquer, (§. 61.) & que l'hipotheſe n'eſt vraie & ne mérite d'être adoptée que lorſqu'elle rend raiſon de de toutes les circonſtances, (§. 66.) Les bonnes hipotheſes ſeront donc toujours l'ouvrage des plus grands hommes. Copernic, Képler, Hughens, Deſcartes, Leibnits, M. Newton lui même, ont tous imaginé des hipotheſes utiles pour expliquer des Phénomenes compliqués & difficiles; & les exemples de ces grands hommes & leur ſuccès doivent nous faire voir combien ceux qui veulent bannir les hipotheſes de la Philoſophie, entendent mal les interêts des ſciences.

Les bonnes hipotheſes ont toujours été faites par les plus grands hommes.



CHAPITRE V.

De l'Eſpace.

§. 72.

LA queſtion ſur la nature de l'Eſpace eſt une des plus fameuſes qui ait partagé les Philoſophes anciens & modernes; auſſi eſt-elle une des plus eſſentielles par l'influence qu'elle a ſur les plus importantes vérités de Phyſique & de Métaphyſique.

Définitions de l'Eſpace très-oppoſées.

Quelques-uns ont dit: *l'Eſpace n'eſt rien hors des choſes, c'eſt une abſtraction mentale, un Etre idéal, ce n'eſt que l'ordre des choſes en tant qu'elles coéxiſtent, & il n'y a point d'Eſpace ſans corps.* D'autres au contraire ont ſoutenu, *que l'Eſpace*

L'Eſpace eſt un Etre abſolu, réel, & diſtinct des corps qui y ſont placés, que c'eſt une étenduë impalpable, pénétrable, non ſolide, le vaſe univerſel qui reçoit les Corps qu'on y place; en un mot, une eſpéce de fluide immateriel & étendu à l'infini, dans lequel les Corps nagent. Les premiers ont allégué pluſieurs raiſons Métaphyſiques pour ſoutenir leur opinion, & les autres, l'idée que l'imagination ſe peut former de l'Eſpace, & ils ont appuyé cette idée, que l'imagination ſe forme, de beaucoup d'objections contre l'opinion contraire, tirées des Phenoménes, & ſur-tout de la difficulté qu'il y a que les Corps ſe meuvent dans le plein abſolu.

La moitié des Philoſophes a crû, & croit encore l'eſpace vuide, & l'autre le croit rempli de matiére.

§. 73. Le ſentiment d'un Eſpace diſtingué de la matiére a été autrefois ſoutenu par Epicure, Démocrite & Leucippe, qui regardoient l'Eſpace comme un Etre incorporel, impalpable, & incapable d'action & de paſſion. Gaſſendi a renouvellé de nos jours cette opinion, & le célébre Locke dans ſon Livre *de l'Entendement Humain*, ne diſtingue l'Eſpace pur des Corps qui le rempliſſent, que par la pénétrabilité: ce Philoſophe fait dériver la véritable notion de l'Eſpace, de la vûë & du contact, parce que, dit-il, on ne peut ni le voir ni le toucher, mais on voit & on touche les Corps.

M. Keill dans ſon *Introduction à la véritable Phyſique*, auſſi-bien que tous les Diſciples du Livre *de l'Entendement Humain*, a ſoutenu

tenu la même opinion ; il a même donné des Théoremes, par lesquels il prétend prouver que toute la matiére est parsemée de petits espaces ou interstices absolument vuides, & qu'il y a dans les Corps beaucoup plus de vuide que de matiére solide. Mais le vuide disseminé repugne aussi bien que les atomes, au principe de la raison suffisante, ainsi il ne peut-être admis ; en effet si les petits atomes ou particules premieres de la matiére nageoient dans le vuide, leur grandeur & leur figure seroient sans raison suffisante ; car la figure limite l'étenduë, & l'actualité d'une figure quelconque devient compréhensible, lorsqu'on peut expliquer comment & pourquoi l'étenduë est limitée. Or l'on s'apperçoit bien que le vuide ne renferme point cette raison, parce qu'il ne contient rien par où l'on puisse comprendre pourquoi les particules ont une figure quelconque plûtôt que toute autre figure possible, & pourquoi elles sont d'une certaine grandeur. Il faut donc chercher cette raison dans les Corps extérieurs environans, car la figure est un mode de l'étenduë : on est donc obligé d'admettre une matiére environante qui limite les parties de l'étenduë, & qui soit la raison de leurs différentes figures ; ainsi il faut remplir les interstices vuides pour satisfaire au principe de la raison suffisante.

Le principe de la raison suffisante banit le vuide de l'Univers.

L'autorité de M. Newton a fait embrasser l'opinion du vuide absolu à plusieurs Mathematiciens. Ce grand homme croyoit, au rapport de

de M. Locke, qu'on pouvoit expliquer la création de la matiére par l'Eſpace, en ſe figurant que Dieu auroit rendu pluſieurs parties de l'Eſpace impénétrables : on voit dans le *Scholium generale* qui eſt à la fin des principes de Monſieur Newton, qu'il croyoit que l'Eſpace étoit l'immenſité de Dieu, il l'appelle dans ſon Optique le *Senſorium* de Dieu; c'eſt-a-dire, ce, par le moyen de quoi Dieu eſt préſent à toutes choſes.

Traduction de Locke pag. 521. Note 2.

Opinion ſinguliére de M. Newton ſur l'eſpace.

§. 74. M. Clarke s'eſt donné beaucoup de peine pour ſoutenir les ſentimens de M. Newton, & les ſiens propres ſur l'Eſpace abſolu, contre M. de Leibnits, qui prétendoit que l'Eſpace n'étoit que l'ordre des choſes coéxiſtantes.

Commercium Epiſtolicum.

Il eſt certain que ſi, on conſulte le principe de la raiſon ſuffiſante que j'ai établi dans le premier Chapitre, on ne peut ſe diſpenſer d'avoüer que M. de Leibnits avoit raiſon de bannir l'Eſpace abſolu de l'Univers, & de regarder l'idée que quelques Philoſophes croyent en avoir, comme une illuſion de l'imagination ; car non-ſeulement il n'y auroit, comme on vient de le voir, aucune raiſon de la limitation de l'étenduë; mais, ſi l'Eſpace eſt un Etre réel & ſubſiſtant ſans les Corps, & qu'on puiſſe les y placer ; il eſt indifférent dans quel endroit de cet Eſpace ſimilaire on les place, pourvû qu'ils conſervent le même ordre entre eux : ainſi il n'y auroit point eû de raiſon ſuffiſante pourquoi Dieu auroit

Diſpute de M. de Leibnits, & du Docteur Clarke ſur l'Eſpace.

roit placé l'Univers dans la place où il eſt maintenant, plûtôt que dans toute autre, puiſqu'il pouvoit le placer dix mille lieuës plus loin, & mettre l'Orient où eſt l'Occident ; ou bien il pouvoit le renverſer, faiſant garder aux choſes la même ſituation entre elles.

M. Clarke ſentit bien la force de cē raiſonnement, & il ne put y oppoſer autre choſe, ſinon, que la ſimple volonté de Dieu étoit la raiſon ſuffiſante de la place de l'Univers dans l'Eſpace, & qu'il n'y en avoit point d'autre : mais on ſent bien que cet aveu fait crouler ſon opinion, & découvre le foible de ſa cauſe ; car Dieu ne ſauroit agir ſans des raiſons priſes dans ſon Entendement, & ſa volonté doit toujours ſe déterminer avec raiſon. Ainſi être obligé de recourir à une volonté arbitraire de Dieu, laquelle n'eſt point fondée ſur une raiſon ſuffiſante, c'eſt être réduit à l'abſurde. Ainſi, la raiſon de la place de l'Univers dans l'Eſpace, & celle du limite de l'étenduë n'étant ni dans les choſes mêmes, ni dans la volonté de Dieu, on doit conclure que l'hipothéſe du vuide eſt fauſſe, & qu'il n'y en a point dans la Nature.

Le raiſonnement de M. de Leibnitz contre l'Eſpace abſolu eſt donc ſans replique, & l'on eſt forcé d'abandonner cet Eſpace, ſi l'on ne veut point renoncer au principe de la raiſon ſuffiſante, c'eſt-à-dire, au fondement de toute vérité.

Difficultés

§. 75. Il y a encore une grande abſurdité à dévorer

dévorer dans l'opinion de l'Eſpace abſolu, c'eſt que tous les attributs de Dieu lui conviennent; car cet Eſpace, s'il étoit poſſible, ſeroit réellement infini, immuable, incréé, néceſſaire, incorporel, préſent par tout. C'eſt en partant de cette ſuppoſition que M. Raphſon à voulu démontrer géométriquement que l'Eſpace eſt un attribut de Dieu, & qu'il exprime ſon eſſence infinie & illimitée: & c'eſt effectivement ce qui ſuit très-naturellement de la ſuppoſition de l'Eſpace abſolu, quand on l'a une fois admiſe.

qui naiſſent de l'opinion de l'Eſpace pur.

§. 76. On fait trois objections principales, contre le plein abſolu, auſquelles il eſt aiſé de répondre; la premiere, roule ſur l'impoſſibilité apparente du mouvement dans le plein; la ſeconde, ſur la différente peſanteur des différens Corps; & la troiſiéme, ſur la réſiſtance de la matiére par laquelle les Corps qui ſe meuvent dans le plein, doivent perdre leur mouvement en très-peu de tems.

Trois principales objections contre le plein, auſquelles il eſt facile de répondre.

On répond à la premiere Objection, que le mouvement eſt poſſible dans le plein à cauſe du mouvement circulaire, par lequel les parties environnantes ſuccedent au Corps qui ſe meut en occupant la place qu'il abandonne: la ſeconde Objection, eſt fondée ſur cette ſuppoſition, que toute matiére eſt péſante, mais c'eſt ce qui eſt entierement faux; car par le principe de la raiſon ſuffiſante, la péſanteur eſt l'effet du choc d'une matiére environnante: or cette matiére n'eſt

n'eſt pas péſante ; car ſi elle l'étoit, il faudroit recourir à une autre matiére qui la choquât, & remonter ainſi à l'infini, & ainſi cette Objection fondée ſur la peſanteur générale de la matiére ne peut ſubſiſter. Enfin, dans la troiſiéme, on ne conſidére que la matiére morte & ſans mouvement, & alors les raiſonnemens que l'on fait ſur ſa réſiſtance ſont très-ſolides : mais ils ne prouvent rien, ſi on conſidére la matiére vivifiée par le mouvement, telle qu'elle l'eſt en effet ; car une matiére très-fine & muë en tout ſens, peut ſe mouvoir avec une telle rapidité, qu'elle n'apportera aucune réſiſtance ſenſible au mouvement des Corps placés dans cette matiére ; ainſi, on aura un vuide phyſique, qui ſera le Phenoméne qui réſulte de la fineſſe & du mouvement très-rapide de cette matiére : or le vuide eſt tout ce que prouvent les expériences dont on fait des objections invincibles contre le plein.

Comment nous nous formons l'idée de l'Eſpace, & de ſes propriétés.

§. 77. Il ne ſera pas inutile d'éxaminer ici comment nous venons à nous former les idées de l'étenduë, de l'Eſpace, & du continu ; cet examen ſervira à vous découvrir la ſource des illuſions que l'on s'eſt fait ſur la nature de l'Eſpace, & à vous en préſerver à l'avenir.

Nous ſentons que, lorſque nous conſidérons deux choſes comme différentes, & que nous les diſtinguons l'une de l'autre ; nous les plaçons dans notre eſprit l'une hors de l'autre ; ainſi,

ainſi, nous voyons comme hors de nous tout ce que nous regardons comme différent de nous, les exemples s'en préſentent en foule. Si nous nous repréſentons dans notre imagination un édifice que nous n'aurons jamais vû, nous nous le repréſentons comme hors de nous, quoique nous ſachions bien que l'idée que nous en avons éxiſte en nous, & qu'il n'y a peut-être rien d'éxiſtant de cet édifice hors de notre idée; mais nous nous le repréſentons comme hors de nous, parce que nous ſavons qu'il eſt différent de nous; de même, ſi nous repréſentons idéalement deux hommes, ou que nous répétions dans notre eſprit la repréſentation du même homme deux fois, nous les plaçons l'un hors de l'autre, parce que nous ne pouvons point forcer notre eſprit à imaginer qu'ils ſont *un*, & *deux*, en même tems.

Il ſuit de-là que nous ne pouvons point nous repréſenter pluſieurs choſes différentes comme faiſant un, ſans qu'il en réſulte une notion attachée à cette diverſité & à cette union des choſes, & cette notion nous la nommons *Etenduë*; ainſi, nous donnons de l'étenduë à une ligne, en tant que nous faiſons attention à pluſieurs parties diverſes que nous voyons comme éxiſtant les unes hors des autres, qui ſont unies enſemble, & qui ſont par cette raiſon un ſeul tout.

Il eſt ſi vrai que la diverſité & l'union font naître en nous l'idée de l'étenduë, que quelques Philoſophes ont voulu faire paſſer notre

ame pour quelque chose d'étendu, parce qu'ils y remarquoient plusieurs facultés différentes, qui cependant constituënt un seul sujet; en quoi ils se trompoient : c'est abuser de la notion de l'étenduë, que de regarder les attributs & les modes d'un Etre comme des Etres séparés, éxistans les uns hors des autres ; car ces attributs & ces modes sont inséparables de l'Etre qu'ils modifient.

Puisque nous nous représentons dans l'étenduë plusieurs choses qui éxistent les unes hors des autres, & sont *un* par leur union, toute étenduë a des parties qui éxistent les unes hors des autres & qui sont *un*, & dès que nous nous représentons des parties diverses, & unies, nous avons la notion d'un Etre étendu.

§. 78. Pour peu que l'on fasse attention à cette notion de l'étenduë, on s'apperçoit que les parties de l'étenduë, considérées par abstraction, & sans faire attention ni à leurs limites, ni à leurs figures, ne doivent avoir aucune différence interne ; elles doivent être similaires, & ne différer que par le nombre : car puisque pour former l'idée de l'étenduë, on ne considére que la pluralité des choses & leur union, d'où naît leur éxistance l'une hors de l'autre, & que l'on exclut toute autre détermination, toutes les parties étant les mêmes quant à la pluralité & à l'union, l'on peut substituer l'une à la place de l'autre, sans détruire ces deux déterminations,

de

de la pluralité, & de l'union, auſquelles ſeules on fait attention, & par conſéquent deux parties quelconques d'étenduë ne peuvent différer qu'en tant qu'elles ſont deux & non pas une. Ainſi toute l'étenduë doit être conçûë comme étant uniforme, ſimilaire, & n'ayant point de détermination interne, qui en diſtingue les parties les unes des autres ; puiſqu'étant poſées comme l'on voudra, il en réſultera toujours le même Etre, & c'eſt de-là que nous vient l'idée de l'Eſpace abſolu que l'on regarde comme ſimilaire, & indiſcernable.

Cette notion de l'étenduë eſt encore celle du corps géométrique ; car que l'on diviſe une ligne, comme & en autant de parties que l'on voudra, il en réſultera toujours la même ligne en raſſemblant ſes parties, quelque tranſpoſition que l'on faſſe entre elles : il en eſt de même des ſurfaces & des corps géométriques.

§. 79. Lorſque nous nous ſommes ainſi formé dans notre imagination un Etre, de la diverſité de l'éxiſtence de pluſieurs choſes & de leur union, l'étenduë, qui eſt cet Etre imaginaire, nous paroît diſtincte du tout réel, dont nous l'avons ſéparée par abſtraction, & nous nous figurons qu'elle peut ſubſiſter par elle-même, parce que nous n'avons point beſoin, pour la concevoir, des autres déterminations que les Etres, que l'on ne conſidére qu'en tant qu'ils ſont divers & unis, peuvent renfermer ; car

notre eſprit appercevant à part les détermina-tions, qui conſtituent cet Etre idéal que nous nommons *étenduë*, & concevant enſuite les autres qualités que nous en avons ſéparées mentalement, & qui ne font plus partie de l'idée que nous avons de cet Etre, il nous ſemble que nous portons toutes ces choſes dans cet Etre idéal, que nous les y logeons, & que l'étenduë les reçoit & les contient, comme un vaſe reçoit la liqueur qu'on y verſe. Ainſi, en tant que nous conſidérons la poſſibilité qu'il y a, que pluſieurs choſes différentes puiſſent éxiſter enſemble dans cet Etre abſtrait, que nous nommons *étenduë*, nous nous formons la notion de l'Eſpace, qui n'eſt en effet que celle de l'étenduë jointe à la poſſibilité de rendre aux Etres coëxiſtans & unis, dont elle eſt formée, les déterminations dont on les avoit d'abord dépoüillées par abſtraction. Ainſi, l'on a raiſon de définir l'Eſpace, *l'ordre des Coëxiſtans*, c'eſt-à-dire, la reſſemblance dans la maniére de coëxiſter des Etres: car l'idée de l'Eſpace naît de ce que l'on ne fait uniquement attention qu'à leur maniére d'éxiſter l'un hors de l'autre, & que l'on ſe repréſente que cette coëxiſtance de pluſieurs Etres, produit un certain ordre ou reſſemblance dans leur maniére d'éxiſter; enſorte qu'un de ces Etres étant pris pour le premier, un autre devient le ſecond, un autre le troiſiéme, &c.

L'Eſpace eſt l'ordre des choſes qui coëxiſtent.

§. 80.

§. 80. On voit bien que cet Etre idéal d'étenduë, que nous nous formons de la pluralité & de l'union de tous ces Etres, doit nous paroître une ſubſtance : car, en tant que nous nous figurons pluſieurs choſes éxiſtantes enſemble, & dépouillées de toutes déterminations internes, cet Etre nous paroît durable ; & en tant qu'il eſt poſſible par un acte de l'entendement de rendre à ces Etres les déterminations dont nous les avions dépouillés par abſtraction, il ſemble à l'imagination que nous y tranſportons quelque choſe qui n'y étoit pas ; & alors cet Etre nous paroît modifiable. (§. 52.) Ainſi, nous ſommes portés à nous repréſenter l'Eſpace comme une ſubſtance indépendante des Etres qu'on y place.

Ce que l'on appelle *continu*.

§. 81. Nous appellons un Etre *continu* lorſqu'il a des parties rangées les unes auprès des autres, enſorte qu'il ſoit impoſſible d'en ranger d'autres entre deux dans un autre ordre, & généralement on conçoit de la continuité par tout où on ne peut rien placer entre deux parties. Ainſi, nous diſons que le poli d'une glace eſt continu, parce que nous ne voyons point de parties non polies entre celles de cette glace, qui en interrompent la continuité, & nous appellons le ſon d'une trompette continu, lorſqu'il ne ceſſe point, & qu'on ne peut point mettre d'autres ſons entre deux : mais lorſque deux parties d'étenduë ſe touchent ſim-

plement & ne ſont point liées enſemble, enſorte qu'il n'y a point de raiſon interne, comme celle de la cohéſion ou de la preſſion des Corps environnans, pourquoi on ne pourroit point les ſéparer, & mettre quelqu'autre choſe entre deux, alors on les nomme *contigues*. Ainſi, dans le contigu, la ſéparation des parties eſt actuelle, au lieu que dans le continu, elle n'eſt que poſſible; deux hémiſphéres de plomb, par exemple, ſont deux parties actuelles de la boule dont ils ſont les moitiés, & qui eſt actuellement ſéparée & diviſée en deux parties qui deviendront contigues, ſi on les place l'une auprès de l'autre; enſorte qu'il n'y ait rien entre deux: mais ſi on les réuniſſoit par la fuſion en un ſeul tout, ce tout deviendroit un continu, & ſes parties ſeroient alors ſimplement poſſibles, en tant que l'on conçoit qu'il eſt poſſible de ſéparer cette boule en deux hémiſphéres, comme avant la fuſion.

On comprend par-là que l'Eſpace doit nous paroître continu; car nous admettons de l'Eſpace en tant que nous nous repréſentons, qu'il eſt poſſible que pluſieurs Corps A B C. coéxiſtent. Or ſi les Corps ne ſont point contigus, on en pourra placer un ou pluſieurs entre deux, & par là même on admet de l'Eſpace entre deux: ainſi, on doit conſiderer l'Eſpace comme continu, ſoit que la coéxiſtance contigue des Corps A B C. ſoit actuelle, ſoit qu'elle ſoit ſimplement poſſible.

Le

Le principe de la raiſon ſuffiſante nous fait voir, comme je l'ai déja dit ci-deſſus, que cette contiguité eſt actuelle, & qu'il ne peut y avoir aucun Eſpace vuide, enſorte que les Etres qui éxiſtent, coéxiſtent, de façon qu'il n'eſt pas poſſible de mettre rien de nouveau dans l'Univers.

§. 82. De même l'Eſpace doit nous paroître vuide & pénétrable: il nous paroît vuide en tant que nous faiſons abſtraction de toutes les déterminations internes des coéxiſtences; car alors il nous ſemble qu'il ne reſte rien dans cet Eſpace: & il nous paroît pénétrable, parce que nous étant poſſible d'appliquer notre attention à la fois à la maniére d'éxiſter, & aux déterminations internes des Etres qui éxiſtent, nous appercevons alors, outre l'Eſpace qui eſt leur maniére d'éxiſter l'un hors de l'autre, quelques choſes que nous n'appercevions pas auparavant lorſque nous conſidérions cet Eſpace ſeul, & par conſequent il doit nous paroître comme ſi ces choſes y étoient entrées, & y avoient été placées par un Agent externe.

§. 83. L'Eſpace doit auſſi nous paroître immuable; car nous ſentons que nous pouvons rendre aux différens Coéxiſtans les déterminations dont nous les avions dépouillés; & nous ſentons même que nous ne pouvons jamais concevoir que nous ne puiſſions point leur

rendre ces déterminations : donc nous ne pouvons point ôter l'Eſpace, puiſqu'il faut toujours qu'il reſte la même choſe que nous aurions ôtée, c'eſt à dire, de l'Etendue capable de recevoir ces déterminations. Ainſi, lorſque nous avons dépouillé les Etres coéxiſtans de toutes leurs déterminations, nous ne pouvons plus faire d'abſtraction, ni nous former un Etre idéal, qui renferme moins que celui que nous avons déja fait, en ne conſervant que la coéxiſtence des Etres : car de conſidérer la maniére d'éxiſter, & rien que cela, c'eſt la moindre abſtraction que l'on puiſſe faire, & il faut ou la garder, ou ſe repréſenter tout à fait *rien*. L'Eſpace doit donc nous paroître immuable : d'où il découle qu'il doit nous paroître éternel, puiſqu'on ne peut jamais l'ôter.

§. 84. Il doit encore nous paroitre infini, car nous admettons autant d'Eſpace que nous concevons de poſſibilité d'éxiſter ; or comme des Coéxiſtans dépouillés de toutes déterminations, tels qu'on les conçoit pour ſe former l'idée de l'Etendue & de l'Eſpace, ne renferment rien qui empêche qu'on puiſſe continuer de placer de ces Coéxiſtans les uns hors des autres, on en conçoit en effet à l'infini, & par cette raiſon l'Eſpace doit paroître une Etendue infinie, & illimitée.

§. 85. Voilà l'origine de toutes les propriétés

tés que l'on donne à l'Eſpace, quand on dit que c'eſt une Etendue ſimilaire, uniforme, continue, qu'il eſt ſubſiſtant par lui-même, pénetrable, immuable, éternel, infini, &c. enfin, le vaſe univerſel qui contient toutes choſes : mais avec un peu d'attention on voit que toutes ces prétenduës proprietés, ainſi que l'Etre dans lequel nous les ſuppoſons, n'ont de réalité que dans les abſtractions de notre eſprit, & qu'il n'éxiſte ni ne peut éxiſter rien de ſemblable à cette idée.

Utilité des abſtractions.

§. 86. Notre eſprit a donc le pouvoir de ſe former par abſtraction des Etres imaginaires, qui ne contiennent que les déterminations que nous voulons examiner, & d'exclure de ces Etres toutes les autres déterminations, par le moyen deſquelles ils peuvent être conçûs d'une autre maniére. Cette façon de méditer eſt très-utile ; car alors l'imagination ſecourt l'Entendement, & lui aide à contempler ſon idée, il faut ſeulement prendre garde qu'elle ne l'égare pas ; car les notions imaginaires, qui aident infiniment dans la recherche des vérités qui dépendent des déterminations, qui conſtituent ces Etres que l'imagination a formés, deviennent très-dangereuſes, lorſqu'on les prend pour des réalités. Ainſi, quand on veut meſurer une diſtance, on peut ſe la repréſenter comme une Ligne ſans largeur ni épaiſſeur, & ſans aucune détermination interne, on peut de même

conſidérer

conſidérer une largeur, une étenduë, ſans épaiſſeur, quand on ne veut pas conſidérer le reſte; & pourvû que l'on ne s'imagine pas qu'il éxiſte rien de ſemblable à ces abſtractions de notre eſprit, ces fictions l'aident à trouver de nouvelles vérités & de nouveaux rapports; car il a rarement aſſez de force pour contempler les Abſtraits * dans les Concrets, ſans être diſtrait par la multiplicité des choſes qu'il faut qu'il ſe repréſente. Auſſi toutes les Sciences, & ſurtout les Mathématiques, ſont-elles pleines de ces ſortes de fictions, qui ſont un des plus grands ſecrets de l'art d'inventer, & une des plus grandes reſſources pour la ſolution des Problêmes les plus difficiles, auſquels l'Entendement ſeul ne peut ſouvent atteindre? Ainſi, il faut donner place à ces notions imaginaires, toutes les fois qu'on peut les ſubſtituer à la place des notions réelles ſans préjudice de la vérité, comme on ſe ſert du ſiſtême de Ptolomée pour reſoudre pluſieurs Problêmes d'Aſtronomie, dont la ſolution deviendroit beaucoup plus difficile par le ſiſtême de Copernic, parce que l'on peut dans ces cas ſubſtituer une hipotheſe à l'autre, ſans faire tort à la vérité.

§. 87. Quoique nous puiſſions conſidérer

* On appelle *Concret*, le ſujet dont on fait l'abſtraction, & *Abſtrait*, ce que l'on ſépare de ce ſujet par cette abſtraction.

l'Etenduë

l'Etenduë, ſans faire attention aux déterminations des Etres qui la conſtituent, & que nous acquerions par ce moyen l'idée de l'Eſpace, cependant, comme l'Abſtrait ne peut ſubſiſter ſans un Concret, c'eſt-à-dire, ſans un Etre réel & déterminé duquel on fait l'abſtraction, il eſt certain qu'il n'y a d'Eſpace qu'en tant qu'il y a des choſes réelles & coëxiſtantes; & ſans ces choſes il n'y auroit point d'Eſpace : cependant, l'Eſpace n'eſt pas les choſes mêmes, c'eſt un Etre qu'on en a formé par abſtraction, qui ne ſubſiſte point hors des choſes, mais qui n'eſt pourtant pas la même choſe que les ſujets, dont on a fait cette abſtraction ; car ces ſujets renferment une infinité de choſes qu'on a négligées en formant l'idée de l'Eſpace. Ainſi, l'Eſpace eſt aux Etres réels, comme les Nombres aux choſes nombrées, leſquelles choſes deviennent ſemblables, & forment chacune une unité à l'égard du Nombre, parce qu'on fait abſtraction des déterminations internes de ces choſes, & qu'on ne les conſidére qu'en tant qu'elles peuvent faire une multitude, c'eſt-à-dire, pluſieurs unités ; car ſans une multitude de choſes qu'on compte, il n'y auroit point de Nombres réels & éxiſtants, mais ſeulement des Nombres poſſibles. Ainſi, de même qu'il n'y a pas plus d'unités réelles, qu'il n'y a de choſes actuellement éxiſtantes, il n'y a pas non plus d'autres parties actuelles de l'Eſpace, que celles que les choſes étenduës actuellement éxiſtantes déſignent, & on ne peut admettre

L'Eſpace eſt aux Etres, comme le nombre aux choſes nombrées.

mettre des parties dans l'Eſpace actuel qu'entant qu'il exiſte des Etres réels qui coéxiſtent les uns avec les autres : ceux donc qui ont voulu appliquer à l'Eſpace actuel les démonſtrations qu'ils avoient déduites de l'Eſpace imaginaire, ne pouvoient manquer de s'embarraſſer dans des labyrinthes d'erreurs dont ils ne pouvoient trouver l'iſſue.

Définition du lieu.

§. 88. On appelle le *lieu* ou la *place* d'un Etre, ſa maniere déterminée de coéxiſter avec les autres Etres : ainſi, lorſque nous faiſons attention à la maniere dont une table exiſte dans une chambre avec le lit, les chaiſes, la porte, &c. nous diſons que cette table a une place ; & un autre Etre occupe la même place que cette table lorſqu'il obtient la même maniere de coéxiſter qu'elle avoit avec tous les Etres.

Cette table change de place, lorſqu'elle obtient une autre ſituation à l'égard de ces mêmes choſes, qu'on regarde comme n'en ayant point changé. Ainſi, pour que l'on puiſſe aſſûrer qu'un Etre a changé de lieu, & pour qu'il en change réellement, il faut que la raiſon de ſon changement, c'eſt-à-dire, la force qui l'a produit, ſoit en lui dans le moment qu'il ſe rémue, & non dans les coéxiſtans ; car ſi on ignore où eſt la véritable raiſon du changement, on ignore auſſi lequel de ces Etres a changé de place : c'eſt par cette raiſon que nous n'avons point de

démonſtration

démonſtration proprement dite qui décide ſi c'eſt le Soleil qui tourne autour de la Terre, ou la Terre autour du Soleil; parce que les apparences ſont les mêmes dans les deux ſuppoſitions.

Du lieu abſolu & du lieu relatif.

§. 89. On diſtingue ordinairement le lieu d'un corps, en *lieu abſolu*, & *lieu relatif*; le lieu abſolu eſt celui qui convient à un Etre, entant qu'on conſidere ſa maniere d'exiſter avec l'univers entier conſidéré comme immobile; & ſon lieu relatif eſt ſa maniere de coéxiſter avec quelques Etres particuliers. Ainſi, on peut concevoir que le lieu abſolu change ſans que le lieu relatif ſoit changé; & cela arrive lorſqu'une certaine quantité d'Etres changent leur lieu abſolu ſans changer leur ſituation les uns à l'égard des autres, comme un homme qui navigue dans un batteau, par exemple; car ſi cet homme, ni aucune choſe de ce qui eſt dans le batteau ne remuë, tandis que le batteau s'éloigne du rivage, le lieu relatif de cet homme & de tout ce qui eſt dans le batteau ne change point; mais leur lieu abſolu change à tout moment: car toutes les parties de ce batteau changent également leur maniere d'exiſter par rapport au rivage qu'on regarde comme immobile. Mais ſi cet homme ſe promenoit dans ce batteau, il changeroit ſon lieu relatif & ſon lieu abſolu en même tems.

Puiſque

Puiſque le lieu n'eſt que la maniere d'exiſter d'un Etre avec pluſieurs autres, on voit bien que le lieu n'eſt pas la choſe placée elle-même ; mais qu'il differe de la choſe placée comme un abſtrait de ſon concret ; car lorſqu'on conſidere le lieu d'un Etre, on fait abſtraction de toutes ſes déterminations internes & de celles de ſes coéxiſtans : & on ne conſidere alors que leur maniere préſente de coéxiſter, & la poſſibilité qu'il y a qu'ils coéxiſtent de pluſieurs autres manieres : on fait même abſtraction de la figure & de la grandeur des Corps ; & l'on conſidere leur lieu comme un point. Car puiſque nous déterminons la maniere d'exiſter d'un Etre par ſa diſtance à ſes coéxiſtans, & que ces diſtances ſont meſurées par des lignes droites, les extrémités des lignes étant des points, le lieu doit être conſideré comme un point.

Comment on détermine le lieu d'un Etre.

§. 90. On détermine un lieu par les diſtances d'un Etre à deux ou pluſieurs Etres coéxiſtans ; leſquelles diſtances ne peuvent convenir à aucun autre Etre dans le même moment. Ainſi, par exemple, on détermine un lieu ſur la ſurface de la Terre, par l'interſection de la ligne de longitude, & de celle de latitude, parce-qu'il n'y a qu'un ſeul point auquel cette diſtance des lieux que l'on a pris comme fixes pour en tirer ces lignes, puiſſe convenir : c'eſt de la même façon que dans l'Aſtronomie on détermine

termine les lieux des Etoiles par l'interſection de deux cercles.

§. 91. On s'apperçoit qu'un Etre a changé de lieu, lorſque ſa diſtance à d'autres Etres immobiles, du moins pour nous, eſt changé. Ainſi, on a fait des catalogues des fixes pour ſçavoir ſi une Etoile change de lieu, parce qu'on regarde les autres comme fixes, & qu'effectivement elles le ſont par rapport à nous.

Ce que l'on appelle place.

§. 92. On appelle *place*, l'aſſemblage de pluſieurs lieux, c'eſt-à-dire tous les lieux des parties d'un Corps pris enſemble : ainſi, nous diſons, la place d'un livre dans une bibliotheque d'où on le tire, parce que nous voyons que dans cette place toutes les parties de ce livre y peuvent exiſter enſemble ; & nous diſons : *il n'y a pas aſſez de place* pour ce livre, lorſque nous voyons que quelques parties de ce livre ſeulement y pourroient exiſter enſemble.

Ce que c'eſt que ſituation.

§. 93. Enfin on appelle *ſituation* l'ordre que pluſieurs coéxiſtans non contigus, obſervent dans leur coéxiſtance, enſorte que prenant l'un d'eux pour le premier, nous donnons une ſituation aux autres qui en ſont éloignés par rapport à celui-là : ainſi, prenant une maiſon dans une ville pour la premiere, toutes les autres obtiennent une ſituation à l'égard de cette maiſon,

maiſon, parce qu'elles ſont ſéparées les unes des autres, & qu'on peut déterminer leur ſituation par leur diſtance de celle qu'on a pris pour la premiere. Deux choſes donc ont la même ſituation à l'égard d'une troiſiéme lorſqu'elles en ſont à la même diſtance; c'eſt par cette raiſon que l'on dit que tous les points d'une circonference ont la même ſituation à l'égard du centre, en tant qu'on peut mettre la même étendue entre deux.

CHAPITRE



CHAPITRE VI.

Du Tems.

§. 94.

LEs notions du Tems & de l'Eſpace ont beaucoup d'analogie entre elles : dans l'Eſpace, on conſidere ſimplement l'ordre des coéxiſtans, en tant qu'ils coéxiſtent ; & dans la durée, l'ordre des choſes ſucceſſives, en tant qu'elles ſe ſuccedent, en faiſant abſtraction de toute autre qualité interne que de la ſimple ſucceſſion.

Analogie entre le Tems & l'Eſpace.

§. 95. On conſidere ordinairement le Tems de même que l'Eſpace ſous une image produite par des idées confuſes : ainſi, on ſe le fi-

L'idée ordinaire que l'on se fait du Tems eſt fauſſe.

gure comme un Etre compoſé de parties continuës, ſucceſſives, qui coule uniformément, qui ſubſiſte indépendamment des choſes qui exiſtent dans le Tems, qui a été dans un flux continuel de toute éternité, & qui continuera de même. Mais il eſt évident que cette notion du Tems comme d'un Etre compoſé de parties continuës & ſucceſſives, qui coule uniformément, étant une fois admiſe, conduit aux mêmes difficultés que celle de l'Eſpace abſolu; c'eſt-à-dire, que ſelon cette notion, le Tems ſeroit un Etre néceſſaire, immuable, éternel, ſubſiſtant par lui-même, & que par conſéquent tous les attributs de Dieu lui conviendroient.

Elle mene dans les mêmes difficultés que celle de l'Eſpace pur.

§. 96. C'eſt de cette idée qu'on ſe forme du Tems qu'eſt venue la fameuſe queſtion que M. Clarke faiſoit à M. de Leibnits : *pourquoi Dieu n'avoit pas créé l'univers ſix mille ans plûtôt, ou plus tard.*

M. de Leibnits n'eût pas de peine à renverſer cette objection du Docteur Anglois, & ſon opinion ſur la nature du Tems, par le principe de la raiſon ſuffiſante; il n'eût beſoin pour y parvenir que de l'objection même de M. Clarke ſur le tems de la création : car ſi le Tems eſt un Etre abſolu qui conſiſte dans un flux uniforme, la queſtion pourquoi Dieu n'a pas créé le monde ſix mille ans plûtôt ou plus tard, devient réelle, & force à reconnoître qu'il eſt arrivé

Le principe de la raiſon ſuffiſante prouve que le Tems n'eſt rien hors des choſes.

tivé quelque choſe ſans raiſon ſuffiſante ; car la même ſucceſſion des Etres de l'univers étant conſervée, Dieu pouvoit faire commencer le monde plûtôt ou plus tard, ſans y cauſer aucun dérangement. Or puiſque tous les inſtans ſont égaux, quand on ne fait attention qu'à la ſimple ſucceſſion, il n'y a rien en eux qui eût pû faire préferer l'un à l'autre, dès qu'aucune diverſité ne ſeroit provenuë dans le monde par ce choix. Ainſi un inſtant auroit été choiſi par Dieu préferablement à un autre pour donner l'actualité à ce monde ſans raiſon ſuffiſante ; ce qu'on ne peut point admettre. (§. 8.)

Mais nous allons voir de plus, par l'analiſe de nos idées, que le Tems n'eſt qu'un Etre abſtrait, qui n'eſt rien hors des choſes, & qui n'eſt point par conſequent ſuſceptible des proprietés que l'imagination lui attribuë.

§. 97. Lorſque nous faiſons attention à la ſucceſſion continuë de pluſieurs Etres, & que nous nous repréſentons l'exiſtence du premier A. diſtincte de celle du ſecond B. & celle du ſecond B. diſtincte de celle du troiſiéme C. & ainſi de ſuite, & que nous remarquons que deux n'exiſtent jamais enſemble ; mais que A. ayant ceſſé d'exiſter, B. lui ſuccede auſſi-tôt ; que B ayant ceſſé, C. lui ſuccede, &c. nous nous formons une notion d'un Etre que nous appellons *Tems* : & entant que nous rapportons l'exiſtence permanente d'un Etre à ces Etres ſucceſſifs, nous diſons

Comment on vient à ſe former l'idée du Tems comme d'un Etre abſolu, qui exiſte indépendamment des Etres ſucceſſifs.

ſons *qu'il a duré un certain tems*, en tant qu'on ſe repréſente que cet Etre qu'on conſidere, coéxiſte à pluſieurs autres qui ſe ſuccedent.

On dit donc qu'un Etre dure lorſqu'il coéxiſte à pluſieurs autres Etres ſucceſſifs dans une ſuite continuë : ainſi, la durée d'un Etre devient explicable & commenſurable par l'exiſtence ſucceſſive de pluſieurs autres Etres ; car on prend l'exiſtence d'un ſeul de ces Etres ſucceſſifs pour *un*, celle de deux pour *deux*, & ainſi des autres ; & comme l'Etre qui dure leur coéxiſte à tous, ſon exiſtence devient commenſurable par l'exiſtence de tous ces Etres ſucceſſifs.

Mille exemples peuvent éclaircir ce que je viens de dire : on dit, par exemple, qu'un Corps employe du tems à parcourir un Eſpace, parce qu'on diſtingue l'exiſtence de ce Corps dans un ſeul point, de ſon exiſtence dans tout autre point ; & on remarque que ce Corps ne ſçauroit exiſter dans le ſecond point ſans avoir ceſſé d'exiſter dans le premier, & que l'exiſtence dans le ſecond point, ſuit immédiatement l'exiſtence dans le premier. Et en tant qu'on aſſemble ces divers exiſtences, & qu'on les conſidere comme faiſant *un*, on dit que ce Corps employe du tems pour parcourir une ligne. Ainſi, le Tems n'eſt rien de réel dans les choſes qui durent, mais c'eſt un ſimple mode, ou rapport extérieur, qui dépend uniquement de l'eſprit, en tant qu'il compare la durée des

Etres

avec le mouvement du Soleil, & des autres Corps extérieurs, ou avec la ſucceſſion de nos idées.

§. 98. Quand on fait attention à la chaîne qui amene nos idées, on s'apperçoit que l'eſprit ne conſidere dans la notion abſtraite du Tems que les Etres en général; & qu'ayant fait abſtraction de toutes les déterminations que ces Etres peuvent avoir, on ajoute ſeulement à cette idée générale qu'on en a retenue, celle de leur non-coéxiſtence, c'eſt-à-dire, que le premier & le ſecond ne peuvent point exiſter enſemble, mais que le ſecond ſuit le premier immédiatement, & ſans qu'on en puiſſe faire exiſter un autre entre deux, faiſant encore ici abſtraction des raiſons internes, & des cauſes qui les font ſe ſucceder l'un l'autre. De cette maniere, on ſe forme un Etre idéal, que l'on fait conſiſter dans un flux uniforme, & qui doit être ſemblable dans toutes ſes parties, puiſque pour ſe former, on employe pour chaque Etre la même notion abſtraite ſans rien déterminer de ſa nature, & que l'on ne conſidere dans tous ces Etres que leur exiſtence ſucceſſive ſans ſe mettre en peine comment l'exiſtence de l'un fait naître celle du ſuivant.

§. 99. Cet Etre abſtrait que nous nous ſommes ainſi formés, doit nous paroître indépendant des choſes exiſtantes, & ſubſiſtant par lui-

lui-même ; car puiſque nous pouvons diſtinguer la maniere ſucceſſive d'exiſter des Etres, de leurs déterminations internes, & des cauſes qui font naître cette ſucceſſion, nous devons regarder le Tems comme un Etre à part, conſtitué hors des choſes, & qui pourroit ſubſiſter ſans les choſes réelles & ſucceſſives, puiſque nous pouvons encore penſer à cette exiſtence ſucceſſive, après que nous avons détruit par notre penſée toutes les autres réalités, c'eſt-à-dire, que nous en avons fait abſtraction.

§. 100. Mais comme nous pouvons auſſi rendre à ces déterminations générales les déterminations particulieres qui en font des Etres d'une certaine eſpece, en appliquant notre attention à la fois à leur exiſtence ſucceſſive, & à leurs déterminations particulieres, il nous doit ſembler que nous faiſons exiſter quelque choſe dans cet Etre ſucceſſif qui n'y exiſtoit point auparavant, & que nous pouvons de nouveau l'ôter ſans détruire cet Etre.

§. 101. Le Tems doit être auſſi conſideré néceſſairement comme continu ; car ſi deux Etres ſucceſſifs A. & B. ne ſont point conçûs comme continus dans leur ſucceſſion, on en pourra placer un ou pluſieurs entre deux qui exiſteront après que A. aura exiſté, & avant que B. exiſte. Or par là-même on admet du tems entre l'exiſtence ſucceſſive de A. & de B. ; ainſi, on

on doit considérer le Tems comme continu.

On se forme donc ainsi une notion imaginaire du Tems, en le considerant comme un Etre composé de parties successives, continuës, sans différence interne, auquel tous les Etres successifs coéxistent, & qui devient leur mesure commune; & cette notion peut avoir son usage, quand il ne s'agit que de la grandeur de la durée, & de comparer les durées de plusieurs Etres ensemble. Comme dans la Géométrie, on n'est occupé que de ces sortes de considérations, on peut fort bien alors mettre la notion imaginaire à la place de la réelle. Mais il faut bien se garder dans la Metaphisique & dans la Phisique de faire la même substitution; car alors on tomberoit dans ces difficultés, de faire de la durée un Etre éternel, & auquel tous les attributs de Dieu, dont j'ai parlé ci-dessus conviendroient.

§. 102. Le Tems n'est donc réellement autre chose que l'ordre des Etres successifs; & on s'en forme l'idée, entant qu'on ne considere que l'ordre de leur succession. Ainsi, il n'y a point de Tems sans des Etres véritables & successifs rangés dans une suite continuë; & il y a du Tems aussi-tôt qu'il existe de tels Etres.

Le Tems n'est autre chose que l'ordre des coéxistans.

§. 103. Mais cette ressemblance dans la maniere de se succeder de ces Etres, & cet ordre qui naît de leur succession, ne sont pas ces

Il est different des Etres successifs.

comme le lieu & le nombre différent des choſes nombrées & coéxiſtantes.

choſes elles-mêmes, comme on a vû ci-deſſus (§ 87.) que le nombre n'eſt pas les choſes nombrées, & que le lieu n'eſt pas les choſes placées dans ce lieu. Car le nombre n'eſt qu'un aggrégé des mêmes unités, & chaque choſe devient une unité, quand on conſidere le tout ſimplement comme un Etre; ainſi, le nombre n'eſt qu'une relation d'un Etre conſideré à l'égard de tous, & quoiqu'il ſoit différent des choſes nombrées, cependant il n'exiſte actuellement qu'en tant qu'il exiſte des choſes qu'on peut réduire comme des unités ſous la même claſſe: ces choſes poſées, on poſe un nombre; & quand on les ôte, il n'y en a plus. De même, le Tems qui n'eſt que l'ordre des ſucceſſions continuës, ne ſçauroit exiſter à moins qu'il n'exiſte des choſes dans une ſuite continuë: ainſi, il y a du Tems, lorſque les choſes ſont; & on l'ôte, quand on ôte ces choſes; & cependant il eſt, comme le nombre, différent de ces choſes qui ſe ſuivent dans une ſuite continuë. Cette comparaiſon du Tems & du Nombre peut ſervir à ſe former la véritable notion du Tems; & à comprendre que le Tems, de même que l'Eſpace, n'eſt rien d'abſolu hors des choſes.

Dieu n'eſt point dans le Tems, & toute ſucceſſion eſt immuable pour lui.

§. 104. Quant à Dieu, on ne peut point dire qu'il eſt dans le Tems, car il n'y a point de ſucceſſion dans lui, puiſqu'il ne lui peut point arriver de changement. Ainſi, il eſt toujours

jours le même, & il ne varie point dans ſa nature ; & comme il eſt hors du monde, c'eſt-à-dire, qu'il n'eſt point lié avec les Etres dont l'union conſtituë le monde, il ne coéxiſte point aux Etres ſucceſſifs comme les créatures ; ainſi, ſa durée ne peut point ſe meſurer par celle des Etres ſucceſſifs : car quoique Dieu continue d'exiſter pendant le Tems, comme le Tems n'eſt que l'ordre de la ſucceſſion des Etres, & que cette ſucceſſion eſt immuable par rapport à Dieu, auquel toutes les choſes avec tous leurs changemens, ſont préſentes à la fois ; Dieu n'exiſte point dans le Tems. Dieu eſt à la fois tout ce qu'il peut être, au lieu que les créatures ne peuvent ſubir que ſucceſſivement les états dont elles ſont ſuſceptibles.

§. 105. On ne peut point admettre de parties actuelles du Tems, que celles que des Etres actuellement exiſtans déſignent ; car le Tems actuel n'étant qu'un ordre ſucceſſif dans une ſuite continuë, on ne peut point admettre de portions de Tems qu'en tant qu'il y a eu des choſes réelles qui ont exiſté, & ceſſé d'exiſter ; car l'exiſtence ſucceſſive fait le Tems, & un Etre qui coéxiſte au moindre changement actuel dans la nature, a duré le plus petit tems actuel ; & les moindres changemens, comme, par exemple, les mouvemens des plus petits animaux, déſignent les plus petites parties actuelles

tuelles du Tems dont nous puissions nous apercevoir.

§. 106. On represente ordinairement le Tems par le mouvement uniforme d'un point qui décrit une ligne droite ; parce que le point est là l'Etre successif, present successivement à différens points, & engendrant par sa fluxion une succession continuë à laquelle nous attachons l'idée de Tems. Nous mesurons aussi le Tems par le mouvement uniforme d'un objet ; car lorsque le mouvement est uniforme, le mobile parcourera, par exemple, un pied dans le même Tems dans lequel il a parcouru un premier pied. Ainsi, la durée des choses qui coéxistent au mouvement du mobile, pendant qu'il parcourt un pied, étant prise pour *un*, la durée de celles qui coéxisteront à son mouvement, pendant qu'il parcourera deux pieds, sera *deux* ; & ainsi de suite : ensorte que par là, le Tems devient commensurable, puisqu'on peut assigner la raison d'une durée à une autre durée, qu'on avoit prise pour *un*. Ainsi, dans les horloges l'éguille se meut uniformément dans un cercle ; & la vingt-quatriéme partie de la circonférence de ce cercle fait *un* ; & l'on mesure le Tems avec cette unité, en disant deux heures, trois heures, &c. ; de même, on prend une année pour *un*, parce que les révolutions du Soleil dans l'Ecliptique sont égales, & on s'en sert pour mesurer d'autres durées par rapport à cette unité.

§. 107.

§. 107. On connoît les efforts que les Aſtronomes ont fait pour trouver un mouvement uniforme, qui les mît à portée de meſurer exactement le Tems, & c'eſt ce que M. Hughens a trouvé par le moyen des Pendules dont il eſt l'inventeur, & dont je parlerai dans la ſuite.

C'eſt la ſucceſſion de nos idées, & non le mouvement des Corps, qui nous fait naître l'idée du Tems.

§. 108. Nous avons vû que l'éxiſtence ſucceſſive des Etres fait naître la notion du Tems; or comme ce ſont nos idées qui nous repréſentent ces Etres, la notion du Tems naît de la ſucceſſion de nos idées, & non du mouvement des Corps extérieurs; car nous aurions une notion du Tems, quand même il n'exiſteroit autre choſe que notre Ame, & en tant que les choſes qui éxiſtent hors de nous ſont ſemblables aux idécs de notre Ame qui les repréſentent, elles éxiſtent dans le Tems.

Le mouvement eſt ſi loin de nous donner par lui-même l'idée de la durée, comme quelques Philoſophes l'ont prétendu, que nous n'acquérons même l'idée du mouvement, que par la réfléxion que nous faiſons ſur les idées ſucceſſives, que le Corps qui ſe meut éxcite dans notre eſprit par ſon éxiſtence ſucceſſive aux différens Etres qui l'environnent.

Pourquoi nous ne nous appercevons point du mouve-

Voilà pourquoi nous n'avons point l'idée du mouvement en regardant la Lune ou l'éguille d'une Montre, quoique l'une & l'autre ſoient en mouvement, car ce mouvement eſt ſi lent que

ment, lorſqu'il eſt trop lent, ou trop prompt.

que le Mobile paroît dans le même point, pendant que nous avons une longue ſucceſſion d'idées; & parce que nous ne pouvons pas diſtinguer les parties de l'Eſpace que le Corps a parcouru dans cet intervalle, nous croyons que le Mobile eſt en repos: mais lorſqu'au bout d'un certain tems, la Lune & l'éguille de cette Montre ont fait un chemin conſidérable, alors notre eſprit joignant l'idée du point où il les a laiſſés, c'eſt-à-dire, leur coëxiſtence paſſée à de certains Etres, à celle de leur coéxiſtence actuelle à d'autres Etres, il acquert par ce moyen l'idée du mouvement de ce Corps.

De même, quand le Mobile va avec tant de rapidité que nous n'avons eû aucune ſucceſſion d'idée, pendant qu'il eſt allé d'un point à l'autre, nous diſons que le Mobile a parcouru le chemin dans un inſtant; c'eſt-à-dire, qu'il n'y a employé aucun tems ſenſible: par la même raiſon à peu près, que lorſque les impreſſions, que chacune des ſept couleurs fait ſur notre retine, ſont trop promtes, nous ne diſtinguons point chaque couleur en particulier; mais nous avons une ſenſation commune de toutes ces couleurs que nous avons nommée *Blancheur*.

§. 109. Ainſi ce n'eſt que le mouvement médiocre qui peut nous faire naître la notion du Tems, parce qu'il a quelque proportion avec la ſucceſſion de nos idées; mais il ne nous donne cette notion que, parce que l'Ame peut alors ſe repréſenter

repréſenter diſtinctement les différens états du Mobile l'un après l'autre, ſans en confondre pluſieurs enſemble. Or le Tems qui eſt un Etre idéal, eſt fort différent du mouvement qui eſt quelque choſe de réel.

Mépriſe de M. de Crouſas ſur le Tems.

§. 110. Je ne puis donc imaginer comment on a pû dire dans un Mémoire qui a remporté le premier Prix de l'Académie des Sciences, (& où il a d'ailleurs des choſes excellentes,) *que l'éxiſtence du mouvement dans un Corps, eſt l'éxiſtence du Tems dans le Corps ; que le Tems & le mouvement d'un Corps, c'eſt la même choſe ; & enfin, que c'eſt un préjugé de l'enfance de croire que le Tems eſt la meſure du repos, comme celle du mouvement.* Car certainement je pourrois ne jamais remuer de ma place & avoir des idées ſucceſſives ; or j'exiſterois pendant un certain tems, & j'aurois une idée de la durée de mon Etre, par la ſucceſſion de mes idées, quand même je ne me ſerois jamais mû, & que je n'aurois jamais vû de Corps en mouvement, & que par conſéquent je n'euſſe aucune idée du mouvement. Ainſi, tant qu'il y aura des Etres dont l'éxiſtence ſe ſuccedera, il y aura néceſſairement un Tems, ſoit que les Etres ſoient en mouvement, ſoit qu'ils ſoient en repos.

Pag. 504

Il y auroit un Tems, quand même il n'y auroit point de mouvement.

Il faut diſtinguer avec ſoin le Tems de ſes meſures.

§. 111. Ce qui fait que l'on a confondu le mouvement & le Tems, c'eſt que l'on n'a point diſtingué avec aſſez de ſoin le tems de ſes meſures.

§. 112.

§. 112. Les meſures du Tems priſes des Corps extérieures nous étoient néceſſaires pour mettre de l'ordre dans les faits paſſés, préſens, & même à venir; & pour pouvoir donner aux autres une idée de ce que nous entendons *par une telle portion de Tems*, & pour nous en rendre compte à nous mêmes: car la ſucceſſion de nos idées ne peut nous ſervir à aucun de ces uſages; elle ne peut nous ſervir de régle à nous-mêmes, parce que rien ne peut nous aſſûrer qu'entre deux perceptions qui paroiſſent ſe ſuivre immédiatement, il ne s'en eſt pas écoulé une infinité dont nous avons perdu le ſouvenir, & que des tems immenſes ſéparent.

Cette ſucceſſion de nos idées ne peut pas non plus nous ſervir de moyen, pour faire comprendre aux autres ce que nous entendons *par une telle portion de Tems*; car les idées ſe ſuccedent plus vîte ou plus lentement dans les différentes têtes.

Pourquoi l'on meſure le Tems par le mouvement des Corps extérieurs.

Voilà pourquoi nous avons été obligés de prendre les meſures du Tems hors de nous. Preſque tous les Peuples ſe ſont accordés à ſe ſervir du cours du Soleil pour meſurer le Tems & c'eſt apparemment à cauſe qu'il paroît marcher ſur nos têtes que les hommes ont confondu le Tems & le mouvement, faute de diſtinguer le Tems des meſures établies pour meſurer ſes parties: car ſi le Soleil, par exemple, s'éteignoit & ſe rallumoit à des intervalles égaux, il nous ſerviroit également de meſure du Tems, quoique la Terre & lui fuſſent immobiles.

§. 113.

§. 113. Il n'y a point, & il ne peut point y avoir de meſure exactement juſte du Tems; car on ne peut appliquer une partie du Tems à lui-même pour le meſurer, comme on meſure l'Etenduë par des pieds & des toiſes qui ſont elles-mêmes des portions d'Etenduë. Chacun à ſa meſure propre du Tems dans la promptitude ou la lenteur avec laquelle ſes idées ſe ſuccedent, & c'eſt de ces différentes vîteſſes, dont les idées ſe ſuccedent en différentes perſonnes, & dans la même perſonne en différent tems, que ſont venuës pluſieurs façons de s'exprimer, comme celle-ci, par exemple, *j'ai trouvé le tems bien long*; car le tems nous paroît long, lorſque les idées ſe ſuccedent lentement dans notre eſprit.

Il n'y a point de meſure du Tems exactement juſte, & pourquoi.

§. 114. On ſent aiſement que les meſures du Tems peuvent être différentes chez les différens Peuples, le cours annuel & journalier du Soleil, les vibrations d'une Pendule (qui ſont de toutes les meſures la plus juſte) nous ont fourni celles *de Minutes*, *d'Heures*, *de Jours*, *& d'Années*: mais il eſt très-poſſible que d'autres choſes ayent tenu lieu de meſures à d'autres Peuples. La ſeule qui ſoit univerſelle, c'eſt celle que l'on appelle *un inſtant*; car tous les hommes connoiſſent néceſſairement cette portion de Tems, qui s'écoule pendant qu'une ſeule idée reſte dans notre eſprit.

§. 115. Toutes les meſures du Tems ne ſont fondées que ſur la durée de notre Etre, & ſur celle

celle des Etres qui coéxiſtent avec nous ; & dont nous rapportons l'éxiſtence à l'idée que nous avons de la nôtre : car ayant acquis l'idée de ſucceſſion & de Tems, pendant que nous avions des idées ſucceſſives, nous tranſportons cette idée au Tems, pendant lequel nous n'en avons point eû, comme dans l'évanouiſſement, par exemple ; & c'eſt ainſi, que nous acquérons l'idée de la durée du Monde & de l'Univers, en rapportant l'idée que nous avons de la durée de notre éxiſtence, au Tems qui s'eſt écoulé lorſque nous n'étions pas encore, & à celui qui s'écoulera quand nous ne ſerons plus.

Comment nous acquerons l'idée de l'Eternité.

§. 116. Nous concevons dans la durée de tous les Etres finis un commencement & une fin ; or ſi par abſtraction nous ôtons de cette idée celle du commencement, alors la durée eſt *l'Eternité à parte ante* ; ſi nous en ôtons la fin, cette eſpéce de durée s'appelle, *l'Eternité à parte poſt*, & c'eſt ainſi que l'Ame de l'homme eſt éternelle ; enfin, ſi nous ôtons de l'idée que nous avons de la durée des Etres finis ſon commencement, & ſa fin, la durée deviendra *l'Eternité de Dieu*, car il n'y a que Dieu qui puiſſe être Eternel *à parte poſt*, *& à parte ante*, c'eſt-à-dire, n'avoir ni commencement, ni fin. Ainſi, nous acquérons l'idée d'une durée infinie, comme toutes les autres idées de l'infini par des Additions & des Souſtractions dont nous ne pouvons jamais voir la fin.

CHAPITRE



CHAPITRE VII.

Des Elemens de la Matiére.

§. 117.

LES Philoſophes de tous les tems ſe ſont exercés ſur l'origine de la Matiére, & ſur ſes Elemens. Les Anciens avoient chacun leur ſentiment différent ſur ce ſujet, les uns faiſoient l'Eau, l'Element primitif de tous les Corps; les autres, l'Air; d'autres, le Feu; Ariſtote réüniſſant tous ces ſentimens divers admettoit quatre Elemens des choſes, l'Eau, l'Air, la Terre, & le Feu: il croyoit que du mélange de ces quatre prin-

Quels étoient ſelon les anciens Philoſophes les principes des choſes.

cipes, qui, ſelon lui, étoient ſimples, parce qu'ils n'étoient point reſolubles en d'autres mixtes, reſultoit tout ce que nous entourent

Idée de Deſcartes ſur les Elemens de la matiére.

§. 118. Deſcartes, qui malgré l'intervalle du tems qui eſt entre Ariſtote & lui, lui a cependant ſuccedé [illegible] Elemens à ſa maniére; il a ſubſtitué aux quatre principes d'Ariſtote trois ſortes de petits [illegible] de différente groſſeur & différemment figurés; ces petits Corps ou Elemens reſultoient, ſelon lui, des diviſions primitives de la Matiére, & formoient par leur combinaiſon, le Feu, l'Eau, la Terre, l'Air, & tous les Corps qui nous environnent.

Opinion nouvelle ſur les Elemens, qui s'eſt formée de celle de Deſcartes.

La plûpart des Philoſophes d'aujourd'hui ont abandonné les trois Elemens de Deſcartes, & conçoivent ſimplement la Matiére comme une maſſe uniforme & ſimilaire, ſans aucune différence interne; mais dont les petites parties ont des formes & des grandeurs ſi diverſifiées, que la varieté infinie qui régne dans cet Univers peut en reſulter. Ainſi, ils ne mettent de difference entre les parties conſtituantes de l'or, & du papier, par exemple, que celle qui vient de la figure & de l'arrangement de ces parties.

Cette opinion eſt à peu près celle d'Epicure ſur les Atomes.

Cette opinion qui eſt très-connuë, ainſi que celle de Deſcartes, eſt à peu de choſe près celle d'Epicure ſur les Atomes que Gaſſendi à renouvellée de nos jours; car ces parties ſolides & inſécables de la Matiére, qui ne ſont diſtinguées les unes des autres que par leur figure, & leur grandeur

grandeur, ne différent des Atomes d'Epicure que par le nom.

Le principe de la raiſon ſuffiſante montre que les Atomes ſont inadmiſſibles.

§. 119. M. de Leibnits qui ne perdoit jamais de vûe le principe de la raiſon ſuffiſante, trouva que ces Atomes ne lui donnoient point la raiſon de l'étenduë de la Matiére, & cherchant à découvrir cette raiſon, il crut voir qu'elle ne pouvoit être que dans des parties non étendues, & c'eſt ce qu'il appelle *des Monades*.

Expoſition du ſiſtême de M. de Leibnits ſur les Monades ou Elemens de la matiére.

Peu de gens en France connoiſſent autre choſe de cette opinion de M. de Leibnits que le mot *des Monades* ; les Livres du célebre Wolff, dans leſquels il explique avec tant de clarté & d'éloquence le ſiſtême de M. de Leibnits, qui a pris entre ſes mains une forme toute nouvelle, ne ſont point encore traduits dans notre Langue : je vais donc tâcher de vous faire comprendre les idées de ces deux grands Philoſophes ſur l'origine de la Matiére ; une opinion que la moitié de l'Europe ſavante a embraſſée, mérite bien qu'on s'applique à la connoître.

§. 120. Tous les Corps ſont étendus en longueur, largeur, & profondeur ; or comme rien n'éxiſte ſans une raiſon ſuffiſante, il faut que cette étenduë ait ſa raiſon ſuffiſante par laquelle on puiſſe comprendre, comment, & pourquoi elle eſt poſſible ; car de dire, *qu'il y a de l'étenduë, parce qu'il y a de petites parties étenduës*, ce n'eſt rien dire, puiſque l'on fera la même que-

ſtion ſur ces petites parties que ſur le tout, & que l'on demandera la raiſon ſuffiſante de leur étenduë : or comme la raiſon ſuffiſante oblige d'alleguer quelque choſe qui ne ſoit pas la même que celle dont on demande la raiſon, puiſque ſans cela on ne donne point de raiſon ſuffiſante, & que la queſtion demeure toujours la même; ſi l'on veut ſatisfaire à ce principe ſur l'origine de l'étenduë, il faut en venir enfin à quelque choſe de non-étendu, & qui n'aît point de parties, pour rendre raiſon de ce qui eſt étendu, & qui a des parties : or un Etre non-étendu & ſans parties, eſt un Etre ſimple. Donc les compoſés, les Etres étendus éxiſtent, parce qu'il y a des Etres ſimples.

Il faut avoüer que cette concluſion étonne l'imagination, les Etres ſimples ne ſont point de ſon reſſort, on ne peut ſe les repréſenter par des Images, & l'Entendement ſeul peut les concevoir. Les Leibnitiens ſe ſervent, pour faire recevoir les Eſtres ſimples avec moins de repugnance, d'une comparaiſon aſſez juſte ; ſi quelqu'un demandoit, diſent-ils, comment il ſe peut faire qu'il y ait des Montres ; il ne ſe contenteroit certainement pas ſi on lui répondoit ; *c'eſt parce qu'il y a des Montres* ; mais pour donner des raiſons ſuffiſantes & qui ſatisfaſſent, de la poſſibilité d'une Montre, il faudroit en venir à des choſes qui ne fuſſent point *Montres*, c'eſt-à-dire, aux reſſorts, aux roüës, aux pignons, à la chaîne, &c. Ce même raiſonnement

ment a lieu pour l'étenduë ; car lorſque l'on dit qu'il y a des Corps étendus parce qu'il y a des atomes, c'eſt comme ſi l'on diſoit : *il y a de l'étenduë, parce qu'il y a de l'étenduë* : ce qui eſt en effet ne rien dire du tout. On ne peut donc trouver la raiſon ſuffiſante d'un Eſtre étendu & compoſé que dans des Eſtres ſimples & non étendus, de même que la raiſon ſuffiſante d'un nombre compoſé ne peut ſe trouver que dans un nombre non compoſé, c'eſt-à-dire, dans l'unité. Il faut donc convenir, concluent ces Philoſophes, qu'il y a des Eſtres ſimples, puiſqu'il y a des Eſtres compoſés.

§. 122. Les atomes, ou parties inſécables de la Matiere ne peuvent être les Etres ſimples ; car ces parties, quoique phiſiquement inſécables, ſont étenduës, & ſont par conſéquent dans le même cas que les Corps qu'elles compoſent : ainſi, le principe de la raiſon ſuffiſante refuſe également aux plus petits Corps comme aux plus grands, cette ſimplicité qui leur eſt néceſſaire, pour que l'on puiſſe trouver en eux la raiſon de l'étenduë de la Matiere.

Les Atomes ne peuvent être les Eſtres ſimples dont la Matiere eſt compoſée.

On ne peut dire que, comme il faut enfin parvenir à des choſes néceſſaires en expliquant l'origine des Eſtres, il n'y a qu'à poſer que les atomes ſont néceſſairement étendus & indiviſibles, & qu'alors on n'aura plus beſoin de rechercher la raiſon de leur étenduë, puiſque tous les Philoſophes conviennent que ce qui

eſt néceſſaire n'a pas beſoin de démonſtration pourquoi il eſt ; car on ne doit reconnoître pour néceſſaire que ce dont le contraire implique contradiction (§. 20.) ce qui eſt néceſſaire a donc beſoin d'une raiſon ſuffiſante qui faſſe voir pourquoi il eſt néceſſaire ; & cette raiſon ne peut être que la contradiction qui ſe trouve dans ce qui lui eſt oppoſé. Or comme il n'implique point contradiction que des Eſtres étendus ſoient diviſibles, on ne peut recevoir l'indiviſibilité des atomes comme néceſſaire : ainſi il en faut venir à des Eſtres ſimples.

La volonté du Créateur à laquelle les Atomiſtes recourent pour rendre raiſon de l'étenduë de l'atome, ne peut, ſelon M. de Leibnits, reſoudre cette queſtion, parce qu'il ne s'agit pas de ſçavoir pourquoi l'étenduë exiſte, mais comment & pourquoi elle eſt poſſible. Or on a vû ci deſſus que la volonté de Dieu eſt la ſource de l'actualité, mais non pas de la poſſibilité des choſes. Donc, on ne peut y recourir pour rendre raiſon de la poſſibilité de l'étenduë.

§. 122. M. de Leibnits après avoir établi la néceſſité des Eſtres ſimples, explique leur nature & leurs proprietés.

Les Eſtres ſimples ſou Monades n'ont point de parties.

Les Eſtres ſimples n'ayant point de parties, aucune des proprietés qui naiſſent de la compoſition ne ſçauroit leur convenir ; ainſi, les Eſtres ſimples n'étant point étendus, ſont indiviſibles ; car n'ayant point pluſieurs parties, qui ſont *un*, on ne ſçauroit les ſéparer. §. 123.

§. 123. Ils n'ont point de figure, car la figure eſt la limitation de l'étenduë ; or ces Eſtres ſimples n'étant point étendus, ils ne peuvent avoir de figure : par la même raiſon, ils n'ont point de grandeur, & ils ne rempliſſent point d'eſpace, & n'ont point de mouvement interne ; car toutes les proprietés conviennent au compoſé, & découlent de la compoſition : ainſi, les Eſtres ſimples ſont tous différens des Eſtres compoſés, & ils ne peuvent être ni vûs, ni touchés, ni repreſentés à l'imagination par aucune image ſenſible.

Ni de figure.

§. 124. Un Eſtre ſimple ne peut être produit par un Eſtre compoſé, car tout ce qui peut provenir d'un compoſé, naît, ou d'une nouvelle aſſociation, ou de la diſſociation de ſes parties ; or l'aſſociation ne peut produire qu'un Eſtre compoſé, & de la diſſociation, quand elle eſt pouſſée à ſon dernier période, il ne peut venir que des Eſtres ſimples qui exiſtoient déja dans le compoſé : donc ils n'ont pas été produits par cette diſſociation : donc un Eſtre ſimple ne peut venir d'un Eſtre compoſé.

Il ne peut venir non plus d'un autre Eſtre ſimple, car l'Eſtre ſimple étant indiviſible, & n'ayant point de parties qu'on puiſſe ſéparer, rien ne peut ſe détacher de lui. Ainſi, un Eſtre ſimple ne ſçauroit naître d'un Eſtre ſimple ; or puiſque les Eſtres ſimples ne peuvent provenir

La raiſon ſuffiſante des Etres ſimples eſt dans Dieu.

des Eſtres compoſés, ni d'autres Eſtres ſimples; il s'enſuit que la raiſon des Eſtres doit être dans l'Eſtre néceſſaire, c'eſt-à-dire, dans Dieu. Et on ne peut dire que la raiſon des atomes ou parties inſécables de la Matiere pourroit être dans Dieu comme celle des Eſtres ſimples; Dieu n'a pû créer l'étenduë ſans créer auparavant les Etres ſimples; car il faut que les parties du compoſé exiſtent avant le compoſé, mais les parties n'étant plus réſolubles en d'autres, leur raiſon premiere doit ſe trouver dans le Créateur.

§. 125. Les Eſtres ſimples étant l'origine des Eſtres compoſés, il faut que l'on trouve dans les Eſtres ſimples la raiſon ſuffiſante de tout ce qui ſe trouve dans les Eſtres compoſés; les Eſtres ſimples doivent donc avoir des déterminations intrinſeques, par leſquelles on puiſſe comprendre pourquoi les compoſés qui en réſultent, ſont plutôt tels qu'ils ſont, que tout autrement, c'eſt-à dire, pourquoi ils ont tels & tels attributs, telles & telles proprietés, &c. Or comme vous avez vû ci-deſſus qu'il n'y a point d'Eſtres ſemblables dans la nature, tous les Eſtres ſimples doivent être diſſemblables & contenir en eux des différences, qui empêchent qu'on ne puiſſe mettre l'un à la place de l'autre dans un compoſé, ſans changer ſa déterminations, puiſque ſi ces Eſtres ſimples n'étoient pas tous diſſemblables, les compoſés qui en réſultent ne le pourroient point être non plus.

Les Eſtres ſimples contiennent la raiſon ſuffiſante de tout ce qui ſe trouve dans les Eſtres compoſés.

§. 126.

§. 126. On obſerve dans les compoſés un changement perpétuel ; rien ne demeure dans l'état où il eſt ; tout tend au changement dans la nature ; or puiſque la raiſon premiere de ce qui arrive dans les compoſés ſe doit enfin trouver dans les ſimples, dont les compoſés reſultent, il ſe doit trouver dans les Etres ſimples un principe d'action capable de produire ces changemens perpétuels, & par lequel on puiſſe comprendre pourquoi les changemens ſe font en un tel tems, plutôt que dans tout autre, & d'une telle maniere, plutôt que de toute autre.

Les Etres ſimples ont un principe d'action & c'eſt ce qu'on appelle *Force*.

Le principe qui contient la raiſon ſuffiſante de l'actualité d'une action quelle qu'elle ſoit, s'appelle *force* ; car la ſimple puiſſance ou faculté d'agir n'eſt dans les Etres qu'une poſſibilité d'action ou de paſſion, à laquelle il faut une raiſon ſuffiſante de ſon actualité. C'eſt ainſi que l'on dit qu'un animal a la faculté de marcher, un arc, celle de chaſſer une fléche, une montre, celle de marquer les heures, parce qu'on peut expliquer par la ſtructure de l'animal, de l'arc & de la montre, comment & pourquoi ces effets ſont poſſibles, mais il ne ſuit point de là que ces effets ſoient actuels; car ſi cela étoit, l'animal marcheroit toujours, & la montre indiqueroit toujours les heures, mais c'eſt ce qui n'arrive pas. Il faut donc admettre entre cette poſſibilité une raiſon ſuffiſante de l'actualité, c'eſt-à-dire une force qui mette en œuvre cette puiſſance que l'Etre a d'agir. Or la raiſon ſuffiſante

ſante de tout ce qui arrive aux compoſés devant ſe trouver à la fin dans les Etres ſimples, il s'enſuit que les Etres ſimples ont cette force, qui conſiſte dans une tendance continuelle à l'action, & cette tendance a toujours ſon effet quand il n'y a point de raiſon ſuffiſante qui l'empêche d'agir, c'eſt-à-dire, quand il n'y a point de reſiſtance ; car on doit appeller réſiſtance, ce qui contient la raiſon ſuffiſante pourquoi une action ne devient point actuelle, quoique la raiſon de ſon actualité ſubſiſte.

Les Etres ſimples ſont dans un mouvement continuel.

Les Etres ſimples ſont donc doüés d'une force, quelle qu'elle puiſſe être, par l'énergie de laquelle ils tendent à agir, & agiſſent en effet dès qu'il n'y a point de réſiſtance. Or comme l'experience prouve que la force des Eſtres ſimples ſe déploye continuellement puiſqu'elle produit des changemens ſenſibles à chaque inſtant dans les compoſés, il s'enſuit que chaque Eſtre ſimple eſt en vertu de ſa nature & par ſa force interne, dans un mouvement qui produit en lui des changemens perpetuels & une ſucceſſion continuë ; & que ſon état interne & la ſuite des ſucceſſions qu'il éprouve ſont différens de l'état interne, & des ſucceſſions qu'éprouve tout autre Etre ſimple dans l'Univers entier.

§. 127. Les compoſés durent malgré les changemens qu'ils ſubiſſent, la matiere [illegible]emeure la même pendant qu'elle reçoi[illegible] différentes formes,

formes, notre Corps, ni celui des Planetes, ni l'air, ni rien de ce qui nous entoure ne s'anéantit; cependant l'état de ces Etres change à tout moment: il faut donc que les Etres ſimples dont les Etres compoſés réſultent, durent c'eſt-à-dire, qu'ils ayent des déterminations conſtantes & invariables, pendant qu'ils en ont d'autres qui varient continuellement; car ſi les ſimples n'étoient pas durables par leur nature, les compoſés ne pourroient durer: les Etres ſimples ſont donc de véritables ſubſtances, c'eſt-à-dire, des Etres durables & ſuſceptibles des modifications que leur force Interne produit, (§. 52.)

Il n'y a de véritables ſubſtances que les Etres ſimples.

Rien ne ſçauroit arrêter cette force interne des Etres ſimples, ni changer les effets qui en ſont une ſuite, parce qu'aucun agent naturel ne peut ni briſer, ni détruire les Etres ſimples.

§. 128. On voit par là que les véritables Subſtances (c'eſt-à-dire) les Etres ſimples ſont actives, puiſqu'elles portent en elles le principe de leurs changemens, c'eſt-à-dire, cette force qui leur eſt eſſentielle, qui ne les quitte jamais, & qui ne peut s'éteindre: & l'on comprend ce que M. de Leibnits entendoit lorſqu'il diſoit que le véritable caractere de la Subſtance eſt d'agir, qu'elle ſe diſtingue des accidens par l'action, & qu'il eſt impoſſible de la concevoir ſans force.

J'ai dit ci-deſſus que ſuivant le ſentiment de M.

M. de Leibnits, chaque Monade, ou Etre ſimple (car c'eſt la même choſe) contient une ſuite de changemens qui eſt différente de la ſuite des changemens, de tout autre Etre ſimple, ce qui eſt une ſuite néceſſaire du principe des indiſcernables. Nous en avons un exemple dans nos ames, car perſonne ne doute que la ſuite des idées d'une ame ne ſoit différente de la ſuite des idées de toutes les autres ames qui exiſtent.

§. 129. Les différens états d'un Etre ſimple dépendent les uns des autres ; car un tel état ſucceſſif n'étant point plus néceſſaire qu'un autre, il faut qu'il y ait une raiſon ſuffiſante pourquoi un tel état eſt actuel, & pourquoi plûtôt en tel tems qu'en tout autre : or cette raiſon ne peut ſe trouver que dans l'état qui a précedé, & la raiſon de celui-ci ſera dans l'état antécedent à lui, & ainſi de ſuite juſqu'au premier. Ce premier état, qui n'en ſuppoſe point d'autre antécedent à lui, a dépendu de Dieu ; mais tous les états conſéquens ſont liés entre eux, enſorte que du premier découle le dernier qui y étoit contenu, & qui doit être tel, parce que le premier a été ainſi & non pas autrement : de même que l'état actuel d'un Horloge dépend de l'état précedent, celui-là d'un autre, & ainſi de ſuite, juſqu'au premier qui a dépendu de la façon dont l'ouvrier a arrangé les roues ; & c'eſt ainſi que la 47. propoſition d'Euclide découle de la premiere, & y eſt contenuë.

§. 130.

Tout eſt lié l'un à l'autre dans cet Univers.

§. 130. Tout eſt lié dans le monde ; chaque Etre a un rapport à tous les Etres qui coéxiſtent avec lui, & à tous ceux qui l'ont précedé, & qui doivent le ſuivre : nous ſentons nous-même à tout moment que nous dépendons des Corps qui nous environnent ; qu'on nous ôte la nourriture, l'air, un certain degré de chaleur, nous périſſons, nous ne pouvons plus vivre ; toute la Terre dépend de l'influence du Soleil, & elle ne ſçauroit ſe conſerver, ni végeter ſans ſon ſecours. Il en eſt de même de tous les autres Corps ; car quoique nous ne voyions pas toujours diſtinctement leur liaiſon mutuelle, nous ne pouvons cependant par le principe de la raiſon ſuffiſante & par l'analogie, douter qu'il n'y en ait une, & que cet Univers ne faſſe un tout, un entier & une ſeule machine dont toutes les parties ſe rapportent les unes aux autres, & ſont tellement liées enſemble, qu'elles conſpirent toutes à une même fin.

§. 131. Les raiſons primitives de tout ce qui arrive dans les Corps, devant ſe trouver enfin dans les Elemens dont ils ſont compoſés, il s'enſuit que la raiſon primitive de la liaiſon des Corps entre eux, en tant qu'ils coéxiſtent, & qu'ils ſe ſuccedent, ſe trouve dans les Eſtres ſimples : la liaiſon des parties du Monde dépend donc de la liaiſon des Elemens, qui en eſt le fondement, & la premiere origine. Ainſi, l'état de

chaque

chaque Element renferme une relation à l'état préſent de l'Univers entier, & à tous les états qui naîtront de l'état préſent, de même que dans une Machine bien faite, la moindre partie a une relation à toutes les autres: car l'état d'un Element quelconque A étant déterminé, l'harmonie & l'ordre demandent que l'état de ſes voiſins B C D, &c. ſoient auſſi déterminés d'une telle maniére, plûtôt que de toute autre, pour conſpirer avec l'état du premier; & comme la même raiſon continuë pour tous les états des Elemens, tous les états futurs des Elemens auront auſſi une relation à l'état préſent qui doit coéxiſter avec eux, aux états paſſés dont cet état préſent découle, & aux états qui le ſuivront, & dont il eſt la cauſe. Ainſi, on peut dire que dans le ſiſtême de M. de Leibnits, c'eſt un problême Métaphiſico-Géometrique, *l'état d'un Element étant donné, en déterminer l'état paſſé, préſent, & futur de tout l'Univers*: la ſolution de ce problême eſt reſervée à l'éternel Géometre qui le reſout à tout moment, en ce qu'il voit diſtinctement la relation de l'état de chaque Etre ſimple à tous les états paſſés, préſens, & futurs de tous les autres Etres de l'Univers: mais il ſera toujours impoſſible aux Etres finis d'avoir une idée diſtincte de cette relation infinie, que toutes les choſes qui éxiſtent ont entre elles, parce qu'alors ils deviendroient Dieu.

§. 132. Notre Ame ſe repréſente à la vérité

té l'Univers entier, mais c'eſt d'une maniére confuſe, au lieu que Dieu le voit d'une maniére ſi diſtincte, qu'aucun des rapports qui y entrent ne lui échappent. C'eſt encore un des ſentimens de M. de Leibnits, qui a le plus beſoin d'être éclairci & d'être ſauvé du ridicule, dont on pourroit le charger, que cette repréſentation de l'Univers entier, & de tous ſes changemens, qu'il prétend être un attribut de notre Ame.

Notre ame a des repreſentations obſcures de tout ce qui arrive dans tout l'Univers.

On ſait, & tous les Philoſophes conviennent que le mouvement ſe propage dans le plein à toutes les diſtances, la moindre pierre jettée dans l'Océan trouble l'équilibre de cette maſſe d'eau immenſe, & y forme des anneaux dont on ne diſcerne point diſtinctement la fin. Figurons nous, par exemple, un batteau qui flotte ſur la Mer, & qu'on y jette à des diſtances différentes de ce batteau, des pierres de différente groſſeur; on s'apperçoit que chaque pierre fait naître des anneaux, qui en forme d'ondes ſe propageront plus ou moins fort, à proportion qu'elles viennent de plus loin, & que la cauſe qui les a produites étoit plus puiſſante. Ainſi, ce bateau recevra ſucceſſivement des impreſſions de toutes les pierres, dont chacune eſt telle qu'on en pourroit déterminer la cauſe, & la diſtance: or nous ſommes dans le même cas que ce batteau, notre Corps nage dans un fluide infini, & il vient des ondes le frapper de toutes parts, leſquelles portent avec elles le caractére de leur

origine

origine ; lorſqu'une impreſſion dans les organes de nos ſens eſt forte, & qu'elle excite en nous un mouvement violent, parce que l'objet qui en eſt la cauſe eſt proche, nous l'apperçevons & nous en avons une idée fort claire ; à meſure que l'objet qui cauſe la ſentation s'éloigne, l'impreſſion qu'il fait ſur les organes de nos ſens devient moins forte, & la clarté de l'idée qu'elle excite en nous ſuit cette dégradation, & diminuë à proportion ; car par la loi de continuité, la clarté de l'idée doit ſuivre la force de l'impreſſion. Ainſi, quand l'objet eſt fort loin, & qu'il ne peut faire d'impreſſion ſenſible ſur nos ſens, l'idée doit auſſi devenir inſenſible, c'eſt-à-dire, doit former une repréſentation obſcure ; or les impreſſions que les objets font ſur nous, continuent à quelque diſtance qu'ils puiſſent être placés, parce que dans le plein tout mouvement doit produire des ondes à l'infini, comme cette pierre qu'on jette dans l'Océan, dont je viens de parler, & les ondes propagées & dilatées à l'infini doivent néceſſairement venir juſqu'à nous, & par conſéquent, il ſe doit faire dans notre ame une repréſentation relative au mouvement que nos organes ont éprouvé. Car ſi à une certaine diſtance les repréſentations que les objets excitent dans notre ame, venoient à ceſſer, quoique les impreſſions qu'ils font ſur nos ſens continuaſſent, il ſe feroit un ſaut dans la Nature, ce qui ſeroit contraire au principe de la raiſon

raiſon ſuffiſante (§. 13.) car il n'y auroit point de raiſon, pourquoi la clarté d'une idée auroit diminué par gradation, & ſuivi la proportion des impreſſions juſqu'à un certain point, & qu'à ce point elle vint à finir comme par un ſaut; quoique la raiſon pour laquelle elle devroit continuer ſubſiſtât toujours. Ainſi, dès qu'on admet le principe de la raiſon ſuffiſante, & le plein qui en eſt une ſuite, on eſt obligé de convenir que nous recevons des impreſſions de tous les mouvemens qui arrivent dans l'Univers, & que notre ame en a des repréſentations obſcures, à cauſe de la liaiſon conſtante qui eſt entre les impreſſions du Corps & les repréſentations de l'ame. Nous ne pouvons avoir à la vérité une repréſentation claire que des changemens les plus marqués, & qui affectent nos organes avec une certaine force; mais toutes ces repréſentations éxiſtent, quoique notre ame ne les apperçoive point, à cauſe de leur foibleſſe & de leur multiplicité infinie, qui fait qu'il eſt impoſſible de les diſtinguer, & que par conſéquent, elles n'éxcitent en nous que des repréſentations obſcures. Qu'une infinité de repréſentations obſcures accompagnent nos idées les plus claires, c'eſt ce dont nous ne pouvons diſconvenir, ſi nous faiſons un peu d'attention ſur nous mêmes. J'ai une idée toute claire, par exemple, de ce papier, ſur lequel j'écris, & de la Plume dont je me ſers: cependant, combien de repréſentations obſcures ſont enveloppées & cachées, pour ain-

ſi dire, dans cette idée claire; car il y a une infinité de choſes dans la tiſſure de ce papier, dans l'arrangement des fibres qui le compoſe, dans la différence & la reſſemblance de ces fibres que je ne diſtingue point, & dont j'ai cependant une repréſentation obſcure; car les fibres, leurs différences, & leur arrangement ſubſiſtant, il n'y a aucune raiſon pourquoi elles ne cauſeroient pas des impreſſions dans mes organes, & par conſéquent des repréſentations dans mon Ame: mais ces impreſſions étant trop foibles & trop compoſées, je ne les diſtingue point, & il en naît dans mon Ame des repréſentations obſcures. Ainſi, la repréſentation totale qui reſulte du tout de ce papier eſt claire; mais les repréſentations partiales ſont obſcures. Il eſt aiſé de voir par-là pourquoi dans le ventre de nos meres, nous ſommes dans un état d'idées toutes obſcures; c'eſt que notre Corps n'étant point encore développé, nos membres & nos organes ſont affaiſſés & concentrés preſque dans un point; par conſéquent il eſt impoſſible que l'animal ne ſoit également affecté par tout de la même impreſſion. Ainſi, le moindre mouvement ébranle l'animal entier ſi fort, qu'il ne ſauroit diſtinguer une impreſſion d'une autre, ni par conſéquent ſe former d'idées diſtinctes; au lieu que quand nous ſommes ſortis des envelopes de l'*uterus*, notre Corps eſt tellement diſpoſé, que le mouvement des raiſons de lumiére, par exemple, ne peut point ébranler les nerfs acouſtiques, ni les ſons

le

le nerf optique, & embrouiller par-là des idées fort différentes, qui doivent être conçûes & senties séparement pour qu'elles puissent être distinctes.

§. 133. Cette liaison de notre Ame avec l'Univers entiers vient donc de l'union des Elemens entre eux, & des rapports qu'ils ont tous les uns avec les autres, & ces rapports naissent de leur dissemblance; car cette dissemblance fait que chaque Element par son essence & par ses déterminations intrinseques, éxige la coéxistance d'un tel Element auprès de lui plûtôt que de tout autre, & l'on ne pourroit ôter un Element de sa place pour lui en substituer un autre, & conserver cependant la même suite de choses; un tel changement changeroit tout l'Univers, & il s'en formeroit un Univers nouveau: d'où l'on voit que l'on trouve dans la dissemblance des Elemens, pourquoi cet Univers est tel qu'il est plûtôt que tout autre. C'est encore par cette dissemblance que l'on peut comprendre comment des Etres non étendus peuvent former des Etres étendus; car les Elemens éxistent tous nécessairement les uns hors des autres (puisque l'un ne peut jamais être l'autre,) & étant tous, comme on vient de le voir, unis & liés ensemble, il en resulte un assemblage de plusieurs Etres divers, qui éxistent tous les uns hors des autres, & qui par leur liaison font un tout; mais j'ai fait voir que nous ne pouvons nous représenter l'étenduë que comme l'assemblage de plusieurs

choſes diverſes coéxiſtantes, & qui éxiſtent les unes hors des autres (§. 77.) : donc, concluënt les Leibnitiens, un agrégat d'Etres ſimples doit être étendu. Ainſi, de l'union Métaphiſique des Elemens entr'eux découle l'union Méchanique des Corps que nous voyons ; car toute la Méchanique qui tombe ſous nos ſens dérive à la fin, & en remontant à la ſource premiere, de principes ſupérieurs & Metaphiſiques.

§. 134. Les Compoſés ne peuvent ſubſiſter ſans les ſimples, ni recevoir aucun changement qui ne ſoit fondé dans les Elémens ; ainſi les Compoſés ne ſont point des Subſtances par eux mêmes, mais des aſſemblages de Subſtances ou d'Etres ſimples. Car dans l'Etre compoſé, il n'y a rien de Subſtantiel que les Elemens ; tout le reſte, comme la grandeur, la figure des parties, leur ſituation entre elles, les qualités Phyſiques de la Matiére, comme la dureté, la ductilité, la meabilité, &c. qui conſtituent le Compoſé, ne ſont que des Modes ; comme dans une Montre, par exemple, la figure des Roues, leur combinaiſon, la qualité du reſſort, la duretés des parties, &c. conſtituent la Montre : cependant, on voit évidemment que toutes ces choſes ne ſont que des Modes, qui peuvent varier ſans que la matiére de la Montre périſſe ; & par conſéquent il ne périt rien de ſubſtantiel, quoiqu'un compoſé ceſſe, & qu'il s'en forme un autre par la différente combinaiſon de ſes parties,

Tout Etre compoſé n'eſt point une ſubſtance, mais un aggrégat de ſubſtances, c'eſt-à-dire, d'Etres ſimples.

ties, puiſque les Elemens continuent toujours de ſubſiſter, & de durer quelque ſéparation qui puiſſe arriver aux parties qui ſont les Compoſés. Cependant, l'étendue doit nous paroître une Subſtance, car nous voyons qu'elle dure, & qu'elle peut être modifiée (§. 52.); mais ſi nous examinons cette idée avec les yeux de l'Entendement, nous ſerons obligés de reconnoître qu'elle n'eſt qu'un Phenoméne, une abſtraction de pluſieurs choſes réelles, par la confuſion deſquelles nous nous formons cette idée d'étendue; c'eſt de cette confuſion que naiſſent preſque tous les objets qui tombent ſous nos ſens, & dont les réalités ſont ſouvent infiniment différentes des apparences (§. 53.) Ainſi, ſi nous pouvions voir diſtinctement tout ce qui compoſe l'étendue, cette apparence d'étendue, qui tombe ſous nos ſens, diſparoîtroit, & notre Ame n'appercevroit que des Etres ſimples éxiſtans les uns hors des autres, de même que ſi nous diſtinguons toutes les petites portions de matiére differemment mues, qui compoſent un portrait, ce portrait qui n'eſt qu'un Phenoméne diſparoîtroit pour nous. Ainſi, la même confuſion, qui eſt dans mes organes & qui fait que de la reſſemblance d'un viſage humain reſulte l'aſſemblage de pluſieurs portions de matiére différemment mues, dont aucune n'a de rapport au Phenoméne, qui en reſulte pour moi; cette même confuſion, dis-je, fait que le Phenoméne de l'étendue reſulte pour nous de l'aſſemblage

Comment l'étendue peut réſulter de l'aſſemblage des Etres ſimples.

des Etres ſimples & de leurs différences internes; mais comme il eſt impoſſible que nous nous repréſentions l'état interne de tous les Etres ſimples, duquel, cependant, le Phenoméne de l'étendue dépend, toute perception des réalités nous doit échapper par notre nature; & il ne nous reſte des idées confuſes que nous avons de chacun de ces Etres ſimples, qu'une idée de pluſieurs choſes coéxiſtantes, & liées enſemble, ſans que nous ſachions diſtinctement comment elles ſont liées, & c'eſt cette idée confuſe qui fait naître le Phenoméne de l'étendue.

Pourquoi les Etres ſimples révoltent tant l'imagination.

§. 135. La répugnance que l'on a à concevoir comment des Etres ſimples & non étendus peuvent par leur aſſemblage compoſer des Etres étendus, n'eſt pas une raiſon pour les rejetter: cette révolte de l'imagination contre les Etres ſimples, vient vraiſemblablement de l'habitude ou nous ſommes de nous repréſenter nos idées ſous des images ſenſibles, qui ne peuvent ici nous aider

Dans les choſes dont on ne peut ſe faire d'images ſenſibles, & qu'on ne peut ſe repréſenter par des caractéres, il faut tâcher d'y ſuppléer en ne perdant jamais les principes inconteſtables de vûe, & en tirant des concluſions par des conſéquences liées entr'elles, ſans faire jamais aucun ſaut dans nos raiſonnemens.

Il en ſeroit des vérités Géometriques comme des Etres ſimples, ſi on n'avoit pas inventé des ſignes pour les repréſenter à l'imagination

tion, cependant ces vérités n'en ſeroient pas moins ſûres, peut-être quelques jours trouvera-t'on un calcul pour les vérités Metaphyſiques, par le moyen duquel par la ſeule ſubſtitution des caractéres, on parviendra à des vérités comme dans l'Algebre. M. de Leibnits croyoit l'avoir trouvé; mais par malheur il eſt mort ſans communiquer ſur cela ſes idées, qui du moins nous auroient mis ſur la voie, ſi elles n'avoient pas donné tout ce que le nom d'un auſſi grand homme promettoit.

§. 136. Il eſt fâcheux ſans doute que tous les gens qui penſent ne ſoient pas d'accord ſur les premiers principes des choſes, il ſembleroit que le droit que la vérité a ſur notre aſſentiment devroit s'étendre ſur toutes les notions & ſur tous les tems. Cependant, combien de vérités ont été combattues des ſiécles entiers avant d'être admiſes; tel a été, par exemple, le véritable ſiſtême du Monde, & de nos jours les forces vives. Il ne m'appartient pas de décider ſi les Monades de M. de Leibnits ſont dans le même cas: mais ſoit qu'on les admette, ou qu'on les refute, nos recherches ſur la nature des choſes n'en ſeront pas moins ſûres; car nous ne parviendrons jamais dans nos expériences juſqu'à ces premiers Elemens qui compoſent les Corps, & les Atomes phyſiques (§. 172.), quoique compoſés encore d'Etres ſimples, ſont plus que ſuffiſans, pour exercer le deſir que nous avons de connoître.



CHAPITRE VIII.

De la nature des Corps.

§. 137.

DESCARTES, le Pere Mallebranche, & tous leurs sectateurs ont fait consister l'essence du Corps dans l'étenduë ; ils croyoient qu'il ne falloit que de l'étenduë en longueur, largeur, & profondeur pour faire un Corps, & voici comment ils raisonnoient. L'essence d'une chose est ce qu'on reconnoît de premier dans cette chose, ce qui en est inséparable, & d'où dépendent toutes les proprietés qui lui conviennent. (37.) Ainsi, pour découvrir en quoi consiste l'essence de la Matiere, il faut examiner quelles

sont

ſont les proprietés qui ſont renfermées dans l'idée qu'on a de la Matiere, comme la fluidité, la dureté, le mouvement, le repos, l'étenduë, la figure, la diviſibilité, &c:, & conſiderer enſuite quels ſont de tous ces attributs ceux qui en ſont inſéparables. Or la fluidité, la moleſſe, le mouvement, & le repos pouvant être ſéparés de la Matiere, puiſqu'il y a pluſieurs Corps qui ſont ſans dureté, ou ſans fluidité, ou ſans moleſſe, quelques-uns qui ne ſont point en mouvement d'une façon ſenſible, & d'autres qui ne ſont point en repos, il s'enſuit que tous ces attributs n'étant point inſéparables de la Matiere, ne lui ſont point eſſentiels.

Quatre attributs principaux des Corps.

Mais il reſte quatre attributs que nous concevons comme inſéparables de la Matiere, qui ſont la figure, la diviſibilité, l'impénétrabilité, & l'étendue. Pour connoître quel eſt de ces quatre attributs celui qu'on doit prendre pour l'eſſence de la Matiere, il faut donc examiner quel eſt celui, qui n'en ſuppoſe point d'autres, & qui doit ſe trouver le premier dans l'Etre. On reconnoît facilement alors que la figure, la diviſibilité, l'impénétrabilité ſuppoſent l'étendue, & que l'étendue ne ſuppoſe rien; mais que dès qu'elle eſt donnée, la figure, l'impénétrabilité & la diviſibilité le ſont auſſi: donc, continuent ces Philoſophes, on doit conclure que l'étendue eſt l'eſſence du Corps, puiſque toutes ſes autres proprietés dépendent de l'étendue.

Deſcartes & le Pere Malebranche faiſoient conſiſter l'eſſence du Corps dans l'étendue.

§. 138.

Et ils ôtoient toute activité aux créatures.

§. 138. Cette définition de l'eſſence du Corps les conduiſoit néceſſairement à ôter toute force, & toute activité aux créatures ; car quelques réflexions que l'on faſſe ſur l'étendue, qu'on la limite comme on voudra, qu'on arrange ſes parties de toutes les manieres poſſibles, on ne voit point comment il en peut naître une force & un principe interne d'action : car la Matiere étant, ſelon cette définition, une ſubſtance ſeulement paſſive, elle ne peut jamais devenir active par toutes les modifications poſſibles. Cependant comme l'experience prouve que les Corps agiſſent & ſont doüés d'une activité, les Carteſiens ont eu recours, pour expliquer cette force active, à la volonté de Dieu. Ainſi, ſelon eux, ce ne ſont point les créatures qui agiſſent, c'eſt Dieu lui-même qui meut immédiatement un Corps à l'occaſion d'un autre ; & cela ſuivant une certaine loi qu'il s'eſt preſcrite au commencement, & qu'il ne viole jamais que lorſqu'il fait des miracles ; car on appelle *miracle* un effet qui n'eſt point explicable par les loix du mouvement & par l'eſſence des Corps. Ainſi, les cauſes ſecondes paroiſſent bien avoir quelque éfficace dans ce ſiſtême, mais elles n'en ont réellement point. Dieu fait tout par ſon concours immédiat, les créatures ſont les occaſions, mais jamais les cauſes ; elles peuvent recevoir, mais elles ne peuvent jamais ni agir, ni produire.

§. 139.

§. 139. Tout cet enchaînement de conſéquences & de démonſtrations des Cartéſiens tombe bientôt par le principe de la raiſon ſuffiſante ; car ſi l'eſſence du Corps conſiſte dans la ſimple étendue, & qu'il n'y ait point de différences internes dans les parties de la Matiere qui les diſtinguent réellement, la Matiere eſt ſimilaire, & une de ſes parties ne differe de l'autre que par la poſition, comme les Carteſiens l'avouent eux-mêmes. Or nous avons vû (§. 12.) que le principe de la raiſon ſuffiſante ne ſouffre point dans l'Univers de Matiere ſimilaire, & qui ne ſoit pas diſtinguée par des qualités internes. Ainſi l'eſſence du Corps ne peut conſiſter dans la ſimple étenduë, puiſqu'il eſt néceſſaire, pour ſatisfaire au principe de la raiſon ſuffiſante, d'accorder une différence originaire dans les parties de la Matiere, qui lui ſoit auſſi eſſentielle que l'étendue-même.

Mais cette opinion ſe trouve fauſſe, lorſqu'on admet le principe d'une raiſon ſuffiſante.

Il faut donc qu'il y ait quelque choſe dans la Matiere d'où cette différence interne tire ſon origine ; mais elle n'en peut point avoir d'autre que la force interne ou tendante au mouvement qui eſt dans toute la Matiere, & qui ſe diverſifiant à l'infini, met une différence réelle entre toutes les parties de la Matiere, enſorte qu'il eſt impoſſible de mettre l'une à la place de l'autre, parce qu'il n'y en a pas deux qui ayent la même force & le même mouvement, & par conſequent la même forme ; car toute forme ſuppoſe du mouvement, & par conſéquent de la force.

il faut ajouter à l'étenduë la force active & paſſive, pour avoir une idée juſte de l'eſſence du Corps.

La

La force eſt donc auſſi néceſſaire à l'eſſence du Corps que l'étendue ; car on ne ſçauroit admettre aucune portion de Matiere ſans mouvement, puiſqu'une portion de Matiere quelconque, quelque petite qu'elle fût, ſeroit compoſée de parties ſimilaires, ſi toutes ſes parties étoient dans un parfait repos. Mais c'eſt ce qui ne peut être par le principe de la raiſon ſuffiſante, (§. 12.)

§. 140. La premiere choſe que nous comprenons des Corps, c'eſt que ce ſont des Etres compoſés de pluſieurs parties. Ainſi, les propriétés d'un Etre compoſé leur doivent convenir; or il ne peut arriver de changemens dans le compoſé qu'à l'égard de ſa figure, de ſa grandeur, de la ſituation de ſes parties & du lieu du tout : & par conſéquent tous les changemens des Corps ſe doivent réduire à ceux-là. Mais comme aucun de ces changemens ne ſe peut faire ſans le mouvement, tout changement doit être cauſé par le mouvement de la Matiere, ou de ce qui eſt étendu. Ainſi, tous les Corps, toutes les portions de Matiere ſont des Machines ; car nous appellons *Machine* un compoſé dontles changemens ſe font en vertu de ſa compoſition & par le moyen du mouvement.

Il n'y a point de Matiere ſans force.

§. 141. L'étenduë qui réſulte de la compoſition n'eſt donc pas la ſeule proprieté qui convient au Corps, il y faut ajouter encore le pouvoir

voir d'agir : ainſi la force qui eſt le principe de l'action ſe trouve répandue dans toute la Matiere, & il ne ſçauroit y avoir de Matiere ſans force motrice, ni de force motrice ſans Matiere, comme quelques Anciens l'avoient fort bien reconnu.

ni de force ſans Matiere.

§. 142. La raiſon nous montre & l'experience nous confirme une autre proprieté des Corps, c'eſt celle de réſiſter, ou la force paſſive ; car en raiſonnant d'après la force active qui eſt dans les Corps, on ne voit pas ſur quoi elle agiroit, ſi les Corps n'étoient pas réſiſtans, puiſqu'il n'y auroit point alors de raiſon ſuffiſante de leur action.

D'un autre côté, nous éprouvons tous les jours que lorſque nous voulons mettre en mouvement un Corps qui nous paroît en repos, nous ne pouvons y parvenir ſans un effort qui ſurmonte la réſiſtence de ce Corps lourd & pareſſeux, qui ne ſe met en mouvement que par une action continuée. Ce Corps a donc une force par laquelle il réſiſte au mouvement qu'on veut lui imprimer.

La force paſſive étoit néceſſaire pour que le mouvement s'exécutât avec raiſon ſuffiſante.

Cette force réſiſtante a été exprimée par Képler d'une maniere fort ſignificative par les mots de *vis inertiæ*, force d'*inertie*. Sans cette force, aucune des loix du mouvement ne pourroit ſubſiſter, & tous les mouvemens ſe feroient ſans raiſon ſuffiſante : car dès qu'on admettroit que la Matiere fût ſans réſiſtance, ou force d'inertie,

tie, il n'y auroit plus de proportion entre la cauſe & l'effet ; & l'on ne pourroit point juger de ce qu'un Corps a une telle quantité de mouvement & une telle maſſe, qu'il a fallu une telle force pour le lui communiquer. Car le plus grand Corps & le plus petit pourroient être mûs par la même force avec la même facilité & la même vîteſſe, s'ils étoient l'un & l'autre ſans inertie : la moindre force ſuffiroit pour donner le plus grand mouvement à cette étendue légere, & pour ainſi dire, vuide, & pour l'arrêter, quand elle eſt dans le plus grand mouvement, il ne faudroit qu'un effort infiniment petit.

Il n'y auroit aucune vérité déterminée dans les changemens qui arrivent dans les Corps, ſi la Matiere étoit ſans inertie, puiſque ces changemens pourroient être indifféremment tels qu'ils ſont, ou tous autres, ſans qu'on en pût donner aucune raiſon, ce qui eſt entierement contraire au principe de la raiſon ſuffiſante, ſelon lequel les effets doivent être proportionnés aux cauſes. Mais cette proportion entre la cauſe & l'effet ſe trouve toujours dans l'action des Corps les uns ſur les autres, dès qu'on admet de la réſiſtance dans l'étendue : car alors une double étendue oppoſant une double réſiſtance, il faut une double force pour lui imprimer le même mouvement ; & l'on peut dire en général que les forces ſont comme les maſſes, quand les vîteſſes ſont égales.

Ainſi,

Ainſi, ſi l'on veut que le mouvement ſe faſſe avec raiſon ſuffiſante, c'eſt-à-dire, qu'il ſoit poſſible, il faut admettre dans les Corps cette force réſiſtante, ou force paſſive, ſans quoi on ne pourroit jamais déterminer quelle force ſeroit néceſſaire pour faire un effet donné.

§. 143. L'étenduë combinée avec la force d'inertie eſt ce qu'on appelle *Matiere*: car ordinairement on conſidere la Matiere comme une maſſe lourde & ſans action; & l'on appelle l'étenduë Matiere, en tant qu'on la regarde comme quelque choſe de paſſif.

L'étendue jointe à la force d'inertie, eſt ce qu'on appelle *Matiere*.

§ 144. Mais l'idée de la Matiere conçue de cette façon n'eſt encore qu'incomplette; car aucun des changemens dont la Matiere eſt ſuſceptible, ne pourroit arriver ou devenir actuel par l'étendue & la force d'inertie. Il faut donc y joindre la force motrice, laquelle contient la raiſon ſuffiſante de l'actualité des changemens dans les Corps; & l'on a vû que cette force motrice eſt inſéparable de la Matiere, parce que le principe de la raiſon ſuffiſante n'admet point de Matiere ſimilaire dans l'Univers.

Mais c'eſt improprement, car il faut ajouter la force motrice, qui eſt la raiſon ſuffiſante de l'actualité du mouvement.

§. 145. Tous les changemens qui arrivent dans les Corps peuvent s'expliquer par ces trois principes, *l'étendue*, *la force réſiſtante*, & *la force active*; car en tant qu'étendu, le Corps a une grandeur, une figure, & une ſituation: ainſi,

Tout ce qui arrive dans les Corps peut ſe déduire de l'étendue, & de la force active & paſſive.

l'on peut comprendre par la proprieté d'étendue quels changemens ſont poſſibles dans les Corps, puiſqu'on peut comprendre par là quels changemens & quelles limites ils peuvent recevoir dans leur figure & leur ſituation. Or tous ces changemens peuvent devenir actuels par la force motrice qui eſt le principe du mouvement; la force motrice peut donc faire comprendre comment les changemens, qui étoient poſſibles dans le Corps en vertu de ſon étendue, deviennent actuels. Mais aucun de ces changemens n'étant plus néceſſaire qu'un autre, puiſque le Corps par ſon étendue & ſa force eſt également ſuſceptible de les ſubir tous, il faut une raiſon pourquoi tels changemens arrivent, tandis que d'autres qui étoient auſſi poſſibles par l'étendue & par la force motrice, n'arrivent point; & cette raiſon ſe trouve dans la force d'inertie ou force réſiſtante. Ainſi, l'on peut comprendre par l'étendue, la force motrice & la force d'inertie, pourquoi de certains changemens ſont poſſibles dans les Corps, comment ils deviennent actuels, & pourquoi les uns ont lieu plutôt que d'autres, & dans un tems plutôt que dans un autre; & l'on peut dire par conſequent que ces trois principes ſuffiſent, & que c'eſt en eux que conſiſte la nature du Corps.

Et c'eſt dans ces trois principes que conſiſte leur eſſence.

§. 146. On voit par là que les Philoſophes qui veulent que l'on n'admette en Philoſophie que

que des principes méchaniques, & qui prétendent que tous les effets naturels doivent être explicables méchaniquement, ont raiſon ; car la poſſibilité d'un effet ſe doit prouver par la figure, la grandeur, & la ſituation du compoſé, & ſon actualité, par le mouvement. Et quiconque raiſonne ainſi, procede dans ſes raiſonnemens, comme la nature des choſes l'exige.

§. 147. Ces trois principes, ſçavoir, *l'étendue*, *la force paſſive*, & *la force motrice*, ne dépendent point l'un de l'autre ; car ce ſont les eſſentielles du Corps, & on a vû que les eſſentielles ne ſe déterminent point mutuellement, mais qu'elles peuvent ſeulement ſubſiſter enſemble ſans ſe détruire. Ainſi, la force active & la force paſſive ne découlent point de l'étendue, & ces deux forces ne ſont point une ſuite l'une de l'autre, ni l'origine de la proprieté qu'on nomme étendue.

Ces trois principes ne dépendent point l'un de l'autre.

Il eſt aiſé de voir que la force active ne réſulte ni de l'étendue, ni de la force d'inertie ; car ni la figure, ni la grandeur, ni la combinaiſon des parties ne ſçauroient produire une tendance au mouvement, une force, ou un certain degré de vîteſſe, comme les Cartéſiens l'avoient très-bien compris. La force d'inertie ne peut être non plus la cauſe de la force active à laquelle elle réſiſte : ainſi, l'on eſt obligé d'admettre la force active dans les Corps comme un principe fort différent de l'étendue & de la ré-

ſiſtance, & qui n'en découle nullement : or comme on peut dire la même choſe de la force d'inertie & de l'étendue, les trois propriétés ne dépendent point l'une de l'autre.

§. 148. La force active ne dépendant ni de l'étendue ni de l'inertie de la matiére, on doit ſe la repréſenter comme un Etre à part qui dure & qui ſubſiſte par lui-même, & qui donne l'Etre & la perfection à la matiére, qui ſans elle ſeroit un cahos & une maſſe ſimilaire, qui ne pourroit éxiſter.

Pourquoi la force active doit nous paroître une ſubſtance.

La force active doit paroître une ſubſtance, parce qu'elle a des Modes, la vîteſſe, par exemple, en eſt un ; car la force active conſiſte dans une tendance continuelle de changer de lieu, & c'eſt par cette tendance que le mobile devient capable de parcourir un certain Eſpace en un certain tems. Or cette capacité d'employer un certain tems à parcourir un certain Eſpace, c'eſt ce qu'on appelle vîteſſe ; la vîteſſe, eſt donc attachée à la force active, comme à ſon ſujet : mais cette vîteſſe peut changer ; or, il n'y a que les Modes qui puiſſent changer dans un ſujet ; donc la vîteſſe eſt un Mode de la force active, & la modification de la force conſiſte dans la variation de la vîteſſe.

On appelle l'état interne d'un Etre, les déterminations de ſes changemens internes, c'eſt-à-dire, des changemens qui peuvent arriver dans lui-même, comme, par exemple, l'état

l'état interne de ma Montre dépend de la disposition des rouës les unes à l'égard des autres; mais son état externe est déterminé par les relations qu'elle obtient avec d'autres Etres, comme d'être posée sur la table, sur la cheminée, &c. Ainsi, la force motrice étant susceptible de toutes sortes de degrés de vîtesse, son état interne est déterminé par la vîtesse, & cet état est plûtôt tel dans un tems quelconque que tout autrement, parce qu'une vîtesse donnée le détermine. D'où il suit que la vîtesse est une limitation de la force motrice. On peut dire de même que l'état externe de la force motrice dépend de la direction de la vîtesse; car la direction n'ajoute rien de nouveau à la vîtesse & à la force, elle ne produit d'autre effet que de faire obtenir au mobile des relations différentes aux Corps coéxistans : donc l'état externe de la force motrice dépend de la détermination de la direction.

La vîtesse & la direction sont des Modes de la force motrice.

§. 149. On regarde ordinairement la force motrice comme resultant de la matiére modifiée par la vîtesse, mais cette notion de la force motrice est absolument fausse; car la possibilité des Modes dans un sujet doit venir ou des objets antérieurs, ou des Modes antécedens de ce sujet (§. 44.) Or, si la vîtesse étoit un Mode de la matiére, & qu'elle résultât des Corps extérieurs, il faudroit en trouver la raison dans ces Corps extérieurs, qui sont eux-même de la

La vîtesse ne peut être un Mode de la matiere.

matiére : ainſi, la même queſtion reviendroit. Cette raiſon ne peut être non plus dans les Modes antécedens de l'étenduë ; car l'étenduë par elle-même, jointe à la force d'inertie, & ſans la force motrice, n'a point de Modes actuels, elle en a ſeulement de poſſibles que la force rend actuels. Donc ſi on admettoit que la vîteſſe fût un Mode de la matiére, ce ſeroit reconnoître dans un ſujet des Modes auſquels il eſt inhabile, & qu'il ne ſauroit recevoir.

De plus, tous les Modes ſont les limites de leur ſujet ; (§. 43.) or la vîteſſe ne peut point être la limite de la matiére, parce qu'en limitant l'étenduë & la force d'inertie, il n'en peut reſulter que de la figure & du repos : la vîteſſe ne peut donc être un Mode de la matiére.

D'ailleurs, dans la notion de la matiére & de l'inertie, qui ne renferme que pluſieurs choſes éxiſtantes l'une hors de l'autre, unies en un & capables de reſiſter, on ne trouve point la raiſon ſuffiſante de l'actualité de la vîteſſe ; il faut donc la chercher ailleurs, & on l'a trouvera dans la force : la force motrice doit donc être conçûe comme une ſubſtance, puiſqu'elle peut recevoir des modifications par la vîteſſe, & qu'elle dure ; car nous ne pouvons douter que la force motrice ne dure, & il eſt aiſé même de prouver que la quantité en demeure toujours la même dans l'Univers. Car puiſque la matiére ne périt point, & qu'elle ne ſauroit être ſans force, il

il eſt néceſſaire que la quantité de la force demeure la même ; puiſque la quantité de matiére à laquelle elle eſt inſéparablement attachée, ne diminuë point, la force motrice doit donc nous paroître un ſujet durable & modifiable, c'eſt-à-dire, une ſubſtance différente de la matiére, & qui reçoit des limites par la vîteſſe comme l'étendue en reçoit par la figure.

§. 150. L'Etendue eſt une des propriétés eſſentielles de la matiére. Il eſt certain que la matiére dure, puiſque l'expérience nous montre que l'étendue ſubſiſte dans la diſſolution des compoſés ; l'eſprit doit donc concevoir la matiére comme un ſujet durable : mais comme la matiére peut avec la même étendue recevoir diverſes figures, on doit auſſi la concevoir comme un ſujet modifiable. Or, puiſque tout ſujet qui dure & qui peut recevoir des Modes, eſt une ſubſtance, on doit concevoir la matiére, c'eſt-à-dire, l'étendue jointe à la force d'inertie, comme une ſubſtance, quoiqu'elle tire ſa ſubſtantialité des Etres ſimples, comme vous l'avez vû. (§. 134.)

Il n'y a de véritables ſubſtances que les Etres ſimples.

§. 151. Il paroît d'abord bien étrange de compoſer les Corps de deux ſubſtances comme l'étendue & la force active, & d'admettre une eſpece d'action d'une ſubſtance immatérielle, telle que la force active, ſur la matiére ; mais comme d'un côté les Phénomenes mon-

trent la ſubſtantialité de la force active, de même que celle de la matiére, & que de l'autre, il y a des difficultés inſurmontables, qui s'y oppoſent, on en doit conclure que ni la matiére, ni la force active ne ſont de véritables ſubſtances, mais qu'il faut remonter plus haut, & chercher leur ſource dans quelque choſe d'antérieur, d'où l'on puiſſe montrer pourquoi la force active & la matiére doivent paroître des ſubſtances & des ſubſtances différentes, & cette recherche nous conduira aux Elemens qui ſont la force commune de l'une & de l'autre.

L'Etenduë ni la force ne ſont point de véritables ſubſtances.

§. 152. La matiére & la force active, qui nous paroiſſent des ſubſtances, n'en ſont pas réellement; de même que l'on a vû (§. 134.), que l'étendue n'eſt pas une ſubſtance, mais un aggregat, un compoſé de ſubſtances: il en eſt de même de la force active, & de la force paſſive; ce ne ſont que des Phénomenes qui reſultent de la confuſion, qui régne dans nos organes, & dans nos perceptions.

Ce ſont des Phénomenes qui réſultent de la confuſion des réalités.

§. 153. Les couleurs & toutes les qualités ſenſibles peuvent éclaircir ce que j'entens par cette confuſion, d'où naiſſent les Phénomenes que nos ſens apperçoivent; ce dégré de confuſion & d'imperfection de nos organes nous eſt néceſſaire, pour voir les objets tels que nous les appercevons; un Etre plus parfait que nous, auroit de toutes autres idées, & verroit les choſes

tout

tout autrement que nous ; & pour qu'il pût voir les mêmes objets que nous, & recevoir les mêmes impreſſions, il faudroit qu'il ſe dépoüillât de la faculté d'appercevoir diſtinctement ; car la diſtinction des parties, & les Phénomenes qui réſultent de leur confuſion, & qui naiſſent de l'enſemble ſont incompatibles : voilà pourquoi une ſtatue qui eſt faite pour être placée ſur une grande élevation nous paroît hideuſe & groſſiére, quand nous la voyons de près, & hors du point de vûe, pour lequel elle eſt deſtinée, parce que l'on ſe fait alors une idée diſtincte de tous les traits, deſquels le tout qui fait le viſage, doit reſulter ; & cela, parce que ces traits ſont trop grands, pour qu'on les puiſſe confondre, paſſé une certaine diſtance, au point où il faut qu'ils le ſoient pour faire une image agréable.

C'eſt par la même raiſon que les Chœurs de l'Opera ne font point le même plaiſir à ceux qui ſont dans les couliſſes, qu'à ceux qui ſont dans les Loges ; car lorſqu'on eſt très-près des Voix qui ſont les Chœurs, on les diſtingue chacune en particulier, & l'on en perd l'enſemble qui en fait la beauté.

Exemple de cette confuſion pris des couleurs.

La façon dont les Peintres font leurs couleurs & ſurtout celle dont le blanc eſt compoſé, nous fournit encore un exemple palpable de cette vérité : car du bleu & du jaune mêlés enſemble nous donnent du vert ; mais ce Phénomene qui n'étoit qu'une apparence, diſparoît,

quand nous nous ſervons d'un Microſcope, qui nous fait voir diſtinctement ce que nous voyons confuſement : car le Phénomene du vert n'éxiſtoit que par cette confuſion, & il n'avoit de réel que des particules bleues & jaunes miſes auprès les unes des autres : de même la couleur blanche n'eſt qu'un Phénomene qui naît de la confuſion, qui ſe fait ſur notre retine, de toutes les couleurs primitives ; le priſme fait diſparoître ce Phénomene. Ainſi, un Etre dont les yeux ſeroient des priſmes naturels, n'auroit pas plus d'idée du blanc qu'un ſourd n'a l'idée du ſon. On voit qu'à meſure que notre vûe ſeroit plus diſtincte, les Phénomenes que nous prenons pour des réalités, diſparoîtroient ; & on ſent aiſément que cette diſtinction aſcendante, & cette confuſion decroiſſante pourroient avoir des dégrés preſqu'infinis, ſi nos organes en étoient ſuſceptibles, & que tous les Phénomenes qui tombent ſous nos ſens, & que nous prenons pour des réalités, faute de diſtinguer ce qui les produit, diſparoîtroient l'un après l'autre ; & dans le ſiſtême de M. de Leibnits cette gradation nous meneroit juſques aux Etres ſimples ou aux Monades, qui ſont ſelon lui, l'origine de tout ce que nous voyons, & les ſeules ſubſtances réelles qui éxiſtent.

§. 154. Il eſt donc certain qu'il n'y a rien dans la Nature, comme les couleurs & les objets qui reſultent de leurs aſſemblages, ni comme les

ſaveurs

ſaveurs, les ſons, & toutes les qualités ſenſibles, & que toutes les choſes n'éxiſtent qu'autant qu'il éxiſte des Etres, qui, en confondant les réalités qu'ils ne ſauroient diſcerner, font naître chez eux ces images, qui ne ſont que des Phénomenes; car on entend par Phénomene, *des images ou apparences, qui naiſſent par la confuſion de pluſieurs réalités*: & il importe infiniment de diſtinguer l'image, qui naît en nous de la confuſion d'une infinité de choſes que nous ne diſtinguons point, de la réalité de ces choſes; car cela eſt ſouvent fort différent, & c'eſt en ſe rendant attentif à cette diſtinction, que l'on peut pénétrer juſqu'à l'origine des Phénomenes.

Comment les Phénomenes de l'étenduë, de la force active & de la force paſſive peuvent réſulter de la confuſion des Etres ſimples.

§. 155. C'eſt par ce moyen que nous pouvons parvenir à découvrir, comment les Phénomenes de l'étenduë, de la force motrice & de la force d'inertie, reſultent de la confuſion des Etres ſimples. On a vû déja comment le Phénomene de l'étenduë en reſulte: la force active, & la force paſſive ſont dans le même cas; car chaque Etre ſimple étant continuellement en action, & cette action ayant une relation, une harmonie avec les actions de tous les Etres ſimples, toutes ces actions qui conſpirent enſemble, doivent paroître aux ſens une ſeule & unique action. Ainſi, il eſt impoſſible que nous puiſſions nous repréſenter diſtinctement la force motrice: on la concevroit diſtinctement, ſi on pouvoir

pouvoit ſe repréſenter de quelle façon la force réſide dans un Etre ſimple, pour engendrer enfin, dans le compoſé que tous ces Etres forment par leur aggregat, cette force motrice; dont les effets tombent ſous nos ſens: or comme nous ne pouvons point diſtinguer ces choſes les unes des autres, nous appercevons dans la force une infinité de choſes à la fois, que nous ne diſtinguons point, & que par cette raiſon nous confondons en une ſeule, & nous ne nous repréſentons que ce qui reſulte de cette confuſion, qui eſt une image infiniment différente des réalités qui y entrent. Ainſi, on voit que la force motrice, telle que nous nous la figurons & qu'elle tombe ſous nos ſens, n'eſt qu'un Phénomene, qui ne naît dans nous, que parce que nous voyons de très-loin les réalités qui la conſtituent, c'eſt une apparence comme l'étendue.

§. 156. La force paſſive ou la force d'inertie eſt auſſi un Phénomene, parce que nous ne voyons point diſtinctement le principe paſſif qui ſe trouve dans chaque Element, ni la façon dont par la multiplication & la confuſion de toutes leurs réſiſtances relatives & conſpirantes, la force d'inertie peut reſulter dans les compoſés.

Les trois propriétés qui ſont l'eſſence du Corps, ſont donc des Phénomenes; mais on peut dire que ce ſont des *Phénomenes ſubſtantiés*, comme les appelle M. *Wolf*, c'eſt-à-dire, des

des Phénomenes qui nous paroiſſent des ſubſtances, mais qui n'en ſont cependant pas ; car il n'y a de véritables ſubſtances que les Etres ſimples ; or comme on a vû dans le Chapitre précedent que les Elemens doivent contenir l'origine de tout ce qui ſe trouve dans les Corps qui en ſont compoſés, puiſqu'il ſe trouve de l'action & de la réſiſtance dans les Corps, on en doit conclure que les Etres ſimples ont un principe actif, par lequel on peut comprendre pourquoi les compoſés agiſſent, & un principe paſſif, d'où les paſſions ou la faculté de patir des compoſés, reſulte.

§. 157. L'étendue & la force paroiſſent donc des ſubſtances très-différentes, quoiqu'elles reconnoiſſent une même origine, qui eſt les Etres ſimples ; car l'étendue de la matiére provient de l'agregat des Etres ſimples, & la force motrice & reſiſtante ſe manifeſte, en tant que ces Elemens agrégés poſſedent en eux un principe actif & reſiſtant. Or comme nous pouvons fort bien par abſtraction mentale concevoir l'agregat, ſans faire attention à ce qui eſt dans chaque agrégé, de même nous pouvons concevoir ce qui eſt dans chaque Element, ſans faire attention à leur agrégation. Ainſi, les deux idées de l'étendue & de la force, doivent nous paroître très différentes, & indépendantes l'une de l'autre, quoique l'une & l'autre n'ayent de ſubſtantiel que ce qu'elles tirent des Elemens ; car

cette

cette ſubſtantialité entre dans l'une & dans l'autre de ces notions d'une maniére très-différente.

De la force primitive, & de la force dérivative.

§. 158. Il y a deux ſortes de force motrice; M. *de Leibnits* appelle la force qui ſe trouve dans tous les Corps, & dont la raiſon eſt dans les Elemens, *force primitive*, & celle qui tombe ſous nos ſens, & qui naît dans le choq des Corps, du conflict de toutes les forces primitives des Elemens, *force derivative*; cette derniére force découle de la premiere, & n'eſt qu'un Phénomene, comme je vous l'ai expliqué plus haut (§. 155.).

§. 159. La force primitive étant le réſultat des déterminations internes des Elemens, on ne peut l'expliquer diſtinctement, ſans connoître les déterminations; mais comme on n'eſt pas encore allé aſſez loin dans cette matiére, pour connoître ces déterminations internes des Elemens; nous devons nous contenter pour le préſent de ſçavoir que cette force éxiſte; or c'eſt cette force primitive, que l'on regarde comme un ſujet durable & modifiable (§. 152.), en faiſant abſtraction des modifications actuelles, qu'elle reçoit par la viteſſe & la direction.

§. 160. La force primitive étant indifférente à toutes ſortes de viteſſes & de directions, on ne peut s'en ſervir pour rendre raiſon, pourquoi dans

dans un cas donné, un corps a une vîteſſe quelconque, & pourquoi il ſe meut dans une certaine direction, puiſqu'il pourroit ſe mouvoir en toute autre direction, & avec une toute autre vîteſſe. Ainſi, pour rendre raiſon des Phénomenes particuliers, on ne peut ſe ſervir de la force primitive; car il ne faut jamais alléguer des raiſons éloignées, lorſque l'on en demande d'immédiates & de prochaines, puiſque ce ſeroit retourner aux formes ſubſtantielles de l'Ecole: mais par les raiſons générales, on ne peut expliquer que les Phénomenes en général, & il faut en venir à des raiſons immédiates, lorſqu'il s'agit des Phénomenes particuliers. C'eſt donc par la force dérivative qui naît du choq des Corps, qu'on peut rendre raiſon des Phénomenes qui naiſſent du mouvement, par l'action des Corps les uns ſur les autres, & par laquelle la force primitive eſt modifiée, & limitée, lorſqu'elle reçoit une certaine vîteſſe & une certaine direction: or comme le Corps ne peut point ſe donner par lui-même cette vîteſſe & cette direction, il faut qu'il la reçoive par le choq des Corps environnans, & par-là la force dérivative devient explicable diſtinctement, parce que l'on peut expliquer par les loix du mouvement pourquoi un Corps ayant été choqué, il ſe meut avec une vîteſſe plûtôt qu'avec toute autre, c'eſt-à-dire, pourquoi la force primitive a été modifiée de cette maniére dans un cas donné.

C'eſt par la force dérivative qu'on peut rendre raiſon de ce qui arrive dans le choq des Corps.

§. 161.

Ce qu'on doit entendre par *Nature*.

§. 161. Les Philoſophes ont eu de grandes diſputes ſur ce qu'on appelle *Nature*. Pluſieurs ont voulu bannir ce mot de la Philoſophie, parce que, diſoient-ils, on en fait une idole que l'on met à côté de Dieu pour expliquer les Phénomenes; mais comme on a vû que les Corps ont une puiſſance d'agir & de pâtir, & qu'ils ont auſſi une force active & paſſive, puiſqu'ils agiſſent, & qu'ils pâtiſſent en effet, on peut appeller, avec les Anciens, cette puiſſance d'agir & de pâtir jointe à la force active & paſſive, *Nature*, & l'on ne doit point ſe revolter contre ce mot ni contre l'uſage que l'on en fait, lorſque l'on dit que *par la Nature des Corps*, tous les changemens qui leur arrivent, deviennent explicables : car par la puiſſance active, on voit pourquoi une action peut arriver, & par la force, pourquoi elle devient actuelle, & tous les changemens des Corps doivent être explicables par ces deux principes.

Fauſſe idée de quelques Philoſophes ſur la *Nature*.

Quand on parle de la Nature en général, on entend un principe interne des changemens qui arrivent dans le monde : ainſi, ce n'eſt point un petit Dieu diſtinct du monde, qui a ſoin de gouverner cette machine, ce n'eſt que la force motrice jointe aux autres propriétés, qui compoſent avec elle l'eſſence des Corps; cette force motrice eſt le ſeul principe de mouvement dans l'Univers, & c'eſt par elle que l'on peut comprendre pourquoi les changemens poſſibles deviennent actuels. Ainſi, c'étoit un véritable fantôme

tôme que cette *Nature*, que M. *Boyle* a voulu détruire dans ſon Livre *ſur la Nature*, lorſqu'il rejette ce qu'on appelle *Nature*, parce qu'il lui paroît abſurde de compoſer le monde de deux ſubſtances qui ſe pénetrent, la matiére, & la nature. Ainſi, quand on dit qu'un effet eſt naturel, lorſqu'il peut s'expliquer par l'eſſence de l'Etre & par ſa nature, cela veut dire par ſa conſtruction, & par ſon mouvement.

Comment on doit rendre raiſon des Phénomenes.

§. 162. Nous ne pouvons guerre nous flatter de découvrir autre choſe par nos recherches que des qualités Phyſiques, des figures, des mouvemens, &c. par où nous pouvons atteindre à la raiſon la plus proche de quelques effets; car il faut tâcher, autant qu'il eſt poſſible, d'expliquer les Phénomenes méchaniquement, c'eſt-à-dire, par la matiére, & le mouvement; & quand la poſſibilité de cette explication ſurpaſſe nos forces, nous devons avouer notre ignorance, & nous bien ſouvenir que la volonté du Créateur étant la ſource de l'actualité, mais non de la poſſibilité des choſes, nous n'avançons pas plus en recourant à cette volonté pour expliquer les Phénomenes, que, ſi en voulant rendre raiſon du mouvement regulier de l'éguille d'une Montre, nous diſions que c'eſt parce que l'Ouvrier l'a voulu ainſi; car outre la volonté de l'Ouvrier, qui l'a porté à arranger enſemble d'une certaine maniére des pignons & des roues, il falloit encore que cette combinaiſon pût produire

duire une Montre, c'eſt-à-dire, qu'une Montre fût poſſible : ainſi, dans ce grand automate de l'Univers, l'état préſent eſt né du paſſé, & fera naître le ſuivant ; & tous les changemens méchaniques découlent de l'arrangement des parties, & des régles du mouvement, & ce qui ne découle pas de ces principes, n'éxiſte point.

§. 163. Quand on dit qu'il faut tâcher de rendre raiſon de tous les effets naturels par la matiére & le mouvement, cela ne veut pas dire que l'on ſoit obligé de trouver cette raiſon pour tous les Phénomenes, ni de remonter juſqu'à la raiſon premiere des choſes ; la foible portée de notre eſprit & l'état préſent des Sciences ne le permettent pas : mais on peut s'arrêter à des qualités Phyſiques, & ſe ſervir d'un Phénomene ou de pluſieurs, dont on ne connoît point encore les raiſons méchaniques, (quoiqu'ils en ayent) pour rendre raiſon d'un autre Phénomene, qui en dépend. Ainſi, on ſe ſert de l'élaſtilité de l'air, de la fluidité de l'eau, de la chaleur du feu, qui ſont des qualités Phyſiques, dont on n'a pas encore trouvé l'explication méchanique (quoiqu'il y en ait une) pour rendre raiſon d'autres propriétés, qui ſe rencontrent dans la nature, & qui naiſſent du mélange de quelques-unes de celles-là, comme l'aſcenſion de l'eau dans une pompe, que l'on explique par l'élaſtilité de l'air ſans être obligé

obligé de faire voir la raiſon de cette élaſticité; car c'eſt une nouvelle queſtion, & quand même cette nouvelle queſtion ne pourroit être réſolue, cela n'empêcheroit qu'on ne pût expliquer l'aſcenſion de l'eau par cette élaſticité: de même, quand on rend raiſon des effets d'une Montre, on employe les principes méchaniques, quand il n'eſt queſtion que de l'arrangement & de la configuration des parties; mais quand on paſſe plus avant, à l'élaſticité du reſſort, & à la matiére qui compoſe ces parties, en tant que fuſible, malleable, &c. on arrive à des qualités Phyſiques, qui dépendent à leur tour d'autres principes méchaniques, que l'on n'apperçoit pas à la vérité toujours, & que l'on ſuppoſe comme donnés dans l'explication dont il s'agit: & quand même on connoîtroit ces principes, on ne devroit pas les expliquer alors, parce que leur explication entraîneroit dans d'autres queſtions, qui ne ſont pas celle qu'on traite.

Précaution néceſſaire pour admettre l'attraction Newtonienne.

§. 164. C'eſt ainſi qu'on peut, & qu'on doit ſe ſervir de l'attraction comme d'une qualité Phyſique, dont la cauſe méchanique eſt inconnue, pour rendre raiſon d'autres Phénomenes qui en réſultent. Ainſi, on peut aſſûrer, par exemple, que le Soleil attire les Planetes & d'autres matiéres qui les environnent, puiſque les Phénomenes le démontrent, pourvû qu'on ne faſſe pas de cette attraction une propriété in-

hérente de la matiére, & qu'on ne détourne pas les Philoſophes d'en chercher la cauſe méchanique ; car ceux qui ne veulent point admettre dans la Philoſophie des miracles perpetuels, doivent rendre raiſon des effets, par l'eſſence des choſes & par le mouvement, & tout ce qui n'eſt point explicable par ces principes, n'eſt point du reſſort de la Philoſophie, qui ne doit s'occuper que des effets naturels, qu'on doit concevoir diſtinctement, & expliquer intelligiblement.

CHAPITRE



CHAPITRE IX.

De la diviſibilité & ſubtilité de la Matiére.

§. 165.

L'EXTENSION peut-être conçûe en longueur, largeur, & profondeur; ainſi, la Ligne A B. eſt étendue en longueur, la ſurface A B D E. eſt étendue en longueur & en largeur, & le cube A B C D E F G H. eſt étendu en longueur, largeur, & profondeur: ce ſont là les trois dimenſions de l'étendue. Planche 2. Fig. 6. & 8.

§. 166. Tout Corps a ces trois dimenſions,

à parler avec exactitude, il n'y a que des solides dans la Nature ; mais notre esprit ayant le pouvoir de faire des abstractions, nous pouvons considérer la longueur sans songer à la largeur, ni à la profondeur ; nous pouvons considérer de même la longueur & la largeur seulement, sans songer à la profondeur ; & c'est sur ces abstractions de notre [illegible] que la Géometrie est fondée : les superficies [illegible] & les points ne sont donc point [illegible] dans la matière, pui[illegible]

§. 167. Cependant, on peut imaginer, pour aider l'imagination, & pour se former une idée distincte des trois dimensions de l'étendue, deux points A & B. distans l'un de l'autre, & supposer que le point A. allant trouver le point B. laisse, dans chaque partie de l'intervalle qui les sépare, une production de lui-même, il formera la ligne AB. que l'on suppose étendue en longueur seulement.

Fig. 6. Comment nous pouvons nous former l'idée de la longueur, de la largeur, & de la profondeur.

Fig. 7. On peut supposer ensuite que la ligne AB. coulant le long de la ligne AD. laisse une production d'elle-même dans tout le chemin, qu'elle parcourt pour arriver du point A. au point D. il s'en formera la surface ABDE. que l'on suppose étendue en longueur & en largeur.

Fig. 10. & 9. Enfin, si la surface ABCDE. coule le long de la surface CDEF. il s'en formera le Cube ABCDEFGH. lequel a les trois dimensions de

de la Nature, puiſqu'il eſt étendu en longueur, largeur, & profondeur.

De la diviſibilité de l'étenduë.

§. 168. La plûpart des Philoſophes ayant confondu les abſtractions de notre eſprit avec le Corps Phyſique, ont voulu démontrer la diviſibilité de la Matiére à l'infini, par les raiſonnemens des Géometres ſur la diviſibilité des lignes qu'on pouſſe juſqu'à l'infini; ce qui a donné lieu à ce labyrinthe fameux de la diviſibilité du continu, qui a tant embarraſſé les Philoſophes: mais ils ſe ſeroient épargné toutes les difficultés que cette diviſibilité entraîne, s'ils avoient pris ſoin de ne jamais appliquer les raiſonnemens que l'on fait ſur la diviſibilité du Corps Géometrique, aux Corps naturels & Phyſiques.

Il faut diſtinguer avec ſoin l'étenduë géométrique, & l'étenduë phiſique.

§. 169. Le Corps Géometrique n'eſt que la ſimple étendue, il n'a point de parties déterminées, & actuelles, il ne contient que des parties ſimplement poſſibles, qu'on peut augmenter tant qu'on veut à l'infini; car la notion de l'étendue ne renferme que des parties coéxiſtantes & unies, & le nombre de ces parties eſt abſolument indéterminé, & n'entre point dans la notion de l'étendue. Ainſi, on peut, ſans nuire à l'étendue, déterminer ce nombre comme on veut, c'eſt-à-dire, que l'on peut établir qu'une étendue renferme dix mille, ou un million, ou dix millions, ou, &c. de parties,

ſelon que l'on voudra accepter une partie quelconque pour *un* : ainſi, une ligne renfermera deux parties, ſi on prend ſa moitié pour *une*, & elle en aura ou dix, ou mille, ſi on prend ſa dixiéme ou ſa milliéme partie pour l'unité : ainſi, cette unité eſt abſolument indéterminée, & dépend de la volonté de celui qui conſidére cette étendue.

Toute étenduë géométrique eſt diviſible à l'infini.

§. 170. Chaque étendue abſtraite & géometrique peut donc être exprimée par un nombre quelconque, mais il en eſt tout autrement dans la Nature; tout ce qui éxiſte actuellement, doit être déterminé en toute maniére, & il n'eſt point en notre pouvoir de le déterminer autrement. Une Montre, par exemple, a ſes parties, mais ce ne ſont point des parties ſimplement déterminables par l'imagination, ce ſont des parties réelles, actuellement éxiſtantes, & il n'eſt point libre de dire, *cette Montre a dix, cent, ou un million de parties*; car en tant que Montre, elle en a un nombre, qui conſtitue ſon eſſence, & elle n'en peut avoir ni plus ni moins, tant qu'elle reſtera Montre : il en eſt de même de tous les Corps naturels, ce ſont tous des machines qui ont leurs parties déterminées & diſſemblables, qu'il n'eſt point permis d'exprimer par un nombre quelconque.

Mais il n'en eſt pas de même de l'étenduë Phiſique, qui eſt à la fin compoſée d'Etres ſimples.

Origine des Sophiſ-

§. 171. C'eſt en confondant l'étendue Géometrique, & l'étendue Phyſique, & en ſuppoſant

ſant que l'étendue Phyſique eſt toujours compoſée à l'infini de parties étendues, que les Anciens avoient formé ces argumens ſi faux, & ſi ſpecieux contre la poſſibilité du mouvement.

mes des Anciens contre le mouvement.

Le plus fameux de tous les Sophiſmes étoit celui que Zenon avoit appellé l'*Achille*, pour marquer ſa force invincible, il ſuppoſoit Achille courant après une Tortue, & allant dix fois plus vîte qu'elle, il donnoit une lieue d'avance à la Tortue, & il raiſonnoit ainſi : tandis qu'Achille parcourt la lieue que la Tortue a d'avance ſur lui, celle-ci parcourra un dixiéme de lieue; pendant qu'il parcourra le dixiéme, la Tortue parcourra la centiéme partie d'une lieue; ainſi, de dixiéme en dixiéme, la Tortue devancera toujours Achille, qui ne l'atteindra jamais.

De l'Achille de Zenon.

Premierement, quand il ſeroit vrai qu'Achille n'attrapât jamais la Tortue, il ne s'enſuivroit pas pour cela que le mouvement fût impoſſible; car Achille & la Tortue ſe meuvent réellement, puiſqu'Achille approche toujours de la Tortue, qui eſt ſuppoſée le devancer toujours, quoiqu'infiniment peu.

Mais, ſecondement, cet ingénieux Sophiſme étant fondé ſur la diviſibilité de l'étendue à l'infini, le principe de la raiſon ſuffiſante le renverſe facilement; car on a vû qu'il eſt prouvé par ce principe, que l'étendue Phyſique eſt à la fin compoſée d'Etres ſimples, & que par

conſéquent ſes diviſions, même poſſibles, ont des bornes poſitives & réelles.

On a écrit des Traités entiers pour réſoudre le Sophiſme de Zenon, peut-être ſuffiſoit-il pour le refuter de marcher en ſa préſence comme fit Diogene ; mais outre cette réponſe de fait, on vient de voir qu'il étoit aiſé d'en faire une de droit.

Grégoire de Saint Vincent fut le premier qui en démontra la fauſſeté, & qui aſſigna le point précis, auquel Achille devoit atteindre la Tortue, & ce point ſe trouve par le moyen des progreſſions Géometriques infinies, au bout d'une lieue & d'un neuviéme de lieue : car la ſomme de toute progreſſion Géometrique infinie, eſt finie ; & cela, parce qu'Etre infini, ou s'étendre à l'infini, ſont deux choſes très-différentes. Car un tout fini quelconque, un pied, par exemple, eſt un compoſé de fini, & d'infini : ce pied eſt fini, en tant qu'il ne contient qu'un certain nombre d'Etres ſimples, mais je puis le ſuppoſer diviſé en une infinité, ou plûtôt en une quantité non-finie de parties, en conſidérant ce pied comme une étendue abſtraite. Ainſi, ſi j'ai pris d'abord dans mon eſprit la moitié de ce pied, & que je prenne enſuite la moitié de ce qui reſte, ou un quart de pied, puis la moitié de ce quart ou un huitiéme de pied, je procederai ainſi mentalement à l'infini, en prenant toujours de nouvelles moitiés decroiſſantes, qui toutes enſemble ne feront jamais

Différence entre la diviſibilité, & l'extenſibilité à l'infini.

jamais que ce pied, lequel devient alors un corps Géometrique, parce que de toutes ſes propriétés je n'ai retenu dans mon eſprit que celle d'étendue, ſur laquelle ma diviſion idéale s'eſt operée. Ainſi, la diviſibilité de l'étendue à l'infini eſt en même tems une vérité Géometrique, & une erreur phiſique : ainſi, tous les raiſonnemens ſur la diviſibilité de la Matiére tirés de la nature des Aſymptotes de l'incommenſurabilité de la diagonale du quarré, des ſuites infinies & d'autres conſidérations Géometriques, ſont abſolument inapplicables aux Corps naturels, de même que les Théoremes de M. Keill, par leſquels il prétend prouver qu'avec un grain de ſable on pourroit remplir l'Univers entier ; car on ne doit admettre dans la Phiſique, que des parties actuelles, dont l'éxiſtence peut être démontrée par l'expérience, ou par des raiſonnemens inconteſtables.

Il eſt vraiſemblable qu'il y a dans l'Univers des parties étenduës, que la Nature ne ſeroit plus en d'autres

§. 172. On a vû ci-deſſus que les atômes ou parties inſecables de la Matiére ſont inadmiſſibles, quand on les regarde comme des Matiéres ſimples ; irréſolubles & primitives, parce qu'on ne peut point donner alors de raiſon ſuffiſante de leur éxiſtence ; mais lorſqu'on reconnoît qu'ils tirent leur origine des Etres ſimples, on peut fort bien les admettre : car il eſt très-poſſible, & les expériences rendent très-vraiſemblable qu'il y a dans l'Univers un certain nombre déterminé de parties de Matiére, que

que la Nature ne réfout jamais dans leur principe, qui reſtent indiviſées dans la conſtitution préſente de cet Univers, & que tous les Corps qui le compoſent, reſultent de la compoſition & de la mixtion de ces particules ſolides; enſorte qu'on peut les regarder comme des Elemens doués de figures, & de différences internes, qui reſultent de leurs parties.

Que la Nature s'arrête dans l'analyſe de la Matiére à un certain degré fixe & déterminé, c'eſt ce qui eſt aſſez probable, par l'uniformité qui régne dans ſes Ouvrages, & par une infinité d'expérience.

1°. Si la Matiére étoit reſoluble à l'infini, il ſeroit impoſſible que les mêmes germes & les mêmes ſémences produiſiſſent conſtamment les mêmes animaux, & les mêmes plantes, que les plantes & les animaux acquiſſent leur croiſſance toujours exactement dans le même eſpace de tems, qu'ils conſervaſſent toujours les mêmes propriétés, & qu'ils fuſſent tels à préſent qu'ils étoient autrefois: car ſi le ſuc qui les nourrit, étoit tantôt plus ſubtil, & tantôt plus groſſier, il ſeroit impoſſible qu'ils ne fuſſent pas ſujets à des variations perpétuelles, puiſque, lorſque les parties de ce ſuc ſeroient plus ſubtiles, il faudroit plus de tems pour l'accroiſſement du même corps, que lorſque ce ſuc auroit plus de conſiſtance; & ce corps par conſéquent, ſeroit plus ou moins ſolide, & acquerroit ſa croiſſance en plus ou moins de tems, ſelon que les

parties

parties du ſuc qui le nourrit, ſeroient plus groſſieres ou plus ſubtiles : ainſi, la forme & la façon d'être dans les compoſés, ſeroient ſujettes à mille changemens, & les eſpéces des choſes ſeroient à tout moment brouillées.

Or il n'y a aucun de ces dérangemens dans l'Univers; les plantes, les animaux, les foſſiles, tout enfin produit conſtamment ſon ſemblable avec les attributs, qui conſtituent ſon eſſence : la Matiére n'eſt donc pas actuellement réſolue à l'infini.

2°. Si les parties de la Matiére ſe réſolvoient à l'infini, non-ſeulement les eſpéces ſe mêleroient, mais il s'en formeroit tous les jours de nouvelles; or il ne ſe forme aucune nouvelle eſpéce dans la Nature, les Monſtres même ne perpétuent point la leur, la main du Créateur a marqué les bornes de chaque Etre, & ces bornes ne ſont jamais franchies : cependant, ſi la Matiére ſe diviſoit à l'infini, elles le ſeroient à tout moment, l'ordre qui régne dans l'Univers, & la conſervation de cet ordre paroiſſent donc prouver qu'il y a des parties ſolides dans la Matiére.

3°. Les diſſolutions des Corps ont des bornes fixes auſſi-bien que leur accroiſſement; ainſi le feu du miroir ardent, le plus puiſſant diſſolvant que nous connoiſſions, fond l'or, le pulvériſe, & le vitrifie; mais ſes effets ne vont point au-delà : cependant, ſi la Matiére étoit reſoluble à l'infini, le feu devroit tout détruire,

&

& l'on ne pourroit dire, ni pourquoi les liquides n'acquerrent jamais qu'un certain dégré de chaleur déterminé, ni pourquoi l'action du feu ſur les Corps a des bornes ſi préciſes, ſi la ſolidité & l'irreſolubilité actuelle n'étoient pas attachées aux parties de la Matiére, quand elles paſſent une certaine petiteſſe, & n'oppoſoient pas par leur ſolidité une barriére inſurmontable à l'action de ce puiſſant agent.

4°. Cette irreſolubilité des premiers Corps devient indiſpenſablement néceſſaire, ſi l'on adopte le ſiſtême des germes, que les nouvelles découvertes, que l'on a faites par le moyen des Microſcopes, ſemblent démontrer ; tout le Monde connoît celles de M. Hartſoeker, & il devient tous les jours plus vraiſemblable, que la Nature n'agit que par développement: or ſi chaque grain de bled contient le germe de tous les bleds qu'il doit produire, il faut néceſſairement que les diviſions actuelles de la Matiére ayent des bornes, quoique ces bornes ſoient inaſſignables pour nous.

Il eſt donc bien vraiſemblable qu'il y a des particules de Matiére d'une certaine petiteſſe déterminée, que la Nature ne diviſe plus.

La cohéſion vient des mouvemens conſpirans.

§. 173. Si l'on demande la raiſon ſuffiſante de cette irreſolubilité actuelle des petits corps de la Matiére, il ſera aiſé de la trouver dans les mouvemens conſpirans de leurs parties, puiſque les mouvemens conſpirans, ſont la cauſe de la cohéſion, ſelon M. Leibnits. §. 174.

De l'extrême subtilité de la Matiére.

§. 174. Quoique les divisions actuelles que la Matiére peut subir, ayent des bornes réelles, les expériences nous découvrent une subtilité dans les parties des Corps naturels, qui étonne l'imagination, & qu'on ne sauroit assez admirer. M. Volf a observé dans l'espace d'un grain de poussiére cinq cens œufs, dont il est éclos des animaux semblables à des poissons, & dans lesquels on remarque une infinité de parties, comme dans les plus grands animaux de la mer.

Le même Auteur fait voir que l'espace d'un grain d'orge peut contenir vingt-sept millions d'animaux vivans, qui ont chacun vingt ou vingt-quatre pieds, & que le moindre grain de sable peut servir de demeure à deux cens quatre-vingt-quatorze millions d'animaux organisés, qui propaguent leur espéce, & qui ont des nerfs, des veines, & des fluides qui les remplissent, & qui sont sans doute au corps de ces animaux, dans la même proportion que les fluides de notre corps sont à sa masse.

L'ouvrage des Tireurs & Batteurs d'or fournit de belles preuves de la subtilité des parties de la Matiére. M. Boyle rapporte qu'un seul grain d'or battu en feuille, remplit l'espace de cinquante pouces quarrés, mesure géometrique; mais si on divise le côté d'un pouce en deux cens parties, ou la ligne en vingt, ce qui fait encore des parties visibles à l'œil, & sans Microscope; chaque pouce quarré aura quarante mille

parties d'or qu'on pourra encore diſtinguer ſans Microſcope, & par conſéquent toute la feuille aura deux millions de parties viſibles à l'œil ſeulement: & ſi l'on ajoute à cela, qu'une telle feuille eſt encore diviſible dans ſon épaiſſeur en ſix feuilles au moins, comme on le peut conclure par les Obſervations de M. de Reaumur, qui a obſervé que l'épaiſſeur d'une feuille d'or eſt environ la $\frac{1}{30000}$ partie d'une ligne, & l'épaiſſeur de l'or à celle des fils d'argent la $\frac{1}{175000}$ partie d'une ligne, l'argent eſt par conſéquent environ ſix fois moins épais qu'une feuille d'or: ainſi, cette feuille d'or réduite à l'épaiſſeur d'une feuille d'argent, ſeroit diviſée en ſix, d'où il ſenſuit que chaque grain d'or renferme environ douze millions de parties diſcernables à la ſimple vûe. Or, comme ces parties ne ſont que de l'or, & reſtent encore de l'or, quand on les regarde par des Microſcopes, qui augmentent un objet juſqu'à vingt ou trente mille fois, & qui par conſéquent montrent encore trente mille parties dans chacune de ces douze millions de parties, que l'œil ſeul diſtinguoit dans ce grain d'or, on peut concevoir juſqu'à quel point de fineſſe la nature ſubdiviſe la Matiére. Car l'or eſt une mixtion d'autres Matiéres plus fines, qui ne ſont point de l'or, & il renferme une infinité de pores remplis d'une autre Matiére que la Matiére propre: or puiſqu'après cette énorme diviſion, on ne diſtingue encore ni les parties conſtituantes de l'or, ni la Matiére qui paſſe

à travers ſes pores, on peut encore moins eſpérer de voir jamais les figures & les mouvemens de ces parties des mixtes, qui doivent contenir la raiſon immédiate des qualités que nous remarquons dans l'or, leſquelles parties ſont encore compoſées elles-mêmes des Etres ſimples.

§. 175. Ces conſidérations nous montrent que la ſubtilité des parties de la Matiére eſt inexprimable, & qu'il n'y a perſonne, qui puiſſe jamais déterminer le nombre des parties, dont un grain de ſable eſt compoſé, puiſque ce nombre paſſe notre imagination, & tout ce que nous pouvons nous figurer; & comme la raiſon nous montre que cette diviſion n'a point de bornes, & que la Matiére ne ceſſe point d'être diviſible tant qu'elle eſt Matiére, on peut dire que par rapport à nous la Matiére eſt non-ſeulement diviſible, mais diviſée à l'infini, quoique réellement ſes diviſions ayent des bornes; car ces bornes ſont ſi reculées, qu'elles s'étendent juſqu'à l'infini pour nous, car l'infini pour nous eſt une quantité qu'aucun nombre ne peut exprimer.

§. 176. Il eſt donc évident qu'il y a dans la nature une infinité de Matiéres diverſement figurées, & differemment miës, leſquelles échapent à nos ſens & à nos obſervations par leur petiteſſe, & qui cependant produiſent les Phé-

nomenes

nomenes que nous obſervons ; & les raiſons premieres des qualités Phiſiques ſe trouvant toutes dans ces Matiéres diverſement figurées qu'il nous eſt impoſſible de diſtinguer, nous devons en conclure qu'il peut ſe paſſer une infinité de choſes dans le moindre eſpace comme dans le monde entier: mais l'attention humaine ne pourra jamais les appercevoir, & c'eſt beaucoup pour notre entendement d'avoir pû ſeulement en connoître la poſſibilité. Ainſi, c'eſt perdre notre tems que de vouloir eſſayer de deviner ces myſtéres imperceptibles, & nous devons nous borner à obſerver ſoigneuſement les qualités qui tombent ſous nos ſens, & les Phénomenes qui en reſultent, & dont nous pouvons faire uſage pour rendre raiſon d'autres Phénomenes qui en dépendent.

Les Corps contiennent deux ſortes de matiéres, l'une qui agit & péſe avec eux, l'autre qui n'agit, ni ne péſe.

§. 177. Tous les Corps contiennent deux ſortes de Matiéres, la Matiére propre, & la Matiére étrangére: la Matiére propre peut être ou conſtante, ou variable; la Matiére conſtante eſt celle ſans laquelle le Corps ne peut point ſubſiſter, la Matiére variable eſt celle qui s'arrête quelquefois dans les pores les plus larges, comme l'air & l'eau, par exemple, qui augmentent le poid des Corps, en s'introduiſant & s'arrêtant entre leurs parties. Toute la Matiére propre d'un Corps repoſe, ſe meut, péſe, & agit avec lui; mais la Matiére étrangére ne ſe meut point avec le Corps, mais elle paſſe librement

brement à travers ſes pores, comme l'eau à travers d'une caiſſe percée de pluſieurs trous.

§. 178. La réalité de l'éxiſtence de ces deux Matiéres ſe démontre aiſément par l'expérience ; car l'expérience nous apprend que les Corps ont différentes denſités & des poids différens, l'eau, par exemple, péſe plus que l'air, & l'or eſt plus denſe que le bois, & péſe davantage.

Or toutes les Matiéres juſqu'à l'or même, la plus denſe de toutes, ayant des pores qui ne ſont point remplis de la même matiére, que leur matiére propre, & n'y ayant point de vuide abſolu dans l'Univers, il eſt néceſſaire que ces pores ſoient remplis d'une matiére étrangére, qui ne péſe point avec ces Corps, & qui ne choque point avec eux, lorſqu'ils en rencontrent d'autres dans leur chemin, mais qui remplit tous leurs interſtices, & qui ſe meut à travers avec autant de liberté que l'air, à travers un crible, & l'eau, à travers un filet.

§. 179. C'eſt encore ce qui peut ſe prouver par la cohéſion ; car puiſque le principe de la raiſon ſuffiſante bannit le vuide d'entre les parties des Corps, & montre qu'il ne ſauroit y avoir deux parties de matiére indiſcernable l'une de l'autre dans l'Univers, il ne peut y avoir de figure ni de diverſité dans la Nature que par le mouvement ; car ſi toutes les parties de

la matiére repoſoient les unes auprès des autres, il eſt évident qu'il n'en reſulteroit qu'une parfaite continuité ſimilaire ſans aucune figure : il eſt donc néceſſaire, non-ſeulement que toute la matiére ſe meuve, mais que ſon mouvement ſoit varié à l'infini dans ſa vîteſſe & dans ſa direction, pour qu'il puiſſe en reſulter les différentes qualités, & toutes les différences internes des parties de la matiére : or, lorſque pluſieurs parties de la matiére paroiſſent être ſans force & dans un repos parfait, il faut que le mouvement de ces parties tende vers les directions oppoſées avec la même force, & qu'elles s'arrêtent par conſéquent dans la même place, ce qui fait la cohéſion ; car on ſait que deux Corps fortement preſſés l'un contre l'autre, ne peuvent être ſéparés que difficilement, & ſemblent ne faire qu'un ſeul Corps. Le mouvement conſpirant eſt donc l'origine de la cohéſion, ſelon le ſentiment de M. de Leibnits & de ſes Diſciples : or nous avons vû que le dégré de vîteſſe dont un Corps eſt mû, & la direction de ſon mouvement ne ſont déterminés que par le mouvement de quelques-autres Corps qui en contiennent la raiſon ſuffiſante. (§. 149). Ainſi, afin que des parties ſe meuvent dans des directions oppoſées avec des vîteſſes égales, & qu'elles coherent par ce moyen, il eſt néceſſaire que le mouvement d'une matiére externe, qui ne cohere point avec ces parties, détermine leur direction & leur vîteſſe ; il

il y a donc des matiéres très-fines & très-rapidement mues qui ſe dérobent à nos ſens, & qui produiſent pluſieurs des effets que nous remarquons ; de ce genre, ſont vraiſemblablement la matiére magnetique, la matiére électrique, celle du feu, de la cohéſion, de l'élaſticité, de la péſanteur, & ſans doute une infinité d'autres qui ſe modifient differemment, & qui concourent en diverſes maniéres pour produire les qualités ſenſibles des Corps.

Précaution contre les déciſions précipitées.

§. 180. Ces réflexions doivent précautionner contre la précipitation de quelques Philoſophes, qui, lorſqu'ils voyent des Phénomenes que les fluides que l'on ſuppoſe, n'ont pû expliquer juſqu'à préſent, tranchent le nœud qu'ils devoient délier, & décident qu'aucun fluide tel qu'il puiſſe être, ne peut produire les effets que nous obſervons ; car pour former une telle déciſion, il faudroit connoître toutes les façons dont la matiére peut-être mue, & tout ce qui peut reſulter de tous ſes mouvemens divers ; mais c'eſt de quoi nous ſommes encore bien éloignés.

§. 181. Les ſeules expériences de l'électricité montrent aſſez quels effets ſinguliers la nature peut produire par le mouvement des matiéres ſubtiles, quoique la façon dont elles les emploie pour produire les effets ſoit inexplicable pour nous ; car ces matiéres ſe font appercevoir ſenſiblement dans les expériences de l'é-

lectricité, cependant celui qui entreprendroit d'expliquer méchaniquement par le moyen du mouvement & d'un fluide très-subtile tous les Phénomenes de l'électricité, entreprendroit un problême infiniment plus difficile que celui de la cauſe qui fait mouvoir les Planetes : car dans le mouvement des Planetes, il régne une grande régularité, & une grande uniformité, mais les Phénomenes de l'électricité ſont diverſifiés preſqu'à l'infini ; cependant, oſeroit-on conclure qu'il eſt impoſſible que les Phénomenes de l'électricité ſoient exécutés par des fluides, parce qu'on n'a pas encore découvert la maniére dont ces Phénomenes s'éxecutent ? Non ſans doute, nous ne devons point nous décourager, parce que juſqu'à préſent on n'a pû parvénir à deviner tous les ſecrets de la Nature : les premiers reſſorts éluderont peut-être à jamais nos recherches par leur fineſſe & leur multiplicité ; mais en cherchant à les deviner, on ne laiſſe pas de faire ſur la route bien des découvertes qui nous en approchent.

Exemples tirées de l'électricité qui montrent que tout ce qui s'opére par la matiére, & le mouvement, n'eſt pas toujours explicable d'une façon intelligible par ces principes.

§. 182. Ainſi, quelque difficile que ſoit l'application des principes méchaniques aux effets Phiſiques, il ne faut jamais abandonner cette maniére de Philoſopher qui eſt la ſeule bonne, parce qu'elle eſt la ſeule dans laquelle on puiſſe rendre raiſon des Phénomenes d'une façon intelligible ; on ne doit pas ſans doute en abuſer, & pour expliquer méchaniquement les effets naturels

Précaution à prendre dans l'explication méchanique des Phénomenes.

naturels, créer des mouvemens & des matiéres à ſon gré, (qui ordinairement même dans l'explication, ne produiſent point l'effet qu'on s'en étoit promis,) & cela, ſans ſe mettre en peine de démontrer l'éxiſtence de ces matiéres & de ces mouvemens. Mais il ne faut pas non plus borner la nature au nombre de fluides, dont nous croyons avoir beſoin pour l'explication des Phénomenes; comme ont fait pluſieurs Philoſophes, & en particulier M. Hartſoëker qui avoit choiſi, pour rendre raiſon des Phénomenes, deux eſpéces d'Elemens, l'un parfaitement fluide, l'autre abſolument dur, & qui croyoit le monde compoſé de ces deux eſpéces de matiéres qu'il ſuppoſoit inaltérables; mais M. de Leibnits lui fit voir que ces deux matiéres ou élemens, n'étoient qu'une fiction, contraire au principe de la raiſon ſuffiſante: car ce principe eſt la Pierre de touche qui diſtingue la vérité de l'erreur. Ceux qui connoiſſent la diverſité qui régne dans la nature, & le méchaniſme admirable qui y eſt employé, ne fixent point ainſi par une hypothéſe téméraire le nombre & les qualités des reſſorts qu'elle employe, mais ils n'admettent que ceux dont l'expérience ou des raiſonnemens inébranlables démontrent l'éxiſtence.

§. 183. La petiteſſe des parties indiviſées de la Matiére ſurpaſſe ſi fort tout ce que nos ſens peuvent découvrir, qu'il n'y a aucune eſpérance que nous en puiſſions jamais connoître les qua-

lités, les mouvemens, & les figures; ce qui nous fait voir combien nous sommes loin des Etres simples, dont ces parties solides sont formées.

§. 184. Ainsi, on se tromperoit si on croyoit pouvoir rendre raison des Phénomenes, qui tombent sous nos sens par la simple figure & la grandeur des parties sensibles, puisque nous ne savons point combien de mêlanges des parties primitives & irrésolubles de la Matiére, ont été nécessaires, avant que les parties qui tombent sous nos sens en ayent résulté; car tant que la Matiére d'un Corps est composée d'autres Matiéres mêlangées ensemble, il faut déterminer la différence des parties de ce Corps par les Matiéres qui les composent, & par la proportion dans laquelle elles sont mêlées: ainsi, si quelqu'un vouloit expliquer les effets de la poudre à canon, par exemple, il faudroit qu'il commençât par déterminer de combien de sortes de Matiéres elle est composée, & la proportion de leur mixtion, avant que de passer à la figure de ses parties; car les Matiéres mêlangées, & leur proportion, doivent préceder les causes méchaniques, c'est-à-dire, la détermination de la figure & de la grandeur des parties, dont il n'est permis de parler que lorsqu'on est arrivé aux Matiéres primitives: ces qualités Phisiques, qui sont l'effet des causes méchaniques, doivent nécessairement les préce-

der

re dans l'explication des Phénomenes.

§. 185. Mais comme il nous reſte peu d'eſpérance de découvrir les Matiéres plus ſimples par les mixtions deſquelles les Corps ſenſibles réſultent, un Phyſicien qui ne veut pas perdre ſon tems, doit ſe contenter de découvrir les raiſons les plus prochaines, que l'induſtrie humaine peut appercevoir, & n'admettre de Matiéres & de Mouvemens, que ceux dont l'éxiſtence peut être démontrée.



CHAPITRE X.

De la Figure, & de la Porosité de Corps.

§. 186.

Toute étendue finie a une figure.

LA Figure est un attribut nécessaire du Corps ; car on entend par Corps une étendue qui a des bornes : or toute étendue terminée a nécessairement une Figure.

§. 187. On a vû dans le Chapitre précédent que tous les Corps que nous voyons, sont vraisemblablement composés par l'adunation & la mixtion des parties premieres de la Matiére, c'est-à-dire, des parties que la nature ne résout plus en d'autres, & qui sont indivisées dans l'or-

dre

dre des choſes qui exiſtent; or les premieres parties de la Matiere ont néceſſairement une Figure, mais nous n'avons pas d'organes pour la diſtinguer; nous ſçavons ſeulement que leurs formes ſont diverſes, puiſque le principe de la raiſon ſuffiſante ne ſouffre point de Matiere ſimilaire dans l'Univers.

Nous ne ſavons point quelle eſt la forme des parties indiviſées de la matiére.

§. 188. Pour avoir une idée de la façon dont les différens Corps qui tombent ſous nos ſens peuvent réſulter de l'aſſemblage des parties inſécables de la Matiere. Suppoſons, par exemple, que 3. 4. ou un nombre quelconque de ces parties ſolides ſoient unies enſemble, & qu'elles compoſent une maſſe quelconque; les particules ainſi compoſées pourront être appellées, *particules du premier ordre*: que pluſieurs maſſe de ce premier ordre s'uniſſent enſemble, elles compoſeront pluſieurs groſſes particules, leſquelles pourront être appellées *du ſecond ordre*. Ces particules du ſecond ordre en s'uniſſant entr'elles, compoſeront encore une eſpéce de particules plus groſſes que celles des deux ordres précedens, leſquelles ſeront *les particules du troiſiéme ordre*. On ſent qu'on peut pouſſer preſqu'à l'infini cette progreſſion de particules differentes les unes des autres, & que les particules d'un ſeul ordre ſont elles-mêmes ſuſceptibles d'une quantité innombrable de combinaiſons, ſelon la façon dont elles s'arrangent.

Planche 3. *Fig.* 11. 12. & 13.

§. 189.

Observations qui portent à admettre différens ordres de particules dans l'Univers.

§. 189. Les Corps qui ſont compoſés des particules d'un ordre ſeulement, ſont plus homogenes que les autres, & l'on voit aiſément que ceux qui ſont compoſés des particules du premier ordre ſont les plus homogenes de tous.

Les Corps compoſés de particules de pluſieurs ordres ſont hétérogenes, & le ſont d'autant plus, qu'ils ſont compoſés d'un plus grand nombre de particules, & que les ordres de ces particules different davantage les unes des autres.

§. 190. Diverſes obſervations portent à admettre les différens ordres de particules, & à conclure que leurs combinaiſons forment les différens Corps.

1°. L'Acier trempé, quoique plus dur, eſt plus caſſant que l'acier non trempé; & cela parce que ſes grains ſont plus gros, comme le microſcope le découvre : or plus les particules ſphériques ſont groſſes, moins elles ſont cohérentes.

2°. Lorſqu'on regarde les globules du ſang avec un microſcope, on voit lorſqu'ils ſe diſſolvent, que chaque globule rouge eſt compoſé de ſix petits globules ſéreux tirant ſur le jaune, & que chacun de ces globules ſéreux eſt compoſé de ſix autres globules limphatiques; & on ne ſçait point encore juſqu'où cette progreſſion de petits globules ſe continuë dans notre ſang.

Fig. 14.

Obſervation ſinguliére ſur notre ſang.

3°. On diſtingue quelquefois à l'œil les plus groſſes

groſſes des particules qui compoſent les Corps, le microſcope en découvre de toutes les façons. On remarque, à l'aide de cet inſtrument, des varietés infinies entre les particules qui compoſent les Corps ; & les différences ſont quelquefois ſi remarquables, qu'on reconnoît les particules du même ordre, quand on les retrouve en différens compoſés.

§. 191. Comme toutes ces particules, de quelqu'ordre qu'elles ſoient, ſont compoſées des parties indiviſées du premier Corps de la Matiere, les parties qui les compoſent peuvent être ſéparées l'une de l'autre. Ainſi, les plus grandes particules peuvent ſe réſoudre en de plus petites, & celles-là dans de plus petites encore, juſqu'à ce que l'on ſoit arrivé aux parties indiviſées de la matiere. On voit aiſément par là comment le Corps le plus dur peut être réduit en poudre très-fine par l'attrition, le feu, la putréfaction, ou par l'action de quelque menſtruë : ces particules ainſi décompoſées peuvent ſe rejoindre enſuite, ſoit qu'elles éprouvent les mêmes combinaiſons, ſoit qu'elles en ſubiſſent d'autres. De là, lorſque les parties d'un animal ou d'une plante ſont différentes, elles peuvent entrer dans la compoſition de quelque plante, ou de quelque animal différent du premier.

§. 192. Nous voyons dans ce qui arrive à l'Eau, qui

qui eſt un des Corps les plus-ſimples que nous connoiſſions, combien les compoſés formés par les mêmes particules peuvent différer ſenſiblement les uns des autres; car lorſque les parties de l'Eau ſont raſſemblées dans un verre, elles compoſent une maſſe liquide aſſez peſante; élevées en vapeurs, elles ſe ſéparent l'une de l'autre, & échapent à nos ſens; enſuite elles reparoiſſent en forme de nuages, puis elles retombent en roſée, en neige, en glace, &c. & étant de nouveau fonduës, elles redeviennent cette maſſe liquide & peſante qui étoit dans le vaſe. On voit aiſément que ces variations ne ſont que différentes combinaiſons des parties ſolides dont l'Eau eſt formée, & qu'il eſt très-vrai-ſemblable que la génération, l'accroiſſement & la corruption des Corps ſenſibles dépendent des diviſions & des aſſemblages des parties irréſolubles de la matiere, leſquelles reſtent inaltérables à toutes ces variations, & conſervent par leur ſtabilité, les eſpéces des choſes.

§. 193. Les différens ordres de particules dont je ſuppoſe ici que les Corps ſont compoſés, ne ſont encore à la vérité que dans l'ordre des choſes que quelques expériences rendent vrai-ſemblables, & dont il faut chercher la confirmation dans d'autres expériences: mais de quelque façon que ſe faſſe le nombre innombrable de combinaiſons néceſſaires pour produire la diverſité qui regne dans la nature, on

ne

ne peut trop admirer l'artifice par lequel tant de choſes ſi diverſes réſultent de l'aſſemblage des premiers Corps.

De la poroſité des Corps.

§. 194. On ne peut mieux ſe repréſenter la façon dont les Corps en général ſont compoſés, qu'en imaginant pluſieurs cribles poſés les uns ſur les autres, il en réſultera des maſſes percées de tous côtés, & c'eſt ainſi que tous les Corps paroiſſent au microſcope. Ces nouveaux yeux que l'induſtrie humaine a ſû ſe procurer, nous ont fait voir que les parties des Corps que l'on croyoit les plus ſolides, ſont à peu près arrangées comme dans la Figure 15. & il n'y a aucun Corps qui, regardé au microſcope, ne paroiſſe contenir infiniment plus de pores que de matiere propre. *Figure 15.*

Expériences qui le prouvent.

§. 195. Mille exemples s'accordent avec celles du microſcope pour nous démontrer cette extréme poroſité des Corps.

1°. Le mercure pénetre dans l'or, dans le cuivre, dans l'argent, enfin dans tous les métaux, auſſi facilement que l'Eau pénetre dans une éponge.

2°. L'Eau pénetre dans les membranes des animaux & des végetaux, à qui elle porte les parties nutritives.

3°. L'Or même donne paſſage * à travers ſa

* Un Globe d'or creux, rempli d'eau, & fermé hermétique-

ſubſtance

ſubſtance, à l'Eau, qui n'eſt que dix-neuf fois environ moins ſolide que lui.

4°. Les Fluides ſe pénetrent l'un l'autre ; ainſi, ſi vous verſez ſur de l'huile de vitriol une certaine quantité d'eau, la mixtion commencera par s'élever, mais après que l'effervescence ſera ceſſée, & que le mélange ſera en repos, la liqueur deſcendra ; & cela, parce que l'eau s'eſt introduite dans les pores de l'huile.

5°. Les Corps les plus denſes deviennent tranſparens, quand ils ſont très-minces. Ainſi, une feuille d'or paroît tranſparente au microſcope, ou au trou d'une chambre obſcure : or cette tranſparence des Corps opaques, quand ils ſont réduits en lames très-minces, vient en partie des pores qui ſéparent leur matiére propre.

6°. Les Phénomenes de l'électricité, de l'Aimant, & de la lumiére prouvent encore invinciblement cette extrême poroſité des Corps.

7°. La fumée qui ſort du ſouffre, va percer pluſieurs linges & étoffes pour noircir l'argent ou l'or qu'on en a enveloppé, & il y a mille exemples dans la Chimie de cette pénétration des eſprits, & des odeurs, à travers les pores des Corps.

§. 196. On a vû ci-deſſus qu'il faut diſtinguer

ment, ayant été mis ſous une preſſe, l'eau qui y étoit renfermée, ſortit par les pores de l'Or, comme une pluie très-fine : M. Newton rapporte cette expérience dans ſon Traité d'Optique.

dans

dans les Corps leur matiére propre qui ſe meut & agit avec eux, d'avec la matiére qui paſſe dans leurs pores, laquelle ne participe ni à leurs actions, ni à leurs paſſions : ainſi, comme il n'y a point de vuide dans la Nature, tous les Corps de volume égal, contiennent autant de matiére abſoluë; mais cependant deux Corps de volume égal & mus avec la même vîteſſe, ne font pas le même effet, s'ils n'ont pas la même gravité ſpécifique, c'eſt-à-dire, s'ils ne contiennent pas également de matiére propre: car la matiére qui paſſe dans les pores des Corps ne péſe point avec eux, & ne participe ni à leur mouvement, ni à leur action.

En quel ſens on peut dire qu'un corps eſt plus ou moins ſolide qu'un autre.

§. 197. La ſolidité eſt cette réſiſtance que tous les Corps nous font éprouver, lorſque nous voulons les comprimer.

Le tact eſt le ſeul ſens qui nous donne l'idée de la ſolidité, ce ſens eſt répandu par tout notre Corps, & les autres ſens ne ſont eux-mêmes qu'un tact diverſifié, l'ébranlement des nerfs, quoiqu'inſenſible pour nous, étant la ſource de toutes nos ſenſations.

Nous n'avons l'idée de la ſolidité que par le tact.

Il paroît ſingulier que tous nos ſens n'étant que des modifications du tact, l'idée de la ſolidité qui en eſt l'objet propre, ne nous vienne cependant que par un ſeul ſens, & que nos yeux, ni nos oreilles ne nous donnent point cette idée.

Il eſt bien vraiſemblable que le Créateur qui

a voulu que nos yeux jugeaſſent des couleurs & des figures, & qu'ils ſerviſſent à nous conduire, & que nos oreilles jugeaſſent des ſons, & nous ſerviſſent à la communication de nos penſées avec nos ſemblables, nous a caché l'ébranlement de la retine & du timpan, pour éviter la confuſion que tant d'ébranlemens diffens auroient mis dans nos ſenſations.

Un Eſtre privé de toute faculté tactile, & qui n'auroit de ſens que celui des oreilles, éprouveroit à la vérité une eſpéce de douleur en entendant un bruit trop aigu; mais quoique cette douleur ne ſoit cauſée que par l'ébranlement trop fort du timpan, cependant elle ne donneroit à cet Eſtre aucune idée de ce qui a cauſé cet ébranlement; car le ſentiment de la douleur ne nous donne point l'idée de ce qui la cauſe. Ainſi, quoique la ſource de nos ſenſations ſoit commune, quoique nos ſens ſemblent ſe tenir, cependant rien n'eſt plus ſéparé que leurs objets, la main ne jugera jamais des ſons, ni l'oreille des couleurs, & l'on peut leur appliquer ce beau Vers de M. Pope ſur les différens Eſtres.

For ever near, and for ever ſeparate,

Toujours près l'un de l'autre, & toujours ſéparés.

Les Corps ſont plus ou moins ſolides, ſelon qu'ils contiennent plus ou moins de matiére propre ſous un même volume.

§. 198.

§. 198. Lorſque l'on compare la ſolidité d'un Corps à celle d'un autre Corps, on ſuppoſe toujours que ces Corps ſont d'un volume égal, c'eſt-à-dire, quel'un peut-être ſubſtitué à l'autre par rapport à leur étenduë, quelque ſoit la forme de ces deux Corps. Ainſi, le Corps A. & le Corps B. par exemple, quoique de forme très-différente, ont cependant le même volume, parce que le Corps B. regagne en longueur, ce que le Corps A. a de plus que lui en largeur. *Fig. 16. & 17.*

§. 199. Quoique les Corps ſoient plus ou moins ſolides, ſelon qu'ils contiennent plus ou moins de matiére propre ſous un même volume, ils ſont tous également reſiſtans.

Lorſque l'on n'a pas encore des idées bien nettes des choſes, on pourroit être tenté de croire que les fluides ſont privés de cet attribut de la matiére par lequel elle reſiſte; mais lorſque nous voulons les traverſer, ils nous font ſentir par la réſiſtance qu'ils nous oppoſent, qu'ils poſſedent auſſi cette propriété de la matiére.

§. 200. Si on connoiſſoit quelque Corps qui n'eût que de la matiére propre, on pourroit connoître combien les Corps contiennent de matiére propre, & de matiére étrangére ſous un volume déterminé; car ſi un Corps d'un pouce cubique, par exemple, ne contenoit que de la matiére propre, & qu'il eût un poids quel-

Nous ne connoiſſons la maſſe réelle d'aucun Corps.

conque, & qu'un autre Corps auſſi d'un pouce cube ne peſât que la moitié du premier, le ſecond Corps contiendroit autant de matiére étrangére que de matiére propre.

L'or ſert ordinairement de meſure comparative de la ſolidité des Corps.

Mais comme nous ne connoiſſons point de telle portion de matiére, on a choiſi l'or, qui eſt un Corps très-denſe, & cependant très-poreux, pour ſervir de commune meſure, & l'on a ſuppoſé que ſous un volume quelconque, l'or contenoit autant de matiére étrangére que de matiére propre; ayant donc comparé la peſanteur des autres Corps à celle de l'or, & les faiſant de même volume, on a déterminé leur gravité ſpécifique comparée à celle de l'or: ainſi, un volume d'eau quelconque peſant environ 19. fois $\frac{1}{2}$ moins qu'un égal volume d'or, & ayant par conſéquent 19. fois $\frac{1}{2}$ moins de matiére propre que l'or, qui n'en a déja que la moitié, on a conclu que la quantité des pores & de la matiére étrangére de l'eau étoit à ſa matiére propre comme 39. à 1. environ.

L'or eſt donc le Corps le plus denſe que nous connoiſſions, cependant il a des pores: ainſi, il n'y a aucune portion de matiére abſolument denſe, & la raiſon eſt ſur cela d'accord avec l'expérience; car s'il y avoit quelque maſſe entierement denſe, elle compoſeroit un Corps entierement dur & ſans reſſort, quoiqu'il y ait des parties que la nature ne reſout plus en d'autres, car il ne peut point y avoir de Corps entierement denſe dans la nature, comme on l'a vû (§. 15.)

§. 201.

§. 201. Les Corps que nous croyons les plus denſes à la ſimple vûë, & qui nous paroiſſent les plus continus dans leur ſurface, paroiſſent percés d'une infinité de pores, quand on les regarde avec un Microſcope, telle eſt, par exemple, l'écorce d'arbre.

Ainſi, il n'y a de Corps denſe que par comparaiſon à des Corps plus poreux.

§. 202. Si la matiére propre du Corps ſubit quelque changement, le compoſé eſt changé & reſolu dans ſes principes: ſi les changemens n'arrivent qu'à la matiére qui paſſe dans ſes pores, ils ne ſont qu'accidentels, & ce compoſé n'eſt point détruit.

§. 203. Les particules qui compoſent un Corps, peuvent être arrangées de façon que leurs ſuperficies paroiſſent ſe toucher immédiatement dans tous leurs points, ou qu'elles ne ſe touchent que dans quelques points: ſi elles ſe touchent dans tous leurs points, le Corps eſt continu, & ſes parties ſont ſimplement poſſibles; & l'on appelle ce Corps, *un Corps denſe*; dans le cas oppoſé, ce Corps eſt *un Corps poreux*.

§. 204. Si les parties propres qui compoſent un Corps, s'approchent l'une de l'autre, enſorte que ſes pores deviennent plus petits, le volume de ce Corps diminuë, & de poreux, il devient

denſe; cet effet s'appelle *condenſation*: ſi au contraire ſes interſtices ou pores deviennent plus grands, le volume de ce Corps augmente, & de denſe, il devient poreux; & cela s'appelle, *rarefaction*: ces deux effets ſont cauſés par la quantité plus ou moins grande de la matiére, qui paſſe dans les pores de ces Corps; quand cette matiére y eſt en plus grande abondance, le Corps eſt rarefié, quand ſa quantité diminuë, le Corps eſt condenſé.

Cauſes de la rarefaction, & de la condenſation.

§. 205. Si les parties d'un Corps cedent difficilement, en ſorte que l'on ſente la réſiſtance qu'elles font, quand on veut les ſéparer, on appelle ce Corps, *un Corps dur*: mais ſi ſes parties cedent facilement, & font très-peu de réſiſtance, quand on veut les ſéparer, on appelle ce Corps, *un Corps mol*; & quand cette réſiſtance eſt encore moindre, ce Corps devient fluide.

Définition de la dureté, & de la moleſſe.

§. 206. La cohéſion des Corps venant des mouvemens conſpirans de leurs parties (§. 173.) ils ſont plus ou moins durs, ſelon que les ſurfaces de leurs parties ſont plus ou moins exactement appliquées l'une ſur l'autre, & que leurs mouvemens conſpirent plus ou moins; d'où naiſſent les différentes cohéſions, qui font que certains Corps ſont ſécables, d'autres friables, d'autres caſſans, &c.

§. 207. Si dans la ſurperficie d'un Corps, il

y a des éminences ou aſperités qui debordent les autres parties, ce Corps eſt brute; mais ſa ſurface eſt polie ou unie, lorſque l'une de ſes parties ne ſurpaſſe point l'autre.

Comment un Corps devient fluide.

§. 208. Si les particules de matiére conſtante qui compoſent un Corps, viennent à être ſéparées l'une de l'autre par un fluide qui ſe meut avec beaucoup de rapidité à travers, & qu'il n'y ait plus aucun contact entre ces parties; ce Corps devient fluide; & lorſque ces parties commencent à ſe rapprocher, enſorte que leur contact immédiat recommence, le Corps devient un Corps ſolide: le plomb ſubit ſucceſſivement ces deux états, lorſqu'on l'expoſe au feu, & qu'on le laiſſe enſuite refroidir.

Quoique les corpuſcules qui compoſent les Corps fluides, ſoient réellement ſéparés, cependant ils paroiſſent continus à l'œil, à cauſe de leur extrême ſubtilité, & de celle de la matiére qui ſe meut entre eux: ainſi, il n'eſt pas étonnant que les fluides cedent facilement aux ſolides, qui les fendent en ſéparant leurs parties.

§. 209. Les Corps deviennent mols avant de devenir fluides, car le contact de leurs parties diminuë peu à peu, avant de ceſſer entierement, & de là naît ſucceſſivement la molleſſe, & la fluidité.

Cette ſéparation des parties qui compoſent les Corps, ſe fait par la matiére variable qui

rempliſſent leurs pores, laquelle ſe fraie de nouveaux chemins dans les Corps, & rompt ainſi le contact de leurs parties.

§. 210. Lorſqu'il ne peut s'introduire entre ces parties qu'une certaine quantité de cette matière, les Corps reſtent mols, & ne deviennent point fluides; mais ces Corps redeviennent durs, ſi cette matière ſe retire d'entre leurs parties, ſoit par l'action du feu, ſoit par l'evaporation de cette matière, ou par la compreſſion du Corps par laquelle on la force d'en ſortir.

Je vous dirai dans le Chapitre XVI. comment les Newtoniens expliquent par l'attraction ces mêmes Phénomenes de la cohéſion, de la dureté, de la molleſſe, & de la fluidité; car ſelon quelques-uns d'entr'eux, c'eſt dans les détails que la néceſſité d'admettre l'attraction ſe manifeſte le plus, leurs Obſervations méritent aſſûrément qu'on les étudie, & que l'on tâche de trouver une raiſon méchanique des Phénomenes qu'ils ont obſervés.

CHAPITRE



CHAPITRE XI.

Du Mouvement, & du Repos en général, & du Mouvement ſimple.

§. 211.

LE Mouvement eſt le paſſage d'un Corps du lieu qu'il occupe dans un autre lieu. Définition du Mouvement.

§. 212. On diſtingue trois ſortes de mouvemens, le mouvement abſolu, le mouvement rélatif commun, & le mouvement rélatif propre. Trois ſortes de mouvement.

§. 213. Le mouvement abſolu eſt le rapport ſucceſſif d'un Corps à différens Corps conſiderés comme immobiles, & c'eſt-là le mouvement réel, & proprement dit. Du mouvement abſolu.

Du mouvement relatif commun.

§. 214. Le mouvement relatif commun eſt celui qu'un Corps éprouve, lorſqu'étant en repos, par rapport aux Corps qui l'entourent, il acquiert cependant avec eux des relations ſucceſſives, par rapport à d'autres Corps, que l'on conſidére comme immobiles; & c'eſt le cas dans lequel le lieu abſolu des Corps change, quoique leur lieu relatif reſte le même; & c'eſt ce qui arrive à un Pilote, qui dort ſur le tillac pendant que ſon Vaiſſeau marche, ou à un poiſſon mort, que le courant de l'eau entraîne.

Du mouvement relatif propre.

§. 215. Le mouvement relatif propre eſt celui que l'on éprouve, lorſqu'étant tranſporté avec d'autres Corps d'un mouvement relatif commun, on change cependant ſa relation avec eux, comme lorſque je marche dans un Vaiſſeau qui fait voile; car je change à tout moment ma relation avec les parties de ce Vaiſſeau, qui eſt tranſporté avec moi.

Exemples des différentes ſortes de mouvemens.

§. 216. Les parties de tout mobile ſont dans un mouvement relatif commun; mais ſi elles venoient à ſe ſéparer, & qu'elles continuaſſent à ſe mouvoir comme auparavant, elles acquerroient un mouvement relatif propre.

§. 217. Si un Vaiſſeau marchoit vers l'Orient, & qu'un homme ſe promenât dans un Vaiſſeau de la poupe à la proüe, c'eſt-à-dire, de l'Orient

tient vers l'Occident avec la même vîteſſe, dont le Vaiſſeau eſt emporté, cet homme auroit, pendant qu'il parcourt la longueur de ce Vaiſſeau, un mouvement relatif propre, mais ſon mouvement abſolu ne ſeroit qu'apparent, puiſqu'en changeant à tout moment ſa ſituation, par rapport aux parties de ce Vaiſſeau, il répondroit cependant toujours aux mêmes points hors du Vaiſſeau.

Si au contraire cet homme marchoit dans ce Vaiſſeau de la poupe à la prouë, c'eſt-à-dire, dans la même direction que le Vaiſſeau qui le porte, il auroit en même tems un mouvement relatif commun avec le Vaiſſeau, & un mouvement relatif propre; car il changeroit à tout moment ſa ſituation avec les parties de ce Vaiſſeau, & avec les Corps hors du Vaiſſeau: c'eſt cette ſorte de mouvement que tous les Corps qui marchent ſur la terre éprouvent, car la terre marche ſans ceſſe.

§. 218. Si au lieu de cet homme, on imagine une pierre jettée horiſontalement dans ce Vaiſſeau, dans un ſens contraire à celui dans lequel le Vaiſſeau marche, mais avec une vîteſſe égale à celle dont il eſt emporté, cette pierre paroîtra à ceux qui ſont dans le Vaiſſeau avoir un mouvement relatif propre, dans le ſens dans lequel on l'a jettée; mais ceux qui ſont ſur le rivage la verront dans un repos abſolu, par rapport à ſa direction horiſontale, & ce repos eſt ſon état réel.

Cette

Cette pierre eſt dans un repos abſolu par rapport à ſon mouvement horiſontal, parce qu'étant tranſportée avec ce Vaiſſeau, elle avoit acquiſe dans la direction dans laquelle ce Vaiſſeau marche, une force égale à celle dont le Vaiſſeau étoit emporté ; or, comme on ſuppoſe qu'elle a été jettée en ſens contraire par une force égale à celle qui emporte le Vaiſſeau, ces deux forces égales & oppoſées ſe détruiſent mutuellement, & la pierre reſte dans un repos abſolu par rapport au mouvement horiſontal; car la main qui l'a jettée, a trouvé en elle une force réelle, & celle qu'elle lui a imprimée, a été employée toute entiere à la détruire. Il en arriveroit tout autrement, ſi cette pierre étoit jettée dans le Vaiſſeau par une main qui fût hors du Vaiſſeau; car alors la pierre auroit réellement un mouvement relatif propre de l'Orient vers l'Occident, & elle tomberoit dans la mer hors du Vaiſſeau.

§. 219. A l'égard du mouvement de cette pierre vers le centre de la Terre, il n'eſt pas arrêté; car le mouvement horiſontal qui lui a été imprimé, ni celui du Vaiſſeau n'eſt point oppoſé au mouvement que ſa gravité lui imprime vers le centre de la Terre.

Celui qui eſt dans le Vaiſſeau & qui croit que la pierre a marché d'Orient en Occident, attribuë à la pierre le mouvement qui n'appartient qu'au Vaiſſeau; & il eſt trompé par

ſes

les ſens de la même maniére que nous le ſommes, quand nous croyons que le rivage que nous quittons s'enfuit, quoique ce ſoit le Vaiſſeau qui nous porte qui s'en éloigne, car nous jugeons les objets en repos, quand leurs images occupent toujours les mêmes points ſur notre retine. Ainſi, comme nous marchons avec le Vaiſſeau, ſes parties occupent toujours la même place dans nos yeux, mais les parties du rivage, au contraire en occupant tantôt une partie, & tantôt une autre, nous les jugeons en mouvement par cette raiſon : ainſi, le mouvement vrai, & le mouvement apparent, ſont quelquesfois très-différens.

Pourquoi le rivage paroît s'enfuir, lorſqu'on s'en éloigne.

§. 220. Le Repos eſt l'éxiſtence continuë d'un Corps dans le même lieu.

Du Repos en général.

On diſtingue entre Repos relatif & Repos abſolu.

§. 221. Le Repos relatif eſt la continuation des mêmes rapports du Corps, que l'on conſidére, aux Corps qui l'entourent, quoique ces Corps ſe meuvent avec lui.

Du Repos relatif.

§. 222. Le Repos abſolu eſt la permanence du Corps dans le même lieu abſolu, c'eſt-à-dire, la continuation des mêmes rapports du Corps, que l'on conſidére, aux Corps qui l'entourent, conſidérés comme immobiles.

Du Repos abſolu.

§. 223.

§. 223. Lorſque la force active ou la cauſe du mouvement n'eſt point dans le Corps mu, ce Corps eſt en repos, & c'eſt là le repos réel, & proprement dit.

Exemples de ces deux ſortes de Repos.

§. 224. Aucun Corps ſur la terre n'eſt dans un Repos abſolu, car la terre change ſans ceſſe ſa relation aux Corps qui l'environnent.

Les Corps qui ſont attachés à la terre comme les Arbres, les Plantes, &c. ſont dans un Repos relatif; car les Corps ne changent point de relation entre eux, mais la terre à laquelle ils ſont attachés, & les Corps qui les entourent marchent ſans ceſſe, ils ſont dans un mouvement relatif commun. Ainſi, un Corps peut-être dans un Repos relatif, quoiqu'il ſe meuve d'un mouvement relatif commun.

§. 225. Mais pour éviter l'embarras que toutes ces diſtinctions mettroient dans le diſcours, on ſuppoſe ordinairement, lorſque l'on parle du mouvement & du repos, que c'eſt d'un mouvement & d'un repos abſolu; car il n'y a de mouvement réel que celui qui s'opére par une force réſidente dans le Corps qui ſe meut, & il n'y a de repos réel que la privation de cette force.

Il n'y a point dans ce ſens de repos dans la Nature, car toutes les parties de la matiére ſont toujours en mouvement, quoique les Corps

Corps qu'elles compoſent, puiſſent être en repos : ainſi, on peut dire qu'il n'y a point de repos interne.

§. 226. Il n'y a point de degrés dans le repos, comme dans le mouvement ; car un Corps peut ſe mouvoir plus ou moins vîte, mais quand il eſt une fois en repos, il n'y eſt ni plus, ni moins.

Cependant le repos & le mouvement ne ſont ſouvent que comparatifs pour nous, car les Corps que nous croyons en repos, & que nous voyons comme en repos, n'y ſont pas toujours.

§. 227. Un Corps qui eſt en repos, ne commencera jamais de lui-même à ſe mouvoir ; car puiſque toute matiére eſt douée de la force paſſive, par laquelle elle réſiſte au mouvement, elle ne peut ſe mouvoir d'elle-même; pour que le mouvement ſe faſſe avec raiſon ſuffiſante, il faut donc une cauſe qui mette ce Corps en mouvement : ainſi, tout Corps en repos reſteroit éternellement en repos, ſi quelque cauſe ne le mettoit en mouvement, comme par exemple, lorſque je retire une Planche, ſur laquelle une pierre eſt poſée, ou que quelque Corps en mouvement communique ſon mouvement à un autre Corps, comme lorſqu'une bille de Billiard pouſſe une autre bille.

§. 228. Par le même principe de la raiſon ſuffiſante, un Corps en mouvement ne ceſſeroit jamais de ſe mouvoir, ſi quelque cauſe n'arrêtoit ſon mouvement, en conſumant ſa force ; car la matiére réſiſte également au mouvement & au repos par ſon inértie.

§. 229. La force active & la force paſſive des Corps, ſe modifie dans leur choq, ſelon de certaines Loix que l'on peut réduire à trois principales.

PREMIERE LOI.

Loix générales du mouvement.

Un Corps perſevére dans l'état où il ſe trouve, ſoit de repos, ſoit de mouvement, à moins que quelque cauſe ne le tire de ſon mouvement, ou de ſon repos.

SECONDE LOI.

Le changement qui arrive dans le mouvement d'un Corps, eſt toujours proportionel à la force motrice qui agit ſur lui ; & il ne peut arriver aucun changement dans la viteſſe, & la direction du Corps en mouvement que par une force extérieure ; car ſans cela ce changement ſe feroit ſans raiſon ſuffiſante.

TROISIE'ME LOI.

La reaction eſt toujours égale à l'action ; car un

un Corps ne pourroit agir ſur un autre Corps, ſi cet autre Corps ne lui reſiſtoit: ainſi, l'action & la reaction ſont toujours égales & oppoſées.

§. 230. On conſidére pluſieurs choſes dans le mouvement.

Ce qu'il faut conſidérer dans le mouvement.

1°. La force qui imprime le mouvement au Corps.

2°. Le tems pendant lequel le Corps ſe meut.

3°. L'Eſpace que le Corps parcourt.

4°. La vîteſſe du mouvement, c'eſt-à-dire, le rapport de l'Eſpace que le Corps a parcouru, & du tems employé à le parcourir.

5°. La maſſe des Corps, ſelon laquelle ils réſiſtent à la force qui veut leur imprimer, ou leur ôter le mouvement.

6°. La quantité du mouvement.

7°. La direction du mouvement, ſoit qu'il ſoit ſimple, ſoit qu'il ſoit compoſé.

8°. L'élaſticité des Corps auſquels on imprime le mouvement.

9°. L'effet de la force des Corps en mouvement, ou la quantité d'obſtacles qu'ils peuvent déranger en conſumant leur force.

10°. Enfin, la façon dont le mouvement ſe communique.

§. 231. Il n'y a point de mouvement ſans une force qui l'imprime.

La cauſe active qui imprime le mouvement au

au Corps, ou qui le ſollicite à ſe mouvoir, s'appelle force motrice.

I. De la force motrice.

L'effet de cette force quand elle n'eſt pas détruite par une réſiſtance invincible, eſt de faire parcourir au Corps un certain Eſpace, en un certain tems, dans un Eſpace qui ne réſiſte point ſenſiblement; & dans un Eſpace qui reſiſte, ſon effet eſt de lui faire ſurmonter une partie des obſtacles qu'il rencontre.

Cette cauſe, qui tire le mobile de l'état de repos, dans lequel il étoit, & qui lui fait parcourir un certain eſpace, & ſurmonter une certaine quantité d'obſtacles, communique à ce Corps une force qu'il n'avoit pas, lorſqu'il étoit en repos, puiſque par la premiere Loi; ce Corps, de lui-même, ne ſeroit jamais ſorti de ſa place.

§. 232. Par la même Loi, lorſqu'un Corps en mouvement ceſſe de ſe mouvoir, il faut néceſſairement que quelque force égale, & oppoſée à la ſienne, ait arrêté ſon mouvement, & conſumé ſa force.

§. 233. Toute cauſe efficiente eſt égale à ſon effet pleinement exécuté: ainſi, des forces égales produiront toujours en s'épuiſant des effets égaux.

§. 234. On appelle *Obſtacle*, tout ce qui s'oppoſe au mouvement d'un Corps, & qui conſume

consume sa force en tout, ou en partie.

§. 235. Puisque par la premiére Loi du mouvement, un Corps de lui-même persevére toujours dans l'état où il se trouve; & que la force par laquelle un Corps se meut, ne peut se consumer en tout, ou en partie, qu'en surmontant des obstacles; un Corps qui seroit une fois en mouvement dans le vuide absolu, (s'il étoit possible,) continueroit à se mouvoir pendant toute l'éternité dans ce vuide, & y parcourroit à jamais des Espaces égaux en tems égaux, puisque dans le vuide aucun obstacle ne consumeroit la force de ce Corps en tout, ni en partie.

Le mouvement seroit éternel dans le vuide.

§. 236. Tout mouvement contient donc un infini en tems, puisque tout mouvement pourroit durer éternellement dans le vuide; mais tout mouvement ne contient pas un infini en vîtesse: car un Corps qui se mouvroit éternellement dans le vuide, pourroit s'y mouvoir avec une vîtesse plus ou moins grande.

§. 237. L'Espace parcouru par un Corps, est la Ligne décrite par ce Corps, pendant son mouvement.

2. De l'Espace parcouru.

Si le Corps qui se meut, étoit un point, l'Espace parcouru ne seroit qu'une Ligne mathématique; mais comme il n'y a point de Corps qui ne soit étendu, l'Espace parcouru a toujours quelque largeur. Quand on mesure

le chemin d'un Corps, on ne fait attention qu'à sa longueur.

Planche 4. *Fig.* 18.

§. 238. Si le Corps A. parcourt l'Espace C. D. il s'écoulera une portion quelconque de tems, pendant qu'il ira de C en D. quelque petit que l'Espace C D. puisse être; car le moment où ce Corps sera en C. ne sera pas celui où il sera en D. un Corps ne pouvant être en deux lieux à la fois : ainsi, tout Espace parcouru, l'est en un tems quelconque.

3. Du tems pendant lequel le Corps se meut.

§. 239. Outre l'Espace que le Corps en mouvement parcourt, la force qui le lui fait parcourir, & le tems qu'il y employe, on conçoit encore dans le mouvement une autre chose qu'on appelle *vîtesse* : on entend par ce mot, la propriété qu'a le mobile de parcourir un certain Espace, en un certain tems.

4. De la vîtesse du mobile.

Planche 4. *Fig.* 18.

On connoît la vîtesse d'un Corps par l'Espace qu'il parcourt en un tems donné : ainsi, la vîtesse est d'autant plus grande que le mobile parcoure plus d'Espace en moins de tems; & par conséquent, si un Corps A. parcourt l'Espace C. D. en deux minutes, & que le Corps B. parcourre le même Espace en une minute, la vîtesse du Corps B. sera double de celle du Corps A.

Il n'y a point de mouvement sans une vîtesse déterminée.

Il n'y a point de mouvement sans une vîtesse quelconque, car tout Espace parcouru, est parcouru dans un certain tems; mais ce tems peut être plus ou moins long à l'infini; car l'Espace

l'Eſpace C D. que je ſuppoſe être d'un pied, peut être parcouru par le Corps A. en une heure, ou dans une minute qui eſt la 60. partie d'une heure, ou dans une ſeconde qui en eſt la 3600. partie, &c. Planche 4. *Fig.* 18.

§. 240. Le mouvement, c'eſt-à-dire, ſa vîteſſe, peut être uniforme, ou non uniforme, accelerée ou retardée, également ou inégalement accelerée & retardée.

Du mouvement uniforme.

§. 241. Le mouvement uniforme eſt celui qui fait parcourir au mobile des Eſpaces égaux en tems égaux: ainſi, dans le mouvement uniforme les Eſpaces parcourus ſont comme les vîteſſes du mobile, & comme les tems de ſon mouvement.

§. 242. Dans un tems infiniment petit, on conſidére toujours le mouvement comme étant uniforme, c'eſt-à-dire, qu'à chaque inſtant infiniment petit, le mobile eſt ſuppoſé parcourir des Eſpaces égaux, ſoit que ſon mouvement dans un tems fini ſoit acceleré ou retardé, uniforme ou non uniforme.

§. 243. Il n'y a que dans un Eſpace qui ne feroit aucune réſiſtance, dans lequel un mouvement parfaitement uniforme pût s'exécuter, de même qu'il n'y a que dans un tel Eſpace, dans lequel un mouvement perpétuel fût poſſible; car dans cet Eſpace il ne ſe pourroit rien

rencontrer qui pût accelerer ou retarder le mouvement des Corps.

Preuve de l'impossibilité du mouvement perpetuel méchanique.

§. 244. L'inégalité de tous les mouvemens que nous connoissons, est une démonstration contre le mouvement perpétuel méchanique, que tant de gens ont cherché : car cette inégalité ne vient que des pertes continuelles de force que font les Corps en mouvement, par la résistance des milieux dans lesquels ils se meuvent, le frottement de leurs parties, &c. Ainsi, afin qu'un mouvement perpétuel méchanique pût s'exécuter, il faudroit trouver un Corps qui fût exemt de frottement, ou qui eût reçû du Créateur une force infinie, puisqu'il faudroit que cette force lui fît surmonter des résistances à tout moment répétées ; & que cependant elle ne s'épuisât jamais, ce qui est impossible.

Nous ne connoissons point de mouvement parfaitement égal.

§. 245. Quoi qu'à parler exactement, il n'y ait point de mouvement parfaitement uniforme, cependant lorsqu'un Corps se meut dans un Espace, qui ne résiste point sensiblement, & que ce Corps ne reçoit, ni accelération, ni retardement sensible dans son mouvement, on considére ce mouvement comme s'il étoit parfaitement uniforme.

Du mouvement non uniforme.

§. 246. Le mouvement non uniforme est celui qui reçoit quelque augmentation ou quelque

quelque diminution dans ſa vîteſſe.

§. 247. Un Corps a un mouvement acceleré, lorſque quelque nouvelle force agit ſur lui, & augmente ſa vîteſſe. Du mouvement acceleré.

§. 248. Le mouvement d'un Corps ne peut cependant être acceleré, que lorſque la nouvelle force qui agit ſur lui, agit en tout, ou en partie dans la direction dans laquelle le Corps ſe meut déja.

§. 249. Le mouvement d'un Corps eſt retardé, lorſque quelque force oppoſée à la ſienne lui ôte une partie de ſa vîteſſe. Du mouvement retardé.

§. 250. Le mouvement d'un Corps eſt également ou inégalement acceleré, ſelon que la nouvelle force qui agit ſur lui, y agit également ou inégalement en tems égal; & il eſt également ou inégalement retardé, ſelon que les pertes qu'il fait, ſont égales ou inégales en tems égaux.

§. 251. Quand le mouvement d'un Corps eſt également acceleré en tems égal, les vîteſſes de ce Corps croiſſent comme les tems de ſon mouvement.

§. 252. Il faut une plus grande quantité de force pour augmenter la vîteſſe d'un Corps Il faut plus de force pour accelerer le mouve-

ment, que pour l'imprimer. d'un degré que pour lui imprimer le premier degré de vîteſſe, lorſqu'il eſt en repos.

§. 253. Si le mouvement eſt uniforme, c'eſt-à-dire, ſi la vîteſſe du Corps demeure la même, l'Eſpace parcouru augmentera en même proportion que le tems du mouvement de ce Corps, (en faiſant abſtraction des obſtacles) de façon que ſi on multiplie la vîteſſe de ce Corps, par le tems de ſon mouvement, le produit ſera l'Eſpace parcouru : ſi l'Eſpace eſt diviſé par le tems, le produit marquera la vîteſſe, & ce même Eſpace diviſé par la vîteſſe, donnera le tems : ainſi, dans le mouvement uniforme quand on a deux de ces choſes, eſpace, tems, & vîteſſe, on aura néceſſairement la troiſiéme.

§. 254. Plus la vîteſſe d'un Corps eſt grande, plus il parcourt d'Eſpace dans un tems donné, & au contraire.

Dans le mouvement accéleré l'Eſpace parcouru eſt d'autant plus grand dans un tems donné, que la vîteſſe eſt plus augmentée ; & dans le mouvement retardé, l'Eſpace parcouru eſt d'autant moindre en un même tems, que la vîteſſe eſt plus diminuée ; car par la ſeconde Loi, les changemens qui arrivent dans le mouvement, ſont toujours proportionnels à la force qui les produit.

§. 255.

De la comparaiſon du mouvement des Corps.

§. 255. Si on compare pluſieurs Corps qui ſont dans un mouvement uniforme, & qui ont des vîteſſes égales, les Eſpaces parcourus ſeront comme les tems de leur mouvement.

Si les vîteſſes ſont inégales, & les tems égaux, les Eſpaces parcourus ſeront comme les vîteſſes. Si les vîteſſes & les tems ſont inégaux, les Eſpaces ſeront en raiſon compoſée des raiſons des vîteſſes, & des tems, ou comme les produits du tems de chacun de ces Corps mu triplié par ſa vîteſſe; & enfin, ſi les vîteſſes & les Eſpaces ſont inégaux, les tems ſeront en raiſon directe des Eſpaces, & en raiſon inverſe des vîteſſes; car il faut d'autant plus de tems à un Corps pour parcourir un Eſpace quelconque, que ce Corps a moins de vîteſſe.

Ce que l'on entend par *vîteſſe abſoluë* & *vîteſſe reſpective.*

§. 256. On diſtingue les vîteſſes, *en vîteſſes abſoluës, & vîteſſes reſpectives.*

La vîteſſe propre ou abſoluë d'un Corps, eſt le rapport de l'Eſpace qu'il parcourt, & du tems pendant lequel il ſe meut.

La vîteſſe reſpective, eſt la vîteſſe avec laquelle deux Corps s'approchent ou s'éloignent l'un de l'autre d'un certain Eſpace dans un tems déterminé, quelques ſoient leurs vîteſſes abſoluës: ainſi, la vîteſſe abſoluë eſt quelque choſe de poſitif; mais la vîteſſe reſpective n'eſt qu'une ſimple comparaiſon que l'eſprit fait de

deux Corps, ſelon qu'ils s'approchent, ou s'éloignent l'un de l'autre.

5. De la maſſe des Corps.

§. 257. Les Corps réſiſtent également au mouvement & au repos; cette réſiſtance étant une ſuite néceſſaire de leur force d'inertie, elle eſt proportionnelle à leur quantité de matiére propre, puiſque la force d'inertie appartient à chaque *minimum* de la matiére : un Corps réſiſte donc d'autant plus au mouvement qu'on veut lui imprimer, qu'il contient une plus grande quantité de matiére propre ſous un même volume, c'eſt-à-dire, d'autant plus, qu'il a plus de maſſe, toutes choſes d'ailleurs égales.

Ainſi, plus un Corps a de maſſe, moins il acquiert de vîteſſe par la même preſſion, & *vice verſâ*.

Les vîteſſes des Corps qui reçoivent des preſſions égales, ſont donc en raiſon inverſe de leur maſſe.

§. 258. Il eſt une fois plus facile d'imprimer une certaine vîteſſe à un Corps, que d'imprimer au même Corps une vîteſſe double de la premiere : ainſi, il faut une double preſſion pour imprimer au même Corps une vîteſſe double; & il faut préciſément la même preſſion pour donner à un Corps deux degrés de vîteſſe, ou pour donner un degré de vîteſſe à un autre Corps, dont la maſſe eſt double de celle du premier.

Ainſi

Ainſi, la preſſion qui fait mouvoir différens Corps avec une même vîteſſe, eſt toujours proportionnelle à la maſſe de ces Corps, toutes choſes égales d'ailleurs.

Le mouvement d'un Corps eſt d'autant plus difficile à arrêter, que ce Corps a plus de maſſe: ainſi, il faut la même force pour arrêter le mouvement d'un Corps qui ſe meut avec une vîteſſe quelconque, & pour communiquer à ce même Corps le même dégré de vîteſſe qu'on lui a fait perdre.

De l'égalité de l'action, & de la reaction.

§. 259. Cette réſiſtance que tous les Corps oppoſent, lorſqu'on veut changer leur état préſent, eſt le fondement de la troiſiéme Loi du mouvement, par laquelle la réaction eſt toujours égale à l'action.

L'établiſſement de cette Loi étoit néceſſaire, afin que les Corps puſſent agir les uns ſur les autres; & que le mouvement étant une fois produit dans l'Univers, il pût être communiqué d'un Corps à un autre avec raiſon ſuffiſante.

Il ne peut y avoir d'action ſans réſiſtance.

Dans toute action, le Corps qui agit, & celui contre lequel il agit, luttent entr'eux, & ſans cette eſpéce de lutte, il ne peut point y avoir d'action; car je demande comment une force peut agir contre ce qui ne lui oppoſe aucune réſiſtance.

Quand je tire un Corps attaché à une corde, quelqu'aiſément que je le tire, la corde eſt tenduë

tenduë également des deux côtés, ce qui marque l'égalité de la réaction, & ſi cette corde n'étoit pas tenduë, je ne pourrois tirer ce Corps.

Objection contre l'égalité de l'action, & de la reaction.

Réponſe.

Mais, dit-on, comment puis-je faire avancer ce Corps, ſi je ſuis tiré par lui avec une force égale à celle que j'employe pour le tirer? Ceux qui font cette objection, ne font pas attention que lorſque je tire ce Corps & que je le fais avancer, je n'employe pas toute ma force à vaincre la réſiſtance qu'il m'oppoſe; mais lorſque je l'ai ſurmontée, il m'en reſte encore une partie que j'employe à avancer moi-même; & ce Corps avance par la force que je lui ai communiquée, & que j'ai employée à ſurmonter ſa réſiſtance; ainſi, quoique les forces ſoient inégales, l'action & la réaction ſont toujours égales.

La raiſon de cette égalité de l'action & de la réaction, eſt qu'un Corps ne ſauroit employer un degré de force à ſurmonter la réſiſtance d'un autre Corps, ſans en perdre lui-même une quantité égale à celle qu'il y a employée; car ce Corps ne peut garder & employer ſa force en même tems: or cette force qu'il employe à ſurmonter cette réſiſtance, n'eſt pas perduë, mais le Corps qui réſiſte, l'acquiert.

Quand la maſſe de ce Corps a une certaine proportion à la maſſe du Corps qui l'a pouſſé, ce Corps avance ſenſiblement, & quand ſa maſſe ſurpaſſe à certain point celle du Corps qui

qui agit ſur lui, ce Corps avance infiniment peu; mais dans l'un & dans l'autre cas, la réaction eſt toujours égale à l'action, c'eſt-à-dire, que la diminution de la force dans le Corps qui agit, eſt toujours égale à la force qu'il a communiquée: ainſi, un Corps perd autant de ſon mouvement qu'il en communique; puiſque le mouvement d'un Corps ne peut lui être ôté que par une force égale & oppoſée, & dans ces deux choſes ſi différentes, la ceſſation du mouvement & ſa communication, la réaction eſt toujours égale à l'action.

On a vû ci-deſſus que la communication du mouvement ſe fait en raiſon des maſſes, ce qui eſt encore une preuve que l'action eſt égale à la réſiſtance; car les Corps réſiſtent en raiſon directe de leur maſſe.

§. 260. Les Corps réagiſſent par leur force d'inertie, & en réagiſſant, ils tendent à changer l'état du Corps qui les pouſſe, & auquel ils réſiſtent, & ils acquerent dans cette réaction la force que le Corps qui agit ſur eux, conſume en y agiſſant, car ces Corps réſiſtent en acquerant le mouvement: ainſi, la force que les Corps acquerent pour ſe mouvoir, ils l'acquerent en partie par leur force d'inertie, qui eſt le principe de leur réaction: de ſorte qu'à parler proprement, toute la force de la matiére, ſoit qu'elle ſoit en repos, ou en mouvement, ſoit qu'elle communique le mouvement, ſoit qu'elle

le

le reçoive, toute son action, & sa réaction, toute son impulsion, & sa résistance, n'est autre chose que cette *vis inertiæ* en différentes circonstances.

C'est l'égalité de l'action, & de la réaction, qui fait aller un Navire par des rames.

§. 261. Un Navire va par des rames, parce que les rames poussent l'eau vers le côté opposé, & l'eau réagit contre les rames, & les repousse avec le batteau auquel elles tiennent, & cela avec une force égale à celle avec laquelle les rames l'ont fenduë; ainsi, le Vaisseau va d'autant plus vîte qu'il y a plus de rames, que les rames sont plus grandes, & qu'elles sont remuées plus vîte; & plus fortement.

C'est par cet artifice qu'on se soutient dans l'eau en nageant, car les pieds & les mains servent alors de rames.

Il en est de même des oiseaux. Quand ils volent, ils font dans l'air avec leurs aîles, ce que les hommes qui nagent, font dans l'eau avec leurs pieds, & leurs mains.

De la quantité du mouvement.

§. 262. Il y a encore une chose à considérer dans le mouvement; c'est sa quantité; car la quantité du mouvement dans un instant infiniment petit, est proportionnelle à la masse & à la vîtesse du Corps mû, en sorte que le même Corps a plus de mouvement quand il se meut plus vîte; & que de deux Corps dont la vîtesse est égale, celui qui a le plus de masse, a le plus de mouvement: car le mouvement imprime.

imprimé à un Corps quelconque, peut être conçû diviſé en autant de parties que ce Corps contient de parties de matiére propre, & la force motrice appartient à chacune de ces parties qui participent également au mouvement de ce Corps, en raiſon directe de leur grandeur: ainſi, le mouvement du tout, eſt le réſultat de toutes les parties, & par conſéquent, le mouvement eſt double dans un Corps dont la maſſe eſt double de celle d'un autre, lorſque ces Corps ſe meuvent avec la même vîteſſe.

Car ſuppoſé qu'un Corps A. qui a quatre de maſſe, & un Corps B. qui en a deux, ſe mouvent avec la même vîteſſe, ce Corps A. peut être coupé en deux parties égales, ſans que ſon mouvement ſoit arrêté; & alors chacune de ſes moitiés ſera égale au Corps B. & continuëra à ſe mouvoir avec la même vîteſſe qu'avoit ce Corps A. entier, avant qu'on l'eût coupé en deux. Ce Corps double avoit donc un mouvement double.

§. 263. Il n'y a point de mouvement ſans une détermination particuliére: ainſi, tout mobile qui ſe meut, tend vers quelque point.

7. De la détermination du mouvement.

Lorſqu'un Corps qui ſe meut, n'obéit qu'à une ſeule force qui le dirige vers un ſeul point, ce Corps ſe meut d'un mouvement ſimple.

Du mouvement ſimple.

§. 264. Le mouvement compoſé, eſt celui dans lequel le mobile obéit à pluſieurs forces, qui

Du mouvement compoſé.

qui le font tendre vers pluſieurs Points à la fois.

Le mouvement ſimple eſt le ſeul que j'éxamine ici, je parlerai du mouvement compoſé dans le Chapitre ſuivant.

§. 265. Dans le mouvement ſimple, la Ligne droite tirée du mobile au point vers lequel il tend, repréſente la direction du mouvement de ce Corps, & ſi ce Corps ſe meut, il parcourra certainement cette Ligne.

Ainſi, tout Corps qui ſe meut d'un mouvement ſimple, décrit pendant qu'il ſe meut, une Ligne droite.

Nous ne connoiſſons à proprement parler, de mouvement ſimple, que celui des Corps qui tombent perpendiculairement vers le centre de la terre par la ſeule force de la gravité, à moins que les Corps ne ſe meuvent ſur un plan immobile ; car la gravité agiſſant également ſur tous les Corps à chaque inſtant indiviſible, ſon action ſe mêle à tous les momens, & de ſimples, elle les fait venir compoſés.

§. 266. La gravité ou la péſanteur, eſt auſſi une des cauſes pour laquelle il ne pourroit y avoir de mouvement uniforme que dans le vuide abſolu, ou ſur un plan immobile ; car cette force fait parcourir aux Corps des Eſpaces inégaux en tems égaux.

§. 267.

De l'élaſticité des Corps.

§. 267. Les Corps qui reçoivent ou qui communiquent le mouvement, peuvent être ou entiérement durs, c'eſt-à-dire, incapables de compreſſion, ou entiérement mols, c'eſt-à-dire, incapables de reſtitution après la compreſſion de leurs parties, ou enfin à reſſort, c'eſt-à-dire, capables de reprendre leur premiere forme après la compreſſion.

Ces derniers peuvent être encore à reſſort parfait, de ſorte qu'après la compreſſion, ils reprennent entiérement leur figure; ou à reſſort imparfait, c'eſt-à-dire, capables de la reprendre ſeulement en partie: nous ne connoiſſons point de Corps entiérement durs, ni entiérement mols, ni à reſſort parfait; car, comme dit M. de Fontenelle, *la nature ne ſouffre aucune préciſion.*

Mais pour rendre les raiſonnemens plus intelligibles, on ſuppoſe la préciſion la plus éxacte: ainſi, on ſuppoſe que tous les Corps à reſſort, ont un reſſort parfait.

On appelle *Corps durs*, ceux dont la figure ne s'altére point ſenſiblement par le choc; tels ſont, par exemple, les Diamans; & on nomme *mols*, les Corps qui par le choc prennent une nouvelle figure, qu'ils conſervent après le choc, comme la cire, l'argile, &c. Je parlerai dans la ſuite de cet ouvrage des Corps élaſtiques, & de la façon dont le mouvement ſe communique entr'eux.

§. 268.

9. De la force des Corps en mouvement.

§. 268. Lorſqu'un Corps en mouvement rencontre un obſtacle, il fait effort pour deranger cet obſtacle ; ſi cet effort eſt détruit par une réſiſtance invincible, la force de ce Corps eſt une *force morte*, c'eſt-à-dire, qu'elle ne produit aucun effet, mais qu'elle tend ſeulement à en produire un.

Si la réſiſtance n'eſt pas invincible, la force eſt alors *une force vive*, car elle produit un effet réel, & cet effet eſt ce qu'on appelle *l'effet de la force de ce Corps.*

La quantité de la force vive, ſe connoît par le nombre & la grandeur des obſtacles, que le Corps en mouvement peut déranger en épuiſant ſa force.

Il y a de grandes diſputes entre les Philoſophes, pour ſavoir ſi la force vive, & la force morte doivent être eſtimées différamment, & c'eſt de quoi je parlerai dans le Chapitre 21. de cet ouvrage.

10. De la communication du mouvement.

§. 269. Enfin, la derniere choſe qui me reſte à examiner dans le mouvement, c'eſt la façon dont il ſe communique ; car l'expérience nous apprend qu'un Corps en mouvement qui en rencontre un autre en repos, lui communique une partie de la force, qu'il avoit pour ſe mouvoir, & alors le Corps qui a été choqué, paſſe de l'état de repos dans lequel il étoit, à celui du mouvement, & il continuë à ſe mouvoir après le

le choc juſqu'à ce que quelque obſtacle ait conſumé ſa force.

§. 270. La cauſe pour laquelle ce Corps continuë à ſe mouvoir après l'abſence du moteur, eſt une ſuite de la force d'inertie de la matiére, force par laquelle les Corps reſtent dans l'état où ils ſont, ſi quelque cauſe ne les en retire. Or, quand ma main jette une pierre, cette pierre & ma main commencent à ſe mouvoir enſemble; je retire ma main, & voilà une cauſe qui fait ceſſer ſon mouvement de ce côté, mais la pierre que je n'ai point retirée, continuë à ſe mouvoir, juſqu'à ce que la réſiſtance de l'air lui ait fait perdre le mouvement de projectile, que je lui avois imprimé, ou que la gravité la faſſe retomber vers la terre: ainſi, la continuation du mouvement de cette pierre, après l'abſence de ma main, eſt l'effet de la force que je lui ai imprimée.

C'eſt par cette raiſon, que quand un Vaiſſeau va fort vîte, & qu'il eſt arrêté ſubitement, les choſes qui ſont dans ce Navire tendant à conſerver le mouvement qu'elles ont acquis, en étant tranſportées avec lui, courroient riſque d'être précipitées, ſi elles n'étoient pas retenuës.

C'eſt par la même cauſe encore que le roulis que la mer cauſe au Vaiſſeau, & plus encore l'agitation d'une tempête rend les hommes malades, & les fait vomir, ſur tout s'ils ne ſont

Pourquoi le roulis d'un Vaiſſeau cauſe des vomiſſemens.

pas accoutumés à la mer ; car les liqueurs qui sont dans leur Corps ne reçoivent que peu à peu un mouvement *harmonique*, à celui du Vaisseau, & jusqu'à ce qu'elles l'ayent acquis, il s'y fait un trouble & une commotion, qui se manifeste par des vomissemens, & d'autres maladies ; & il se passe alors dans le Corps des hommes la même chose, à peu près, que nous voyons arriver dans un vase plein d'eau, que l'on tourne en rond ; car l'eau ne prend que peu à peu le mouvement du vase, & elle le garde encore quelque tems, quand ce mouvement est arrêté.

CHAPITRE



CHAPITRE XII.

Du Mouvement composé.

§. 271.

LE Mouvement composé est celui dans lequel le Corps obéit à la fois à plusieurs forces, qui lui imprimẽt des directions différentes ; & qui le font tendre en même tems vers divers points.

Définition du mouvement composé.

§. 272. Le mouvement d'un Corps ; qui est poussé en même tems par deux forces, est différent selon que l'action de ces forces est dirigée.

1°. Si ces forces agissent dans la même direction, le mobile se meut plus vîte ; mais la direction de son mouvement n'étant point chan-

gée, ce Corps ſe meut d'un mouvement ſimple.

Des différences que les directions des forces, qui pouſſent un Corps, apportent dans ſon mouvement.

2°. Si ces deux forces ſont égales & oppoſées l'une à l'autre, elles ſe détruiſent mutuellement. Alors le Corps ne ſort point de ſa place, & il n'y a aucun mouvement produit.

3°. Si les forces oppoſées ſont inégales, elles ne ſe détruiſent qu'en partie, & le mouvement qui en réſulte, eſt l'effet du reſtant de ces deux forces.

4°. Si ces deux forces ſont perpendiculaires l'une à l'autre, comme par exemple, la force déſignée par la Ligne AB. à la force active déſignée par la Ligne AD. elles ne ſe détruiront ni ne s'accelereront : chacune agira ſur le Corps comme s'il étoit en repos ; alors le chemin du mobile ſera changé, & ce Corps aura un mouvement compoſé du mouvement imprimé par ces deux forces.

Fig. 19. Planch. 4.

Il n'y a que dans le cas où les deux forces qui agiſſent ſur le Corps, ſont perpendiculaires l'une à l'autre, dans lequel chacune agiſſe ſur lui comme ſi ce Corps étoit en repos.

5°. Enfin, ſi ces deux forces ſont obliques l'une à l'autre, comme la force A F. à la force A E. ou bien comme la force A G. à la force A H. elles retarderont ou accelereront le mouvement l'une de l'autre, ſelon que l'obliquité des Lignes qui les repréſentent, ſera dirigée, & elles auront outre cela une action perpendiculaire l'une à l'autre, ſelon laquelle elles n'accelereront ni ne retarderont le mouvement l'une de l'autre.

Planch. 4. Fig. 20. & 21.

§. 273

§. 273. Si le Corps A. eſt mû par une force quelconque dans la direction AB. & avec la vîteſſe déſignée par cette Ligne A B. & que ce Corps ſoit pouſſé en même tems par une autre force, qui lui imprime la direction & la vîteſſe AC. ce Corps étant mû par deux forces qui tendent en même tems à lui faire parcourir les deux Lignes AB. AC. il obéira à ces deux forces, ſelon la quantité de leur action ſur lui; & ce Corps aura un mouvement dont la direction & la vîteſſe ſeront compoſées, de la vîteſſe & de la direction des deux forces qui agiſſent ſur lui. Fig. 22.

§. 274. Pour déterminer quelle ligne un Corps qui eſt ainſi mû décrira dans ſon mouvement, imaginons que la ligne A C. & la ligne A B. ſoient diviſées dans les parties égales entr'elles A, e, g, i, o, C. & A, F, H, K, M, B. & ſuppoſons que tandis que le mobile A. parcourt les diviſions de la ligne A C. cette ligne coule parallelement à elle-même le long de la ligne AB. enſorte que dans le même tems, pendant lequel le Corps A. parcourt ſur la ligne A C. l'eſpace A e, la ligne AC. parcourt ſur la ligne AB. l'eſpace AF; il eſt certain qu'au bout de ce premier moment, le mobile ſe trouvera au point E. De-même ſi dans le ſecond inſtant, pendant lequel le mobile va de e. en g. ſur la ligne AC. cette ligne coule de F. en H. ſur la ligne. Fig. 23.

ligne AB. le mobile au bout de ce ſecond inſtant ſera en G. par la même raiſon il ſera en I. au bout du troiſiéme inſtant, puis en O. dans le quatriéme, puis enfin en D. dans le cinquiéme. Ainſi, ſi l'on tire les lignes CD. BD. paralleles à AB. & à AC. & qu'on acheve ainſi le parallélogramme ABCD. le Corps en obéiſſant aux deux forces AB. AC. qui agiſſent ſur lui en même tems, décrira la diagonale AD. de ce parallelogramme; car la force qui le pouſſe vers AB. fait ſur lui le même effet que le mouvement, par lequel j'ai ſuppoſé que la ligne AC. parcouroit la ligne AB.

Un Corps mû par deux forces, parcourt la diagonale d'un parallelogramme.

La quantité du tranſport du Corps vers la ligne BD. eſt donc l'effet de la force qui agit de A. vers B. & la quantité de ſon tranſport vers la ligne CD. eſt l'effet de celle qui agit de A. vers C. ainſi, ces forces ſe retrouvent encore diſtinctes dans leur effet compoſé.

§. 271. Le mobile parcourt cette diagonale AD. dans le même tems dans lequel il auroit parcouru les lignes AC. AB. ſéparement; car par la ſeule force dirigée vers AB. le Corps s'approchera de la ligne BD. dans le même tems, ſoit que la force vers AC. lui ſoit imprimée ou non; de même, il s'approchera de la ligne CD. dans le même tems par la force qui le dirige vers AC. ſoit que la force vers AB. lui ſoit imprimée, ſoit qu'elle ne le ſoit pas. Donc lorſque la ligne AC. que j'ai ſuppoſée couler ſur la ligne AB. ſera

Fig. 32

ſera arrivée en BD, le Corps A. qui parcourt cette ligne AC. ſera alors au point C. de cette ligne AC. mais le point C. & le point D. ſeront alors coïncidents; Ainſi, tout Corps qui eſt mû par deux puiſſances qui font entr'elles un angle quelconque, parcourt la diagonale du parallelogramme formé ſur les lignes, dont la longueur & la poſition repréſentent la direction & la vîteſſe de ces deux forces; & cette diagonale repréſente la vîteſſe du mouvement compoſé, & elle eſt le reſultat des mouvemens imprimés au mobile.

§. 276. Il ſuit de-là que le mouvement d'un Corps peut toujours ſe réſoudre en deux autres mouvemens, en faiſant que la ligne dans laquelle un Corps ſe meut, devienne la diagonale d'un parallelogramme dont les deux côtés, dans leur longueur & leur poſition, repréſenteront les directions & les vîteſſes des deux mouvemens, dans leſquels celui du Corps que l'on conſidére ſera reſolu.

§. 277. L'angle EAB. que les lignes AB. AE. qui marquent les directions des forces, font entre elles, s'appelle l'angle de direction. Fig. 23.

§. 278. La ligne parcourue par un Corps pouſſé en même tems par deux forces, eſt plus ou moins longue ſelon l'angle de direction des forces qui le pouſſent; car ſuppoſé que les li-

gnes AE. AB. ſoient égales dans les Figures
Fig. 24. 25. & 26. 24. 25. & 26. on voit aiſément que la ligne AD.
qui eſt le chemin que le mobile parcourt dans
le même tems, n'eſt pas égale dans ces trois
Figures.

§. 279. Plus l'angle de direction EAB. eſt aigu, comme dans la Fig. 24. plus la ligne AD. que le Corps parçourt eſt longue; & plus cet angle EAB. eſt obtus comme dans la Fig. 25. plus le chemin du mobile eſt court; car dans le premier cas la force qui pouſſe le Corps dans la ligne AE. & qu'on peut réſoudre dans les lignes Af. & Ag. conſpire avec la force qui pouſſe
Fig. 24. le Corps vers AB. & l'augmente de la quantité Ag. ou de ſon action perpendiculaire vers Af. & dans le ſecond cas la force qui pouſſe le Corps
Fig. 25. vers AE. décompoſée comme dans le cas précédent, s'oppoſe à la force vers AB. & la diminuë de la quantité Ag. Ainſi, dans le premier cas, le mobile doit parcourir plus d'eſpace, puiſque ſa vîteſſe eſt augmentée, & par la raiſon contraire, il doit en parçourir moins dans le ſecond; car le tems de ſon mouvement eſt ſuppoſé le même.

§. 280. Comme les deux côtés d'un triangle pris enſemble, ſont toujours plus longs que le troiſiéme (Euclide, Livre premier, Prop. 20.) ſe Corps A. va par un chemin plus court, lorſqu'il obéit, à la fois, à deux puiſſances quelconques,

ques, que s'il obéiſſoit ſucceſſivement à chacune d'elles en particulier.

§. 281. On voit par l'inſpection de la Fig. 24. que le chemin d'un mobile peut être la diagonale d'une infinité de parallelogrammes divers; car la ligne AD. eſt en même tems la diagonale des parallelogrammes AEBD. & AfDh. &c.

§. 282. Ainſi, un Corps peut parcourir la même ligne droite dans le même tems, ſoit qu'il ſoit pouſſé par pluſieurs forces, ou par une ſeule force; le Corps A. par exemple, parcourera également la ligne AD. dans un tems donné, s'il eſt pouſſé par une ſeule force dirigée vers AD. & qui lui imprime cette vîteſſe AD. ou par les deux forces AB. AE. qui lui impriment les vîteſſes déſignées par ces lignes AB. AE. & l'on peut également conſidérer le Corps qui parcourt la ligne AD. comme étant mû par ces deux différentes forces, ou par une ſeule qui leur ſoit égale; car la vîteſſe ou le mouvement vers AD. ne contient que la vîteſſe AB. dans la direction AB. & que la vîteſſe AE. dans la direction AE. Ainſi, l'effet eſt toujours le même, lorſque le mobile eſt pouſſé par trois ou quatre, ou une quantité quelconque de forces réünies, ou bien par une ſeule force qui lui imprime la même vîteſſe dans la même direction dans laquelle l'action de ces différentes forces ſe réüniroit; & l'on Fig. 23.

l'on peut également considérer toutes ces forces comme étant réünies dans celle qui les représente, ou cette force unique, comme étant divisée dans les forces qui la composent.

De la résolution & de la composition du mouvement.

§. 283. Ces deux différentes façons de considérer le mouvement des Corps, s'appellent résolution & composition.

Utilité de cette méthode.

Cette méthode est d'un grand usage, & d'une grande utilité dans les Méchaniques, pour découvrir la quantité de l'action des Corps qui agissent obliquement les uns sur les autres.

Comment on connoît le chemin du mobile dans toutes les compositions du mouvement.

§. 284. On connoît le chemin d'un mobile mû par deux forces quelconques, lorsque l'on connoît la vîtesse que chacune de ces deux forces lui imprime, & l'angle que leurs directions font entr'elles; car ce chemin est le troisiéme côté d'un triangle dont on connoît les deux autres côtés, & l'angle compris.

§. 285. Par ce moyen on connoît le chemin d'un Corps qui obéït à un nombre quelconque de forces qui agissent sur lui à la fois; car lorsqu'on a déterminé le chemin que deux de ces forces font parcourir au mobile par la régle de la §. précédente, ce chemin devient le côté d'un nouveau triangle, dont la ligne qui représente la troisiéme force devient le second côté, & le chemin du mobile la base; en procédant ainsi jusqu'à la derniere force, on parviendra à connoître

connoître le chemin du mobile par l'action réunie de toutes les forces qui agiſſent ſur lui ; car le Corps A. pouſſé par les deux forces E. & D. dans les directions, & avec les vîteſſes AB. AG. décrira la diagonale AH. pouſſé enſuite par la force C. dans la direction, & avec la vîteſſe AF. il parçourera la ligne AT. Enfin, la force M. lui fera décrire la ligne AL. en lui imprimant la direction & la vîteſſe AK. Ainſi, AL. eſt le chemin du mobile A. pouſſé en même tems par les forces E, D, C, M. *Fig.* 27.

§. 286. Un Corps peut éprouver pluſieurs mouvemens à la fois ; car un Corps que l'on jette horiſontalement dans un batteau, par exemple, éprouve le mouvement de projectile qu'on lui communique, & celui que la péſanteur lui imprime à tout moment vers la Terre ; il participe outre cela au mouvement du vaiſſeau dans lequel il eſt. La Riviere ſur laquelle eſt ce vaiſſeau s'écoule ſans ceſſe, & le Corps participe à ce mouvement. La Terre ſur laquelle coule cette Riviere, tourne ſur ſon axe en vingt-quatre heures ; voilà encore un mouvement nouveau que le Corps partage : Enfin, la Terre a encore ſon mouvement annuel autour du Soleil, la révolution de ſes poles, le balancement de ſon équateur, &c. & le Corps que nous conſidérons participe à tous ces mouvemens ; mais il n'y a que les deux premiers qui lui appartiennent, par rapport à ceux qui ſont tranſ-

portés

portés avec le Corps dans ce batteau; car tous les Corps qui ont un mouvement commun avec nous, ſont comme en repos par rapport à nous.

§. 287. Un Corps qui reçoit pluſieurs déterminations, demeure dans la derniere comme dans le dernier degré de vîteſſe, s'il eſt abandonné à lui-même, & qu'aucune force n'agiſſe davantage ſur lui; il conſerve cette détermination & cette vîteſſe, juſqu'à ce que la rencontre de quelque obſtacle lui faſſe perdre ſon mouvement, en conſumant ſa force, ou que quelque nouvelle puiſſance change ſa direction. Cet effet eſt une ſuite néceſſaire de la premiere Loi du mouvement, fondée ſur la force d'inertie de la matiére.

§. 288. Le mouvement compoſé, peut être uniformément ou non uniformément acceleré comme le mouvement ſimple.

Du mouvement en ligne courbe.

Si les deux forces qui pouſſent le Corps, ſont inégalement accelerées, ou bien ſi l'une eſt accelerée, tandis que l'autre eſt uniforme, la ligne décrite par le Corps en mouvement, ne ſera plus une ligne droite, mais une ligne courbe dont la courbure ſera différente, ſelon la combinaiſon des inégalités des forces qui la font décrire; car ce Corps obéira à chacune des forces qui le pouſſent, ſelon la quantité de ſon action ſur lui (2e. Loi §. 229.) Ainſi, par exemple, s'il

s'il y a une des forces qui renouvelle ſon action à chaque inſtant, tandis que l'action de l'autre force reſte la même, le chemin du mobile ſera changé à tout moment : & c'eſt de cette façon que tous les Corps que l'on jette retombent vers la terre (Chap. 19.)

§. 289. Tout mouvement en ligne courbe eſt néceſſairement un mouvement compoſé du mouvement qui fait aller le Corps en ligne droite, & du mouvement qui l'en retire ; car décrire une ligne courbe, c'eſt changer à tout moment de direction.

Le mouvement en ligne courbe, eſt toujours un mouvement compoſé.

§. 290. Le mouvement ſe fait toujours en ligne droite ; car bien qu'un Corps mû par deux forces qui lui impriment des vîteſſes inégalement accelerées, décrive une ligne courbe ; cependant le mouvement partial de ce Corps eſt toujours en ligne droite, & ſon mouvement total n'eſt en ligne courbe, que parce que les points vers leſquels le mobile eſt dirigé, changent à chaque moment, & que la petiteſſe des droites que ce mobile parcourt à chaque inſtant, nous empêchant de les diſtinguer chacune en particulier, tout cet aſſemblage de lignes droites infiniment petites & inclinées les unes aux autres, nous paroît une ſeule ligne courbe ; mais chacune de ces petites droites repréſente la direction du mouvement à chaque inſtant infiniment petit, & elle eſt la

Le mouvement eſt toujours en ligne droite dans un inſtant infiniment petit.

diagonale

diagonale d'un parallelogramme formé ſur la direction des forces actuelles qui agiſſent ſur ce Corps : ainſi, le mouvement eſt toujours en ligne droite à chaque inſtant infiniment petit, de même qu'il eſt toujours uniforme.

§. 291. Si la force accelérative ceſſoit tout d'un coup d'agir, le Corps continueroit à ſe mouvoir dans la ligne droite dans laquelle il ſe trouveroit dirigé dans cet inſtant; car tout Corps qui ſe meut continue à ſe mouvoir dans une ligne droite, & avec des vîteſſes égales lorſque rien ne l'empêche ſelon la premiere Loi du mouvement (§. 229.) c'eſt en ſuivant cette Loi que tout Corps qui ſe meut en rond, tend à s'échapper par ſa tangente; & c'eſt ce qu'on appelle *la force centrifuge.*

§. 292. Il y a encore une autre ſorte de mouvement circulaire, c'eſt le mouvement relatif d'un Corps qui tourne ſur lui-même, comme la terre, par exemple, dans ſon mouvement journalier: ce ſont alors les parties de ce Corps qui tendent à décrire les droites infiniment petites dont je viens de parler (§. 290.)

On peut définir cette ſorte de mouvement circulaire, *un mouvement dans lequel les parties changent de place, quoique le tout n'en change point.*

CHAP.



CHAPITRE XIII.

De la Peſanteur.

§. 293.

ON appelle Peſanteur la force par laquelle tout Corps étant abandonné à lui-même, tombe vers la ſurface de la terre. Définition de la Peſanteur.

§. 294. Cette même force qui fait tomber les Corps, lorſqu'ils ne ſont ſoutenus par rien, leur fait preſſer les obſtacles qui les retiennent, & qui les empêchent de tomber: ainſi, une pierre péſe ſur la main qui la ſoutient; & tombe ſelon une ligne perpendiculaire à l'horiſon, ſi cette main vient à l'abandonner.

§. 295.

La gravité produit une force morte, ou une force vive, ſelon les circonſtances dans leſquelles elle agit.

§. 295. La force qui anime les Corps à tomber, fait donc naître dans les Corps une force morte ou une force vive, ſelon les circonſtances dans leſquelles elle agit.

§. 296. Quand les Corps ſont retenus par un obſtacle inviſible, la gravité qui leur fait reſſentir cet obſtacle, produit alors une force morte; car elle ne produit aucun effet.

§. 297. Mais quand rien ne retient le Corps, alors la gravité produit une force vive dans ces Corps, puiſqu'elle les fait tomber vers la ſurface de la terre.

§. 298. On s'eſt apperçu dans tous les tems, que de certains Corps tomboient vers la terre, lorſque rien ne les ſoutenoit, & qu'ils preſſoient la main qui les empêchoit de tomber; mais comme il y en a quelques-uns dont le poids paroît inſenſible, & qui remontent, ſoit ſur la ſurface de l'eau, ſoit ſur celle de l'air, comme la plume, le bois très-léger, la flame, les éxhalaiſons, &c. tandis que d'autres vont au fonds comme les pierres, la terre, les métaux, &c.

Opinion d'Ariſtote ſur la peſanteur.

Ariſtote, le pere de la Philoſophie & de l'erreur, avoit imaginé deux appétits dans les Corps. Les Corps peſans avoient, ſelon lui, un appétit pour arriver au centre de la terre (qu'il croyoit être celui de l'Univers), & les Corps légers avoient

avoient un appétit tout contraire qui les éloignoit de ce centre, & qui les portoit en enhaut.

Mais on reconnut bien-tôt combien ces appétits des Corps étoient chimériques; & la légereté positive fut une des erreurs d'Ariſtote, dont on ſe déſabuſa le plûtôt.

§. 299. La peſanteur étant reconnue appartenir à tous les Corps ſenſibles, & la légereté poſitive étant bannie, c'étoit déja beaucoup, puiſque c'étoit une erreur de moins; mais il reſtoit encore bien des vérités à découvrir ſur cette propriété des Corps, & ſur ſes effets.

La peſanteur appartient à tous les Corps.

§. 300. Ariſtote, c'eſt-à-dire, tout le monde, (car avant Galilée on ne connoiſſoit gueres d'autre preuve de vérité que l'autorité d'Ariſtote) Ariſtote, dis-je, croyoit que les différens Corps tomboient dans le même milieu avec des vîteſſes proportionnelles à leur maſſe; mais Galilée combattit cette erreur, & oſa aſſûrer, malgré l'autorité d'Ariſtote, que la réſiſtance des milieux dans leſquels les Corps tombent, étoit la ſeule cauſe des différences qui ſe trouvent dans le tems de leur chute vers la terre; & que dans un milieu qui ne réſiſteroit point du tout, tous les Corps de quelque nature qu'ils fuſſent, tomberoient également vîte: *Che ſe ſi levaſſe totalmente la reſiſtenza del mezzo, tutte le materie deſcenderebbero con eguali velocità.*

Erreur d'Ariſtote ſur la vîteſſe des Corps qui tombent.

Galilée combattit cette erreur.

Expérience qui fit penser à Galilée que tous les Corps tomberoient en même tems ſans la réſiſtance du milieu.

§. 301. Les différences que Galilée trouva dans le tems de la chute de pluſieurs mobiles, qu'il fit tomber dans l'air de la hauteur de 100. coudées, le porta à cette aſſertion, parce qu'il trouva que ces différences étoient trop peu conſidérables pour être attribuées aux différens poids des Corps.

Ayant de plus fait tomber les mêmes mobiles dans l'eau & dans l'air, il trouva que les différences de leur chute reſpective dans les différens milieux, répondoient, à peu près, à la denſité de ces milieux, & non à la maſſe des Corps: donc, conclut Galilée, la réſiſtance des milieux, & la grandeur & la ſcabroſité de la ſurface des différens Corps, ſont les ſeules cauſes qui rendent la chute des uns plus prompte que celle des autres.

Lucrece avoit deviné cette vérité.

Lucrece, lui même, tout mauvais Phyſicien qu'il étoit d'ailleurs, avoit entrevû cette vérité, & l'a exprimée dans le ſecond Livre par ces deux vers.

Omnia quæ propter debent per inane quietum
Æque ponderibus non æquis concita ferri.

Expérience qui fit ſoupçonner à Gali-

§. 302. Une vérité découverte en amène preſque toujours une autre: Galilée ayant encore remarqué que les vîteſſes des mêmes mobiles étoient

étoient plus grandes dans le même milieu, quand ils y tomboient d'une hauteur plus grande, il en conclut que puiſque le poids du corps, & la denſité du milieu reſtant les mêmes, la différente hauteur apportoit des changemens dans les vîteſſes acquiſes en tombant, il falloit que les corps euſſent naturellement un mouvement acceleré vers le centre de la terre : Voici comme il s'exprime, Dialog. premier : *Dico per tanto che un corpo grave ha da natura intrinſeco principio di muoverſi verſo 'l cõmun centro de i gravi cioe del noſtro globo terreſtre, con movimento continuamente accelerato.*

lée que les Corps avoient en tombant un mouvement acceleré vers la terre.

pag. 164

Ce fut cette obſervation qui porta Galilée à rechercher les Loix que ſuivroit un corps qui tomberoit vers la terre d'un mouvement également acceleré.

§. 303. Il ſuppoſa donc que la cauſe (quelle qu'elle ſoit) qui fait la peſanteur, agit également à chaque inſtant indiviſible, & qu'elle imprime aux corps qu'elle fait tomber vers la terre, un mouvement également acceleré en tems égal : en ſorte que les vîteſſes qu'ils acquerent en tombant, ſont comme les tems de leur chute.

C'eſt de cette ſeule ſuppoſition ſi ſimple, & ſi conforme au génie de la nature, que ce grand Philoſophe a tiré toute la théorie de la chute des corps dont je vais rendre compte : Théorie qui eſt à préſent adoptée par tous les Philoſo-

phes, & dont chaque expérience eſt devenue une démonſtration.

Démonſtrations qui naiſſent de cette ſuppoſition.

§. 304. L'Eſpace parcouru dans une ſeconde par un corps qui tombe vers la terre par la force de la gravité, peut être repréſenté par l'aire du triangle ABC. comme je le démontrerai par la ſuite. Suppoſé donc que cet Eſpace ABC. ſoit parcouru par le corps A. d'un mouvement également acceleré, pendant le tems repréſenté par la ligne AB. lequel tems j'ai ſuppoſé d'une ſeconde, & que la ligne BC. repréſente la ſomme des vîteſſes acquiſes à la fin de cette ſeconde. Si la force, quelle qu'elle ſoit, qui accélére le corps vers la terre, ceſſoit d'agir, lorſque le corps eſt arrivé au point B. il eſt certain que ce corps, par la force d'inertie, continueroit à ſe mouvoir d'un mouvement uniforme avec la vîteſſe BC. acquiſe au point B. (2e. Loi §. 229.) Or dans le mouvement uniforme, l'Eſpace parcouru eſt le produit de la vîteſſe & du tems. (§. 241.) Donc l'eſpace que le mobile A. parcourroit d'un mouvement uniforme pendant le même tems d'une ſeconde, & avec la vîteſſe BC. ſeroit le parallelogramme BCDE. formé par la ligne BD.=AB. qui repréſente le tems, & par la ligne BC. qui repréſente la vîteſſe; mais ce parallelogramme eſt double du triangle ABC. que j'ai ſuppoſé être parcouru par le corps d'un mouvement acceleré pendant le même tems AB. car ce triangle & ce parallelogramme ont même

Planch. 5. Fig. 28.

me baſe & même hauteur (Euclide, Liv. premier, Prop. 41.) Donc ſi la cauſe accélératrice venoit à ceſſer, l'eſpace que le corps parcourroit d'un mouvement uniforme, avec la ſomme des vîteſſes acquiſes par l'accélération, ſeroit double, en tems égal, de l'eſpace que ce corps auroit parcouru par un mouvement acceléré en acquerant cette même vîteſſe.

§. 305. Le corps A. parcourera donc dans le ſecond inſtant, par la ſeule vîteſſe acquiſe au point B. & indépendamment de l'effet actuel de ſa peſanteur, l'eſpace BCDE. double de l'eſpace ABC. parcouru dans le premier inſtant ; mais la cauſe qui fait tomber ce corps étant ſuppoſée agir également à chaque inſtant indiviſible, ce corps dans la deuxiéme ſeconde acquerera un ſecond degré de vîteſſe égale à celui qui lui a fait parcourir l'eſpace ABC. dans la premiere ; il parcourera donc pendant la deuxiéme ſeconde un eſpace triple de l'eſpace parcouru dans la premiere ; ſçavoir, l'eſpace BCDE. double de l'eſpace ABC. par un mouvement uniforme, & l'eſpace CEF.=ABC. par l'accélération imprimée par la gravité dans la deuxiéme ſeconde. *Fig.* 29.

§. 306. Ce corps, par la même raiſon, parcourera dans le troiſiéme inſtant un eſpace quintuple du premier, & un eſpace ſeptuplé dans le quatriéme, & ainſi de ſuite ; & par conſéquent les eſpaces que ce corps parcourera en tom-

Fig. 29. bant pendant les tems égaux & conſécutifs 1. 2. 3. 4. &c. ſeront comme les nombres impairs 1. 3. 5. 7. &c. & c'eſt ce qu'il eſt aiſé de voir par la ſeule inſpection de la Figure 29.

§. 307. Mais ces nombres impairs dont la progreſſion repréſente les eſpaces inégaux parcourus par le mobile d'un mouvement uniformément accéléré en tems égal, étant ajoutés les uns aux autres à la fin de chacun de ces tems, forment la ſuite naturelle des nombres quarrés 1. 4. 9. 16. dont les nombres 1. 2. 3. 4. qui repréſentent les tems & les vîteſſes, ſe trouvent être les racines; car $1 \times 1 = 1$. $2 \times 2 = 4$. $3 \times 3 = 9$. & $4 \times 4 = 16$. &c. les eſpaces que les corps parcourent en tombant vers la terre, doivent donc être comme le quarré des tems de leur chute, & des vîteſſes acquiſes en tombant, s'ils y tombent d'un mouvement uniformément accéléré, comme l'avoit ſuppoſé Galilée.

On doit trouver toujours la même proportion entre l'eſpace & le tems, depuis le premier moment de la chute, juſqu'à la fin d'un tems quelconque: Ainſi, le corps au bout du cinquiéme inſtant, par exemple, aura parcouru un eſpace 25. au bout du ſeptiéme un eſpace 49. & ainſi de ſuite.

§. 308. Quant à ce que j'ai ſuppoſé (§. 304.) que l'eſpace parcouru par le corps A. d'un mouvement acceléré pendant la premiere ſeconde,

pouvoit

pouvoit être repréſenté par l'aire du triangle ABC. il eſt aiſé d'en montrer la vérité. Fig. 30.

Car on vous a fait voir dans la Géométrie, que lorſque l'on érige ſur une ligne droite AB. pluſieurs autres lignes droites, comme DE. BC. enſorte que AD. ſoit à DE. comme AB. eſt à BC. les extrémités C. & E. de ces lignes ſont dans une même ligne droite AC. & que la Figure eſt un triangle, parce qu'il n'y a que le triangle auquel la propriété d'avoir ſes côtés proportionnels, convienne. Planch. 5. Fig. 30.

Or, nous avons vû (§. 303.) que dans la théoric de Galilée les tems ſont comme les vîteſſes, c'eſt-à-dire, que le tems qu'il a fallu au mobile pour acquérir une vîteſſe quelconque, eſt au tems qu'il lui a fallu pour acquérir une autre vîteſſe, comme la premiere vîteſſe eſt à la ſeconde: ainſi, en exprimant le tems des chutes par les lignes AD. DB. il faudra repréſenter les vîteſſes reſpectives, acquiſes pendant ces tems par les lignes DE. BC. d'où le triangle ABC. réſultera par la propoſition de Géométrie que je viens de vous citer. Or ce triangle ABC. repréſente l'eſpace parcouru par le mobile dans ſa chute pendant le tems AB. car vous avez vû dans le chap. 11. (§. 241.) que dans le mouvement uniforme l'eſpace parcouru eſt le produit de la vîteſſe & du tems: vous avez vû auſſi dans le même chapitre (§. 242.) que dans un inſtant infiniment petit, le mouvement eſt toujours uniforme. Donc l'eſpace parcouru dans

le premier instant infiniment petit, sera un parallelogramme infiniment petit formé par la ligne qui représente le tems, & par celle qui représentera la vîtesse: or le triangle entier ABC. peut être considéré comme étant divisé en parallelogrammes infiniment petits, la somme desquels formera le triangle ABC. par la proposition citée. Donc l'aire de ce triangle peut représenter l'espace parcouru par le mobile dans un tems fini quelconque de sa chute, comme je l'ai supposé dans la (§. 304.)

§. 309. Il est très-possible que les corps en tombant parcourent un très-petit espace sans accélérer leur mouvement, par la raison qu'il faut du tems pour produire tous les effets naturels; mais si cela est ainsi, il est impossible que nous nous en appercevions, à cause de la petitesse extrême de cet espace; ainsi, cela ne change rien aux démonstrations ci-dessus.

Expérience que fit Galilée, & dans laquelle il trouva que les corps en tombant vers la terre par leur seule pesanteur, par-

§. 310. Galilée ayant démontré ce qui doit arriver à un mobile qui tomberoit vers la terre par un mouvement également accéléré, chercha à s'assurer par l'expérience que la nature suit réellement cette proportion, dans la chute des graves. Il imagina, pour y parvenir, une expérience très-ingénieuse. Il fit un grand tuyau de bois haut de douze coudées, & large environ d'un pouce, au dedans duquel il colla un parchemin

parchemin très-léger, afin qu'il fût uni autant qu'il le pouvoit être ; & ayant élevé le bout supérieur de ce canal ſur un plan horiſontal de la hauteur d'une, de deux, & ſucceſſivement de pluſieurs coudées, en ſorte que ce canal devenoit un plan incliné, il laiſſa tomber une petite boule de cuivre parfaitement ronde, & parfaitement polie le long de ce canal, & la faiſant tomber ſucceſſivement de la longueur entiere, ou du quart, ou de la moitié de ce canal, il trouva toujours dans ſes expériences, qu'il aſſure avoir répétées juſqu'à cent fois, que les tems de la chute étoient en raiſon ſous-double des eſpaces parcourus ; or, en faiſant un plan incliné de ce canal dans lequel la boule tomboit, Galilée rallentiſſoit le mouvement du mobile, & en rendoit, par ce moyen, la vîteſſe diſcernable, ce qui n'eût pas été poſſible dans une chute perpendiculaire auſſi courte ; car les corps tombent plus lentement par un plan incliné, que par un plan perpendiculaire, & ils ſuivent les mêmes loix dans l'une & l'autre de ces chutes (§. 425. & 428.) ainſi, il lui étoit aiſé de ſçavoir par ce moyen quel eſpace la peſanteur faiſoit parcourir au mobile pendant un certain tems, & il meſura ce tems par la quantité d'eau qui s'étoit écoulée d'un vaſe pendant que le corps parcouroit ces différens eſpaces.

courent des eſpaces qui ſont entre eux, comme les quarrés des tems.

§. 311. Riccioli & Grimaldo, chercherent, comme Expérien-

ce de Riccioli & de Grimaldo, qui confirme celle de Galilée.

comme avoit fait Galilée, à s'assurer de cette vérité par l'expérience. Ils firent tomber des mobiles du haut de plusieurs tours différemment élevées, & ils mesurerent le tems de la chute de ces corps de ces différentes hauteurs par les vibrations d'un pendule, de la justesse duquel Grimaldo s'étoit assuré en comptant le nombre de ses vibrations depuis un passage de la queue du Lion par le Méridien jusqu'à l'autre.

Ces deux savans Jesuites trouverent par le résultat de leurs expériences, que ces différentes hauteurs étoient exactement comme les quarrés des tems des chutes.

Les oscillations des pendules confirment cette découverte.

§. 312. Les tems des oscillations des pendules qui sont toujours en raison sous-doublée de leurs différentes longueurs, sont encore une démonstration de cette vérité; car la pesanteur est la seule cause de ces oscillations.

La vérité de cette découverte de Galilée, est unanimément reconnue.

§. 313. Ainsi, cette découverte de Galilée est devenue, par les expériences, le fait de Physique dont on est le plus assuré; & tous les Philosophes, malgré la diversité de leurs opinions sur presque tout le reste, conviennent aujourd'hui que les corps en tombant vers la terre, parcourent des espaces qui sont comme les quarrés des tems de leur chute, ou comme les quarrés de vîtesses acquises en tombant.

§. 314.

§. 314. Le Pere Sebaſtien, ce Géometre des ſens, avoit imaginé une Machine compoſée de quatre paraboles égales qui ſe coupoient à leur ſommet; & au moyen de cette Machine, dont on trouve la deſcription & la figure dans les Mémoires de l'Académie des Sciences A. 1699. il démontroit aux yeux du corps, du témoignage deſquels les yeux de l'eſprit ont preſque toujours beſoin, que la chute des corps vers la terre, s'opére ſelon la progreſſion découverte par Galilée.

Machine du P. Sebaſtien, qui démontre aux yeux cette découverte de Galilée.

§. 315. Il eſt donc bien certain depuis cette découverte:

1°. Que la force qui fait tomber les corps, eſt toujours uniforme, & qu'elle agit également ſur eux à chaque inſtant.

2°. Que les corps tombent vers la terre d'un mouvement uniformément accéléré.

3°. Que leurs viteſſes ſont comme les tems de leur mouvement.

4°. Que les eſpaces qu'ils parcourent ſont comme les quarrés des tems ou comme le quarré des viteſſes; & que par conſéquent les viteſſes & les tems ſont en raiſon ſous-double des eſpaces.

5°. Que l'eſpace que le corps parcourt en tombant pendant un tems quelconque, eſt ſous double de celui qu'il parcoureroit pendant le même tems d'un mouvement uniforme, avec la ſomme des viteſſes acquiſes; & que par conſéquent

Vérités qui naiſſent de la découverte de Galilée.

ſéquent cet eſpace eſt égal à celui que le corps parcoureroit d'un mouvement uniforme avec la moitié de ces vîteſſes, &c.

La gravité eſt ce qui fait péſer les corps.

6°. Que la force, qui fait tomber les corps vers la terre, eſt la ſeule cauſe de leur poids; car puiſqu'elle agit à chaque inſtant, elle doit agir ſur les corps, ſoit qu'ils ſoient en repos, ſoit qu'ils ſoient en mouvement; & c'eſt par les efforts que les corps font ſans ceſſe pour obéir à cette force qu'ils péſent ſur les obſtacles qui les retiennent.

Elle agit également ſur les corps en mouvement, & ſur les corps en repos.

§. 316. La gravité agit également ſur les corps à chaque inſtant, ſoit qu'ils ſoient en repos, ſoit qu'ils ſoient en mouvement; & la vîteſſe qu'elle leur imprime, eſt égale en tems égal, quelle que ſoit la vîteſſe qu'ils ont déja acquis. (§. 315. *num.* 3°.)

Les corps commencent à tomber avec une vîteſſe infiniment petite.

§. 317. La gravité agiſſant également à chaque inſtant ſur les corps, ſoit qu'ils ſoient en repos, ſoit qu'ils ſoient en mouvement, les corps commencent à tomber avec la vîteſſe infiniment petite, avec laquelle ils tendoient à tomber vers la terre; avant que l'obſtacle, qui les retenoit, fût enlevé; ainſi, M. Mariotte s'eſt trompé dans la onziéme Propoſition de la ſeconde Partie de ſon Traité de la Percuſſion, lorſqu'il conclut d'une expérience qu'il y rapporte, que la vîteſſe avec laquelle les corps commencent à tomber, n'eſt pas infiniment petite; car ſi cette vîteſſe n'étoit

n'étoit pas incomparablement plus petite que toute vîteſſe finie, la vîteſſe d'un corps qui tombe, devroit être infiniment grande dans un tems fini; mais un corps en tombant n'acquiert pas une vîteſſe infinie dans un tems fini: donc, &c.

§. 318. Si la direction d'un corps qui eſt tombé d'une hauteur quelconque, venoit à être changée, ſans que ſa vîteſſe fût alterée, en ſorte que ce corps, au lieu de continuer à deſcendre, vînt à remonter, il auroit en remontant un mouvement uniformément retardé; car ce corps étant tombé de A. en E. en deux ſecondes, par exemple, doit conſerver par ſa force d'inertie la vîteſſe acquiſe en E. à moins que quelque cauſe ne vienne à la lui ôter. Or par cette vîteſſe acquiſe en E. le corps parcoureroit d'un mouvement uniforme en deux ſecondes l'eſpace ED. double de l'eſpace AE. parcouru d'un mouvement accéléré en tombant. Mais la gravité agiſſant également ſur les corps, ſoit qu'ils ſoient en repos, ſoit qu'ils ſoient en mouvement, ſoit qu'ils montent, ſoit qu'ils deſcendent (§. 315. *vim.* 1°.) ce corps aura en remontant un mouvement compoſé du mouvement uniforme, qu'il auroit eu indépendamment de l'action actuelle de la gravité, & du mouvement que la gravité lui imprime à chaque inſtant; mais ce mouvement imprimé par la gravité qui accéléroit le mouvement de ce corps lorſqu'il deſcendoit, doit *Fig. 31.*

doit le retarder lorſqu'il remonte, puiſque l'action de la gravité eſt toujours dirigée ici bas vers la terre, dont ce corps s'éloigne en remontant : ce corps aura donc en remontant un mouvement également retardé en tems égal; ainſi, dans la premiere ſeconde, dans laquelle le corps d'un mouvement uniforme auroit parcouru en remontant l'eſpace AE. avec la vîteſſe acquiſe en E. (§. 315. *num.* 5°.) n'arrivera qu'en C. car la gravité lui ôte en remontant tout ce qu'elle lui avoit donné dans la premiere ſeconde en deſcendant : de même lorſque ce corps eſt arrivé en C, ſi la gravité ceſſoit d'agir ſur lui, & de le retirer en enbas, il parcoureroit en remontant dans la deuxiéme ſeconde, l'eſpace CF. double de l'eſpace AC. car la vîteſſe qui lui a fait parcourir en deſcendant l'eſpace AC. eſt la ſeule qui lui reſte alors; mais la gravité agiſſant toujours également, ce corps n'arrivera qu'en A. dans cette deuxiéme ſeconde; la gravité diminuera ſa vîteſſe dans la même raiſon qu'elle l'avoit augmentée en tombant; & par conſéquent l'eſpace total que ce corps parcourera en remontant pendant les deux ſecondes, ſera égal à celui qu'il avoit parcouru en deſcendant.

Les corps en tombant d'une hauteur quelconque, acquerent la force néceſſaire pour remonter à la même hauteur.

§. 319. Il ſuit de-là :

1°. Qu'un corps en tombant acquiert par l'action de la gravité des vîteſſes capables de

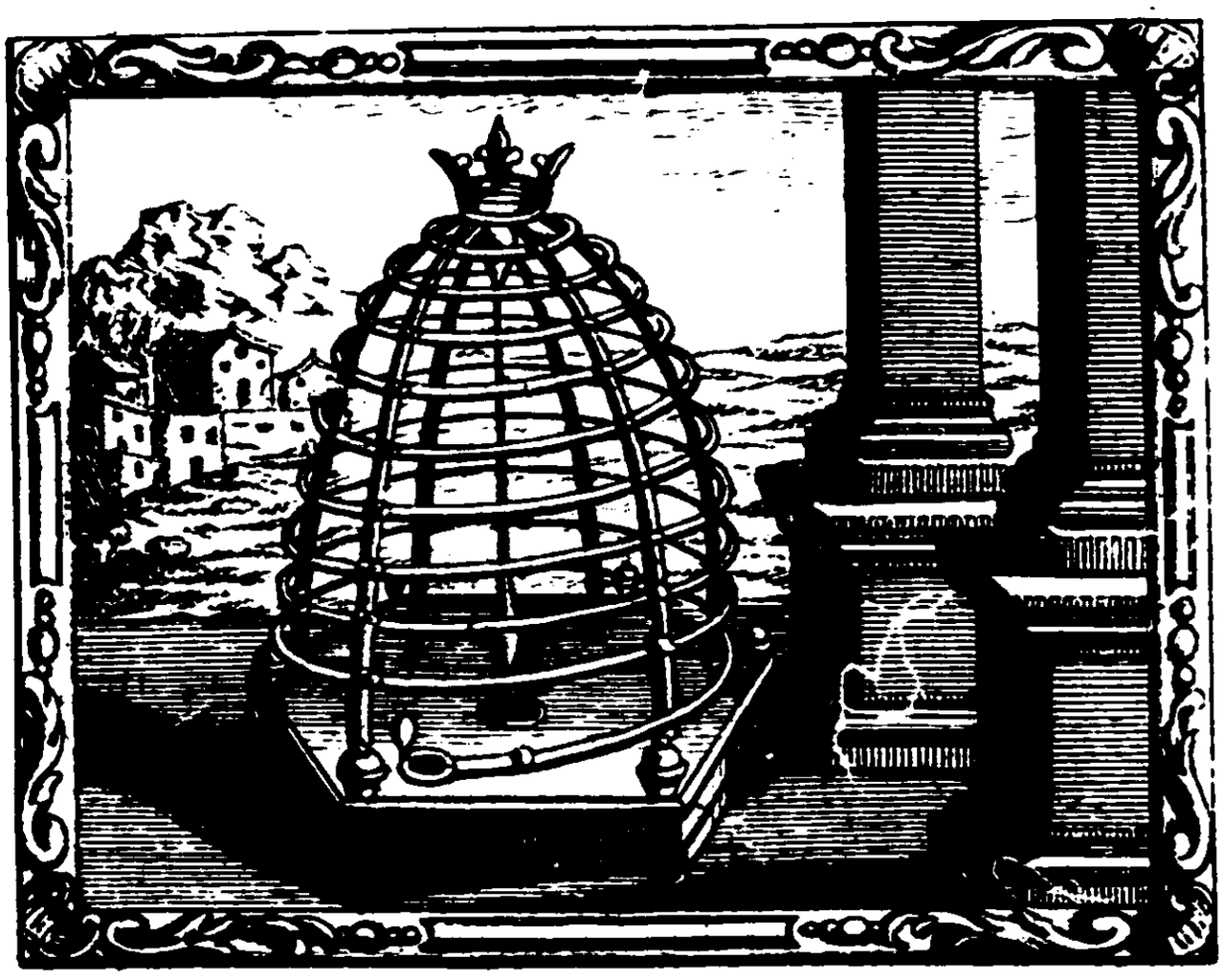
le faire remonter en tems égal, malgré les efforts de la gravité, qui le retire ſans ceſſe en en-bas à la même hauteur d'où il eſt tombé, ſuppoſé que quelque choſe change ſa direction, ſans alterer ſa vîteſſe; & c'eſt ce qui ſe voit dans les oſcillations des pendules. (§. 445.)

2°. Que le corps en remontant parcourera des eſpaces qui ſeront en raiſon inverſe de ceux qu'il a parcourus en deſcendant: en ſorte que les eſpaces parcourus en deſcendant pendant les tems 1. 2. 3. &c. étant 1. 3. 5. &c. les eſpaces parcourus, en remontant pendant les mêmes tems ſeront 5. 3. & 1. Car dans le premier cas, la vîteſſe du corps augmente à chaque inſtant, au lieu que dans le ſecond, chaque inſtant la diminue; ainſi, la gravité retarde le mouvement des corps qui remontent dans la même proportion dans laquelle elle accelere celui des corps qui deſcendent.

Et enfin 3°. Qu'un corps que l'on jette en en-haut, monte juſqu'à ce que la gravité lui ait fait perdre tout le mouvement qui lui avoit été imprimé pour monter; & que par conſéquent ce corps remontera à la même hauteur de laquelle il acquerreroit en tombant par la force de la gravité; une vîteſſe égale à celle qui lui a été communiquée pour remonter.

§. 320. Ainſi, les hauteurs auſquelles les corps peuvent remonter par la viteſſe acquiſe en tombant, ſont toujours comme le quarré de leurs viteſſes ; & deux corps qui remonteroient avec des viteſſes inégales, remonteroient à des hauteurs qui ſeroient entr'elles comme les quarrés de ces mêmes viteſſes.

CHAP.



CHAPITRE XIV.

Suite des Phenomenes de la Peſanteur.

§. 321.

ON a vû dans le Chapitre précédent que Galilée aſſuroit que les différens corps tomberoient également vîte vers la terre, dans un milieu qui ne reſiſteroit point ; mais il avoit, pour ainſi dire, deviné cette vérité plûtôt qu'il ne l'avoit prouvée ; car bien que les raiſons ſur leſquelles il s'appuyoit, fuſſent vraiſemblables (§. 300. & 301.) cependant on pouvoit encore douter ſi l'eſpéce des corps, leur forme, leur contexture intime, &c. n'apportoit point quelque changement dans leur

 gravité;

gravité; car la réſiſtance de l'air ſe mêlant toujours ici-bas à l'action de la gravité, dans la chute des corps, il étoit impoſſible de connoître, avec préciſion, par les expériences qu'il avoit fait dans l'air, en quelle proportion cette force qui anime tous les corps à tomber vers la terre, agit ſur les différens corps.

322. Une expérience que l'on fit dans la Machine du vuide, confirma ce que Galilée avoit prévû; car de l'or, des flocons de laine, des plumes, du plomb, tous les corps enfin étant abandonnés à eux-mêmes, tomberent en même tems de la même hauteur au fonds d'un long récipient purgé d'air.

Cette expérience paroiſſoit déciſive; mais cependant comme le mouvement des corps qui tomboient dans cette Machine, étoit très-rapide, & que les yeux ne pouvoient pas s'appercevoir des petites différences du tems de leur chute, ſuppoſé qu'il y en eût, on pouvoit encore douter ſi les corps ſenſibles poſſédent la faculté de péſer à raiſon de leur maſſe, ou bien ſi le poids des différens corps ſuit quelqu'autre raiſon que celle de leur maſſe.

Expérience de M. Newton ſur les oſcillations des différens pendules.

M. Newton, imagina, pour décider cette queſtion, de ſuſpendre des boules de bois creuſes & égales à des fils d'égales longueurs, & de mettre dans ces boules des quantités égales en poids d'or, de bois, de verre, de ſel, &c. & en faiſant enſuite oſciller librement ces pendules, il

il examina si le nombre de leurs oscillations seroit égal en tems égal ; car la pésanteur cause seule l'oscillation des pendules (§. 445.) & dans ces oscillations, les plus petites différences deviennent sensibles. M. Newton trouva, par cette expérience, que tous les différens pendules faisoient leurs oscillations en tems égal ; or le poids de ces corps étant égal, ce fut une démonstration que la quantité de matiére propre des corps est directement proportionnelle à leur poids (en faisant abstraction de la résistance de l'air, qui étoit égale dans cette expérience) & que par conséquent la pésanteur appartient à tous les corps sensibles à raison de leur masse.

Newton, Prin. liber 3. prop. 6. p. 366.

§. 323. Il suit clairement de cette expérience :

Vérités qui naissent de cette expérience.

1°. Que la force qui fait tomber les corps vers la terre, se proportionne aux masses, enforte qu'elle agit comme cent sur un corps qui à cent de masse, & comme un sur un corps qui ne contient qu'un de matiére propre.

2°. Que cette force agit également sur tous les corps, quelle que soit leur forme, leur contexture, leur volume, &c.

3°. Que tous les corps tomberoient également vîte ici-bas vers la terre, sans la résistance que l'air leur oppose, laquelle est plus sensible sur les corps qui ont plus de volume & moins de masse ; & que par conséquent la résistance de

l'air eſt la ſeule cauſe pour laquelle certains corps tombent plus vîte que les autres, comme l'avoit aſſuré Galilée.

Le poids des corps eſt comme leur maſſe.

4°. Que le poids des différens corps dans le vuide, eſt directement proportionnel à la quantité de matiére propre qu'ils contiennent: en ſorte que quelque changement qui arrive dans la forme d'un corps, ſon poids dans le vuide reſte toujours le même, ſi ſa maſſe n'eſt point changée.

Différence entre la péſanteur des corps & leur poids.

§. 324. Il eſt important de remarquer ici, qu'il faut diſtinguer avec ſoin la péſanteur des corps d'avec leurs poids: la péſanteur, c'eſt-à-dire, cette force, qui anime les corps à deſcendre vers la terre, agit de même ſur tous les corps, quelle que ſoit leur maſſe; mais il n'en eſt pas ainſi de leurs poids; car le poids d'un corps eſt le produit de la péſanteur par la maſſe de ce corps: ainſi, quoique la péſanteur faſſe tomber également vîte dans la Machine du vuide (§. 322.) les corps de maſſe inégale, leur poids n'eſt cependant pas égal; car les corps ne preſſent l'obſtacle qui les ſoutient, que par l'effort qu'ils font pour obéir à la force de la gravité qui agit ſans ceſſe ſur eux: or cette force agiſſant comme cent ſur celui qui a cent parties de matiére propre, & comme dix ſur celui qui n'en a que dix; le corps qui a cent parties de matiére propre, doit péſer dix fois davantage ſur l'obſtacle qui le ſoutient, que le

corps

corps qui n'en a que dix, quoique ces corps tombent également vîte.

§. 325. Le différent poids des corps d'un volume égal dans le vuide, ſert à connoître la quantité comparative de matiére propre & de pores qu'ils contiennent ; car ſi une petite boule de ſureau, PE. d'un pouce de diamette, péſe une once dans le vuide, & qu'une boule d'or du même diamette y péſe 87. onces, la matiére propre de l'or ſera à la matiére propre du ſureau, comme 87. eſt à l'unité ; ainſi, le différent poids des corps de volume égal dans le vuide, eſt ce qu'on appelle *la péſanteur ſpécifique des corps.*

Maniére de connoître la péſanteur ſpécifique des différens Corps.

§. 326. On connoîtroit avec préciſion, par ce moyen, combien chaque corps contient de pores & de matiére propre, ſi on avoit quelque maſſe de matiére propre ſans pores ; mais comme tous les corps que nous connoiſſons ſont extrêmement poreux, & que tous les corps le doivent être néceſſairement, nous ignorons la quantité abſolue des pores & de la matiére propre que chaque compoſé contient, & nous en connoiſſons ſeulement la quantité comparative.

§. 327. Les découvertes dont je viens de rendre compte dans ces deux Chapitres, avoient appris la proportion dans laquelle la chute des corps s'accélére, on ſçavoit par celles de Gali-

lée, qu'ils parcourent des eſpaces inégaux en tems égaux ; & que ces eſpaces ſont comme les quarrés des tems. L'expérience de la chute des corps dans le vuide, & ſurtout celle des pendules faite par M. Newton, avoit fait voir que la force qui fait tomber les corps, ſe proportionne à leur maſſe, mais on ne ſçavoit point encore, du moins avec certitude, quel eſpace cette force leur fait parcourir au commencement de leur chute, dans un tems donné ; on ſçavoit ſeulement que quel que ſoit cet eſpace dans le premier moment, il eſt triple dans le ſecond, quintuple dans le troiſiéme, & ainſi de ſuite (§. 306.)

§. 328. Perſonne ne doute que la péſanteur ne ſoit l'unique cauſe des oſcillations du pendule. Or, on démontre par un Théoréme que je ſuppoſerai ici, & que vous verrez quelque jour dans l'excellent Traité de *Horologio oſcillatorio*, de M. Huguens, que le tems d'une oſcillation eſt au tems de la chute verticale, par la moitié du pendule, comme la circonférence du cercle eſt à ſon diametre, ou comme 355. à 113. & je ſuppoſe ici, pour plus de facilité, que ce ſoit comme 3. eſt à 1. Or la longueur du pendule qui bat les ſecondes à Paris, ayant été trouvée par le moyen des obſervations aſtronomiques de 3. pieds 8. lignes $\frac{1}{2}$. environ, ſi l'on prend le tiers d'une ſeconde, ou de 60. tierces, c'eſt-à-dire, 20. tierces, le corps auroit parcouru pendant

Horol. oſcill. pag. 87. 178. & 183.

dant le tems de 20. tierces dans ſa chute verticale, 18. pouces & 4. lignes, qui ſont la demie longueur du pendule; mais les eſpaces parcourus ſont comme les quarrés des tems employés à les parcourir; Ainſi, comme le quarré de 20. tierces, tems de la chute verticale, par la demie longueur du pendule, eſt au quarré de 60. tierces, tems de l'oſcillation entiére, c'eſt-à-dire, comme 400. eſt à 3600. de même 18. pouces 4. lignes, qui eſt la chute verticale, ſont à un quatriéme terme qui marquera l'eſpace parcouru pendant l'oſcillation entiére, & le quatriéme terme ſe trouve être environ quinze pieds de Paris, je dis environ; car j'ai négligé les fractions pour me ſervir des nombres ronds les plus approchans. Ainſi, M. Huguens trouva par ce moyen que les corps parcourent ici-bas 15. pieds de Paris environ dans la premiere ſeconde, lorſqu'ils tombent vers la terre par la ſeule force de la gravité.

Quel eſt l'Eſpace que les corps parcourent ici-bas en tombant dans la premiere ſeconde.

L'on peut faire par ce moyen des expériences ſur les hauteurs tombées bien plus exactes, que ſi on entreprenoit de déterminer ces hauteurs immédiatement; car les plus petites différences ſont ſenſibles ſur les pendules; ainſi, dire qu'un pendule de 3. pieds 8. lignes oſcille à Paris dans une ſeconde, ou dire que les corps tombent verticalement de 15. pieds environ dans la premiere ſeconde, dans cette latitude, c'eſt dire la même choſe.

Mais afin que ce calcul pût ſervir pour toutes

les latitudes, il faudroit trois choſes.

1°. Que la peſanteur fût la même dans toutes les Régions de la terre. 2°. Que l'eſpace que les corps parcourent en tombant dans le premier moment de leur chute, fût egal, quelle que ſoit la hauteur d'où ils tombent. Et 3°. Que l'air ne leur réſiſtât point ſenſiblement.

On verra dans la ſuite que les deux premieres ſuppoſitions ſont fauſſes, & que la péſanteur varie dans les différentes latitudes, & aux différentes hauteurs.

A l'égard de la troiſiéme ſuppoſition, c'eſt-à-dire, de la non-réſiſtance de l'air, on peut la faire ſans erreur; car cette réſiſtance eſt inſenſible dans les vibrations des pendules, puiſque des pendules de même longueur, mais qui décrivent des arcs très-différens, les décrivent cependant dans un tems ſenſiblement égal: & que dans le vuide de Boyle, ſelon les expériences faites par M. Derham (§. 460.) le mouvement du pendule ne s'accelére que de quatre ſecondes environ en une heure.

Tranſ. Phil. N. 294.

L'air retarde la chute de tous les corps.

Mais la réſiſtance de l'air, dont l'effet eſt preſque inſenſible ſur les pendules, à cauſe de leur poids & des petites hauteurs dont ils tombent, devient très-conſidérable ſur des mobiles qui tombent de haut, & elle eſt d'autant plus ſenſible que les corps qui tombent, ont plus de volume & moins de maſſe.

Tranſ. §. 329. Le Docteur Deſaguliers a fait ſur la réſiſtance

réſiſtance que l'air apporte à la chute des corps, & ſur les retardemens que cette réſiſtance apporte dans leur chute, des expériences que leur juſteſſe, & les témoins devant qui elles ont été faites, ont rendu très fameuſes : il fit tomber de la lanterne qui eſt au haut de la coupole de S. Paul de Londres, qui a 272. pieds de hauteur, en préſence de Meſſieurs Newton, Halley, Derham, & de pluſieurs autres Sçavans du premier ordre, des mobiles de toute eſpéce, depuis des Sphéres de plomb de deux pouces de diametre, juſqu'à des Sphéres formées avec des veſſies de cochons très-deſſechées & enflées d'air, de cinq pouces de diametre environ. Le plomb mit 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. à parcourir les 272. pieds, & les Sphéres faites avec des veſſies, 18. ſecondes $\frac{1}{2}$. environ, en ſorte que le plomb eut parcouru les 272. pieds environ 14. ſecondes plûtôt que les veſſies. Phil. N. 362.

Expérience du Docteur Deſaguliers ſur la chûte des corps dans l'air.

Les Sphéres de plomb qui étoient tombées en 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. de 272. pieds, auroient dû tomber, ſelon la théorie de Galilée, de 324. pieds dans les 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. en comptant la chute initiale ſelon le calcul d'Huguens (§. 328.) de 16. pieds Anglois environ dans la premiere ſeconde ; mais il faut ôter de ces 324. pieds qu'elles auroient dû parcourir, ſelon le calcul d'Huguens & de Galilée, en 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. environ 35. pieds, dont elles devoient être tombées dans le dernier quart de ſeconde de leur chute, parce que l'on comptoit la fin de la chute

de

de cette balle, de l'instant auquel on entendoit du haut du dome le bruit qu'elle faisoit en tombant, & que le tems que le son met à parcourir 272. pieds, est d'un quart de seconde environ. Ainsi, ces 35. pieds pour le tems du mouvement du son, étant ôtés des 324. reste 289. pieds que ces Sphéres de plomb auroient dû parcourir dans le vuide, dans les 4. secondes $\frac{1}{2}$. de leur chute; mais elles n'en parcoururent que 272. L'air par sa résistance retarda donc leur chute de 17. pieds environ en 4. secondes $\frac{1}{2}$.

Une Sphére de carton de 5. pouces de diametre, mit 6. secondes $\frac{1}{2}$. à faire les 272. pieds & l'on trouve par un calcul semblable au précédent, que la résistance de l'air lui ôta 53. pieds.

Un seau d'eau étant jetté du haut du dome où se faisoient ces expériences, retomba dans une pluye très-legere, par la résistance qu'il rencontra dans l'air en tombant de cette hauteur.

Il est essentiel de remarquer que le Barometre étoit environ à 30. pouces, lorsqu'on fit ces expérienees.

Expériences de M. Mariotte sur la même matiére.

Mar. Traité de la Perc. p. 116.

§. 330. M. Mariotte a fait aussi plusieurs expériences sur la chute des corps du haut de la plate-forme de l'Observatoire de Paris. Mais comme sa hauteur n'est que de 166. pieds, je ne les rapporterai point, je me contenterai d'une remarque qu'il fit, & qui me paroît très-curieuse; c'est qu'un boulet de canon, & une boule de mail de même grosseur, passerent un espace d'environ

d'environ 25. pieds, avec des vîteſſes ſenſiblement égales : enſuite le boulet anticipa la boule, & enfin il atteignit le bas lorſque la boule de mail en étoit encore à 4. pieds : la même égalité dans le commencement de la chute, ſe trouva entre des corps dont le diametre étoit très-différent ; car une boule de cire de trois pouces de diametre, & une de ſix pouces, tomberent de 30. pieds avec une vîteſſe égale ; mais à la fin de la chute, la groſſe boule précéda la petite de 6. à 7. pieds.

§. 331. Ce même M. Mariotte rapporte que ſelon ſes expériences, une boule de plomb de 6. lignes de diametre, paroiſſoit parcourir environ 14. pieds dans la premiere ſeconde ; par conſéquent la réſiſtance de l'air lui faiſoit perdre un pied dans la premiere ſeconde : mais il paroît bien difficile qu'on puiſſe s'appercevoir de cette différence. La différence totale qui ſe trouve à la fin de la chute, entre l'eſpace parcouru par le corps, & celui qu'il auroit dû parcourir dans le vuide, eſt, ce me ſemble, la ſeule choſe dont on puiſſe s'aſſurer ; & cette différence totale ne donne la différence initiale que par conjecture ; l'égalité, du moins ſenſible, que M. Mariotte dit avoir trouvé dans la vîteſſe de la chute d'une boule de mail & d'un boulet de canon, en paſſant les 25. premiers pieds, pourroit peut-être même faire croire que cette diminution n'eſt pas ſi grande dans la premiere ſeconde. (§. 332.)

Mariotte, *idem.*

Les Corps en tombant dans l'air n'acceleront pas ſans ceſſe leur mouvement.

§. 332. Ce qui eſt bien certain par toutes les expériences, c'eſt que l'air retarde la chute de tous les corps, & qu'il la retarde d'autant plus qu'ils ont plus de ſuperficie par rapport à leur maſſe: or puiſque l'air retarde la chute de tous les corps, les corps qui tombent dans l'air, ne doivent pas accelérer ſans ceſſe leur mouvement; car l'air, comme tous les Fluides, réſiſtant d'autant plus qu'il eſt fendu avec plus de vîteſſe, ſa réſiſtance doit à la fin compenſer l'accélération de la gravité, quand les corps tombent de haut: Galilée avoit encore découvert cette vérité, & en a donné une démonſtration dans le théoreme 13. de ſon dialogue troiſiéme.

§. 333. Les corps deſcendent donc dans l'air d'un mouvement uniforme, après avoir acquis un certain degré de vîteſſe, que l'on appelle *leur vîteſſe complette*, & cette vîteſſe eſt d'autant plus grande, à hauteur égale, que les corps ont plus de maſſe ſous un même volume.

§. 334. Le tems après lequel le mouvement acceléré des mobiles, ſe change en un mouvement uniforme en tombant dans l'air, eſt différent ſelon la ſurface & le poid du mobile, & ſelon la hauteur dont il tombe; ainſi, ce tems ne peut-être déterminé en général.

Expérien- §. 335. En 1669. dans la naiſſance de l'Académie

démie des Sciences, M. de Fremicle fit pluſieurs expériences pour déterminer l'eſpace que les corps parcourent en tombant dans l'air, avant d'avoir acquis leur vîteſſe complette, c'eſt-à-dire, avant que la réſiſtance de l'air ait changé le mouvement acceléré en uniforme.

ce de M. de Frenicle qui le prouve.

Hiſt. de Du Hamel p. 86.

Ce Philoſophe trouva, par ces expériences, qu'une petite boule de moële de ſureau, qui avoit quatre lignes de diametre, acquiert ſa vîteſſe complette, après avoir parcouru environ 20. pieds, & qu'une petite veſſie de coq-d'inde enflée d'air, acquiert la ſienne après avoir parcouru ſeulement 12. pieds.

Ainſi, plus les corps ont de ſurface, par rapport à leur ſolidité, & plûtôt ils acquierent leur vîteſſe complette en tombant dans l'air; c'eſt pourquoi l'on ne peut faire ces expériences que ſur des corps très-legers, à cauſe des petites hauteurs, auſquelles nous pouvons atteindre.

§. 336. Le même M. de Frenicle s'étoit trompé ſur le tems de la chute des corps de différente maſſe & de même volume dans l'air, il aſſuroit que dans un lieu fermé, une boule de plomb & une boule de bois de même diametre tomboient en même tems de 147. pieds de haut, ce qui eſt entierement faux, une expérience mal faite l'avoit jetté dans l'erreur: cet exemple nous fait voir que nous devons être d'autant plus circonſpects ſur les expériences

Méprise de M. de Frenicle ſur le tems de la chute des différens corps.

Hiſt. de Du Hamel p. 87.

ces que nous faiſons, que l'amour propre nous parle toujours en leur faveur.

Calcul de M. Pitot qui montre comment la pluye peut tomber ſur la terre ſans rien endommager.

§. 337. M. Pitot a calculé qu'une goute d'eau qui ſeroit la 10.000:000.000. partie d'un pouce cube d'eau tomberoit dans l'air parfaitement calme de 4. pouces $\frac{7}{10}$. par ſecondes d'un mouvement uniforme, & que par conſequent elle y feroit 235. toiſes par heure: on voit par cet exemple, que les corps legers qui tombent du haut de notre atmoſphére ſur la terre, n'y tombent pas d'un mouvement acceleré, comme ils tomberoient dans le vuide par la force de la péſanteur; mais que l'accélération qu'elle leur imprime, eſt bientôt compenſée par la réſiſtance de l'air: ſans cela, la plus petite pluye feroit des ravages infinis; & loin de fertiliſer la terre, elle détruiroit les fleurs & les fruits, la Providence y a pourvû par la réſiſtance de l'air qui nous entoure.

Mem. de l'Acad. année 1728. p. 376.

Les corps tombent perpendiculairement à la ſurface de la terre.

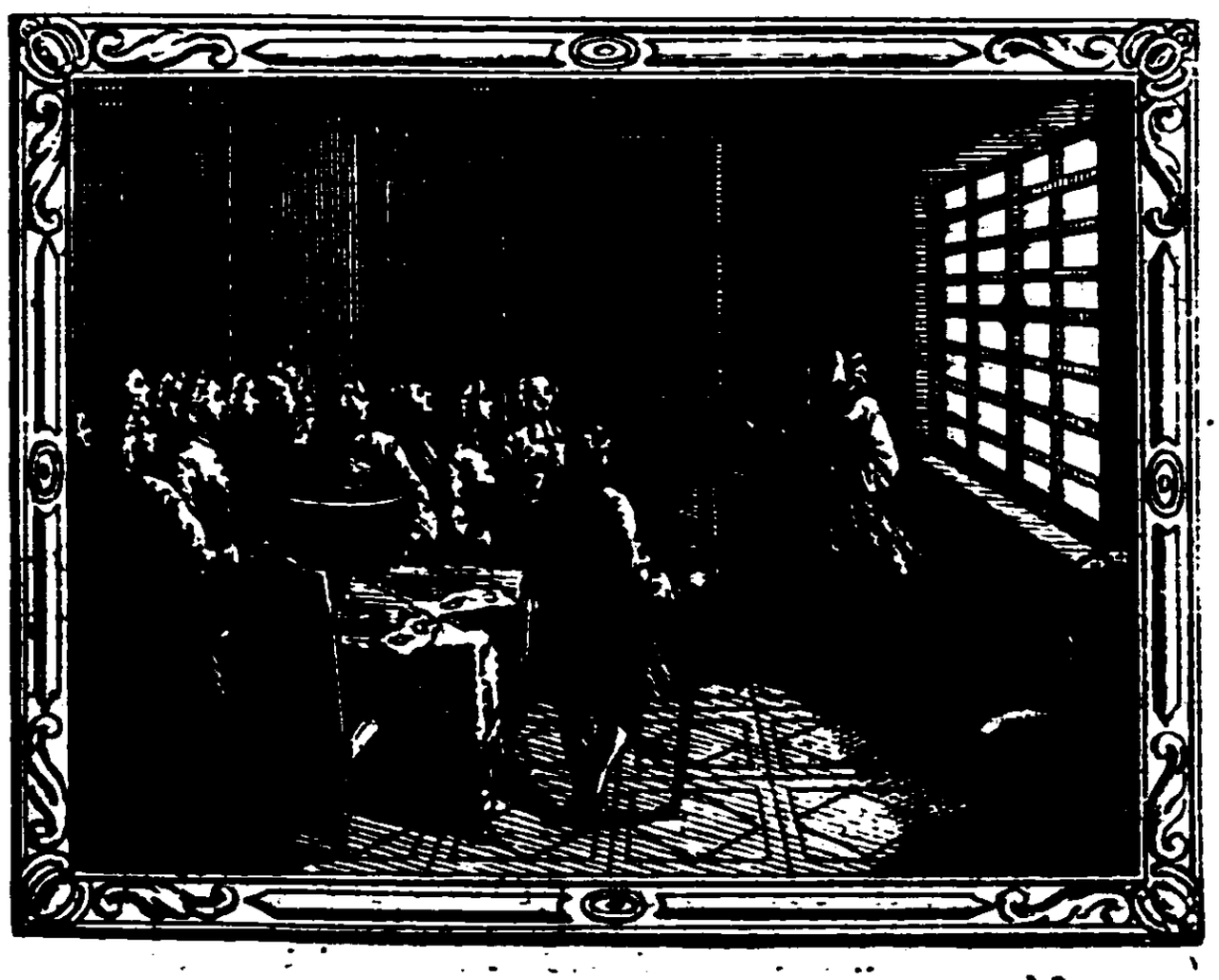
§. 338. Les corps abandonnés à eux-mêmes tombent vers la terre, ſelon une ligne perpendiculaire à l'horiſon; car il eſt conſtant par l'expérience que la ligne de direction des graves eſt perpendiculaire à la ſurface de l'eau: or la terre étant certainement ſphérique, ainſi que toutes les obſervations géographiques & aſtronomiques le démontrent, le point de l'horiſon vers lequel les graves ſont dirigés dans leur chute, peut toujours être conſidéré comme l'extrémité d'un

des

des rayons de cette ſphére. Ainſi, ſi la ligne ſelon laquelle les corps tombent vers la terre, étoit prolongée, elle paſſeroit par ſon centre, ſuppoſé que la terre fût parfaitement ſphérique; mais la terre au lieu d'être une Sphére parfaite, étant un ſphéroïde applati vers les poles, & élevé vers l'équateur ſelon les meſures par leſquelles Meſſieurs de Maupertuis, Clairaut, & les autres Académiciens qui ont été au pole, viennent de fixer ſa figure, (§. 383.) la ligne de direction des graves ne tend point directement au centre de la terre; *leur lieu de tendance* ſe trouve être un certain eſpace autour de ce centre: cependant on ſuppoſe ordinairement que les corps en tombant tendent directement au centre de la terre, parce que cette ſuppoſition ſe peut faire ſans erreur ſenſible, leur direction étant toujours perpendiculaire à la ſurface.

Et tendent par conſéquent à ſon centre.

CHAP.



CHAPITRE XV.

Des Découvertes de M. Newton ſur la peſanteur.

§. 339.

IL n'y a point de Phénomenes dans la Nature, dont l'explication ait plus embarraſſé les Philoſophes, que ceux de la péſanteur.

§. 340. On a vû dans le chap. 14^e. qu'Ariſtote les expliquoit comme tous les autres effets phyſiques, c'eſt-à-dire, par des mots vuides de ſens. *

* Ariſtote étoit ſans doute un grand homme, mais c'étoit un mauvais Phyſicien, & c'eſt tout ce que j'ai prétendu dire dans les endroits de cet ouvrage où je condamne ce Philoſophe.

§ 341.

§. 341. Deſcartes, qui par ſa façon méthodique de raiſonner, avoit dégouté les hommes du jargon inintelligible des Ecoles, lequel avoit encore obſcurci Ariſtote, parut rendre une raiſon plauſible de la peſanteur; & expliquer ce Phénomene ſi ordinaire, & ſi ſurprenant, d'une façon ſatisfaiſante.

Il avoit ſuppoſé que la terre étoit entourée d'un grand tourbillon de matiére ſubtile, qui circule autour d'elle d'Occident en Orient, & qui l'emporte dans ſa rotation journaliére, & que cette matiére ſubtile repouſſoit les corps peſans vers la terre, par la ſupériorité de la force centrifuge qu'elle acqueroit en tournant.

Comment Deſcartes expliquoit la chute des corps vers la terre.

§. 342. Il faut avouer, que lorſqu'on ne compte pas à la rigueur, rien ne paroît plus ingénieux, & plus ſimple que cette explication que Deſcartes donnoit de la peſanteur; mais lorſqu'on entre dans le détail des Phénomenes qui accompagnent la chute des corps, ce qui paroiſſoit d'abord ſi ſimple, ſe trouve ſujet à de grandes difficultés.

Cette explication eſt ſujette à de grandes difficultés.

Les deux principales roulent ſur la progreſſion, dans laquelle la chute des corps s'opére, & ſur ſa direction dans leur chute; car ſi le tourbillon qui emporte la terre dans ſa rotation journaliére, cauſoit la peſanteur, les corps ne devroient point tomber, ſelon la progreſſion découverte par Galilée, & au lieu d'être

dirigés vers le centre de la terre dans leur chute, ils devroient tendre perpendiculairement à ſon axe.

De quelle façon M. Hughens à remédié aux deux principales.

§. 343. M. Hughens a repondu à ces deux difficultés, en ſuppoſant que la matiére qui fait la peſanteur, va dix ſept fois plus vîte que la terre, & que le mouvement de cette matiére ſe fait en tout ſens; car par ces deux ſuppoſitions, on peut expliquer pourquoi les corps tombent ſelon la progreſſion de Galilée, & pourquoi ils ſont dirigés vers le centre de la terre, & non pas perpendiculairement à ſon axe.

§. 344. Je ne m'arrêterai point à vous rapporter ici les autres objections que l'on a fait contre cette explication de Deſcartes, ni la façon dont les grands hommes qui ont ſuivi ſon ſentiment, ont cru pouvoir y remédier; vous pouvez les voir dans leurs ouvrages, dont pluſieurs ſont à votre portée; mon but eſt de vous faire connoître ici la façon dont M. Newton explique les mêmes Phénoménes par l'attraction, & comment le cours des Aſtres lui a fait découvrir que tous les corps céleſtes tendent vers le centre de leur révolution par la même cauſe qui fait la peſanteur ſur la terre.

§. 345. La matiére par ſon inertie tend toujours à conſerver ſon état préſent: ainſi, tout corps

corps mû en rond tend à s'échaper par la tangente, c'eſt-à-dire, par chacune des droites infiniment petites qu'il parcourt à chaque inſtant, & c'eſt cet effort que le corps fait pour continuer à ſe mouvoir dans cette petite ligne droite, qu'on appelle *force centrifuge*. Donc aucun corps ne pourroit ſe mouvoir circulairement, ſi quelque force ne lui faiſoit changer à tout moment ſa direction, & ne le forçoit à décrire une ligne courbe.

Le mouvement en ligne courbe eſt donc toujours un mouvement compoſé ; or on ſait que toutes les Planetes tournent autour du Soleil dans des courbes, il faut donc néceſſairement que deux puiſſances, dont l'une les faſſe aller en ligne droite, & l'autre les en retire continuellement, agiſſent ſur elles, & les dirigent dans leur cours.

On ſait que la force qui feroit ſeule décrire une ligne droite aux Planetes, eſt la force de projectile, qui leur a été imprimée au commencement par le Créateur ; mais quelle eſt celle qui les retire de cette ligne droite à chaque inſtant, & qui les force à décrire une ligne courbe, & à tourner autour d'un centre ; voilà ce que M. Newton s'eſt propoſé de découvrir.

Les corps céleſtes s'échaperoient tous par la tangente, ſi quelque force ne les en retiroit.

Il eſt néceſſaire de connoître les découvertes de Kepler ſur le cours des Aſtres, pour entendre comment M. Newton parvint à découvrir que tous les corps céleſtes tendent vers leur

centre, & que c'eſt ce principe qui les retient dans leur orbite, & qui fait la peſanteur ſur la terre.

Explication des deux analogies de Kepler.

Planche 6. *Fig.* 32.

§. 346. Une des loix découvertes par Kepler eſt, *que les Planetes en tournant autour du Soleil décrivent des aires égales en tems égaux*, en ſorte que ſi l'on conçoit du point B. d'où une Planete eſt partie, au point C. où elle arrive, deux lignes droites B. S. C. S. tirées au Soleil S. l'aire du ſecteur écliptique S. B. C. formé par ces deux lignes, & par l'arc de la courbe que la Planete a parcouru, croît en même proportion que le tems pendant lequel elle ſe meut.

Elemens de Newton ch. 20.

§. 347. La ſeconde loi de Kepler eſt, *que le tems qu'une Planete employe à faire ſa revolution autour du Soleil, eſt toujours proportionnel à la racine quarré du cube de ſa moyenne diſtance à cet Aſtre*; vous avez vû l'explication de cette loi dans les Elemens de la Philoſophie de Newton, que nous avons lus enſemble; ainſi, je ne vous la repeterai point ici.

Démonſtrations que M. Newton a tirées des loix de Kepler.

§. 348. M. Newton, en cherchant à connoître la cauſe de ces loix découvertes par Kepler, a démontré, à l'aide de la plus ſublime geométrie,

1°. Que ſi un corps qui ſe meut eſt attiré vers un centre mobile ou immobile, il décrira autour

autour de ce centre des aires proportionnelles au tems, & réciproquement, que ſi un corps décrit autour d'un centre des aires proportionnelles au tems, il y a une force qui le porte vers ce centre. *Fig. des Aſtres.*

2°. Que ſi un corps qui ſe meut autour d'un centre qui l'attire, acheve ſa revolution dans un tems proportionel à la racine quarrée du cube de ſa moyenne diſtance à ce centre, la force qui l'attire, diminue comme le quarré de ſa diſtance au centre vers lequel il eſt attiré, & réciproquement, &c.

§. 349. Ainſi, la premiere loi de Kepler, c'eſt-à-dire, la proportionalité des aires & des tems, fit découvrir à M. Newton, une force centrale en général, qu'il appelle *la force centripete*, & la ſeconde, qui eſt le rapport entre le tems de la revolution des Planetes, & leur diſtance au centre, lui fit connoître la loi que ſuit cette force.

§. 350. Non-ſeulement les Planetes principales obſervent ces loix en tournant autour du Soleil, mais les Planetes ſecondaires les ſuivent auſſi en tournant autour de la Planete principale, qui eſt le centre de leur revolution: ainſi, les Planetes ſecondaires tendent vers les Planetes principales, autour deſquelles elles tournent, dans la même proportion que les Planetes principales tendent vers le Soleil, leur

Toutes les Planetes obſervent les loix de Kepler dans leur cours.

centre, puiſque les unes & les autres obſervent les mêmes loix dans leur cours.

§. 351. Ce n'eſt pas ici le lieu de montrer, comment tous les corps céleſtes confirment cette découverte par la regularité de leur cours, & comment les Cometes ne ſemblent venir étonner notre Univers, que pour rendre un nouveau témoignage à ces vérités apperçues par M. Newton : cet article appartient au livre où je vous parlerai de notre Monde planetaire, & je ne vous indique même ici les découvertes que M. Newton a fait ſur le cours des Aſtres, que parce que ce ſont ces découvertes qui l'ont conduit à connoître que la même cauſe qui les dirige dans leur cours, opére la chute des corps vers la terre.

Comment M. Newton eſt parvenu a découvrir que la Lune en tournant autour de la terre, obſerve la ſeconde loi de Kepler.

§. 352. La Lune tend vers la terre, car elle parcourt en tournant autour d'elle des aires égales en tems égaux ; mais par la ſeule conſidération de la révolution de la Lune autour de la terre, on ne connoît point encore la loi que ſuit cette tendance ; car quoi que j'aie dit que les Planetes ſecondaires ſuivent les deux loix découvertes par Kepler, en tournant autour de leur Planete principale, c'eſt en comparant le tems de la révolution, & l'éloignement de deux Planetes qui tournent autour d'un même centre, que l'on découvre que le tems de leur révolution eſt proportionel à la racine quarrée du cube

cube de leur moyenne distance à ce centre, & que l'on voit par conséquent qu'elles observent la seconde loi de Kepler, & que la force qui agit sur elles, décroit comme le quarré de la distance; car sans comparaison il n'y a point de proportion.

§. 353. Jupiter, & Saturne, ayant chacun plusieurs Satellites, on trouve aisément par une régle de trois que vous connoissez, que ces Satellites suivent dans leurs révolutions les deux loix de Kepler; mais la terre n'ayant que la Lune pour Satellite, on n'a point de Planete de comparaison, pour s'assurer que la Lune en tournant autour de la terre suit la deuxiéme loi de Kepler, & pour connoître selon quelle proportion la Lune tend vers la terre.

§. 354. M. Newton, à force de sagacité & de calcul, a démontré dans le corollaire premier de la proposition 45. de son premier Livre, *que lorsqu'une Planete se meut autour d'un centre mobile dans un orbe fort approchant du cercle (tel que l'Orbe que décrit la Lune autour de la terre), on peut déterminer par le mouvement de ses apsides* en quelle raison la puissance qui* *Principia Mathematica.*

* On appelle aphelie, le point A. de l'orbite le plus éloigné du Soleil S. ou du corps qui est le centre de la révolution, & perihelie le point B. qui en est le plus proche, la ligne AB. qui passe par l'aphelie A. & le perihelie B. s'appelle la ligne des apsides. *Fig.* 33.

lui fait parcourir ſon orbite agit ſur elle, & en appliquant cette propoſition au cours de la Lune, il détermina que l'attraction de la terre ſur cette Planete, décroît dans une raiſon un peu plus grande que la raiſon doublée des diſtances ; mais ce fut la comparaiſon de la chute des corps, & du tems periodique de la Lune qui l'aſſura entierement, que la force qui retient la Lune dans ſon orbite, décroît dans cette proportion.

§. 355. Les corps que l'on jette horiſontalement retombent vers la terre : cependant en faiſant abſtraction de la réſiſtance de l'air, ces corps par leur inertie devroient ſuivre à l'infini la ligne droite dans laquelle on les jette, ſi aucune autre force n'agiſſoit ſur eux : il eſt certain que la force qui retire à tout moment ces corps de la ligne droite dans laquelle on les a jettés, & qui les fait retomber vers la terre en décrivant une courbe, eſt la même qui les y fait tomber en ligne perpendiculaire, quand on les abandonne à eux-mêmes : or, l'expérience nous apprend que les corps que l'on jette, font d'autant plus de chemin avant de retomber vers la terre, que la force projectile qu'on leur a imprimée eſt grande. Donc avec une force projectile ſuffiſante, un corps pourroit tourner au tour de la terre ſans y retomber, & la circulation de ce corps projetté autour de la terre, ſeroit une preuve auſſi certaine de

de ſa gravité, que ſa chute vers la terre en ligne perpendiculaire, lorſqu'on l'abandonne à lui-même.

La même cauſe produit la peſanteur des corps ſur la terre, & dirige la Lune dans ſon cours.

§. 356. En appliquant cette conſidération à la Lune, M. Newton conclut par analogie, que la révolution de la Lune autour de la terre pourroit bien être l'effet de la même force, qui fait tomber les corps peſans vers la terre; ainſi, en faiſant donc des corps qui tombent ici-bas vers la terre par la peſanteur, une Planete de comparaiſon, il raiſonna ainſi: ſi la force qui dirige la Lune dans ſon orbite, décroît comme le quarré de la diſtance au centre de la terre, & ſi cette même force fait la peſanteur des corps graves, elle doit être 3600. fois plus grande ſur les corps qui ſont placés près de la ſurface de la terre que ſur la Lune; car les eſpaces parcourus par des corps animés par différentes forces, ſont dans le commencement de leur chute proportionnels à ces forces: or, la Lune dans ſon éloignement moyen eſt éloignée du centre de la terre de 60. demi diametres de la terre environ, & tous les corps qui ſont près de la ſurface de la terre ſont regardés comme étant à un demi diametre de ſon centre, à cauſe des petites hauteurs auſquelles nous pouvons atteindre: ainſi, ſi cette force décroît comme le quarré de la diſtance, elle doit faire parcourir 3600. fois moins d'eſpace à la Lune qu'aux corps graves ici-bas dans le premier inſtant de leur chute.

§. 357.

§. 357. La distance de la Lune au centre de la terre étant comme je viens de le dire, d'environ 60. demi diametres de la terre dans son éloignement moyen, soit B. K. H. l'orbite de la Lune, & BF. l'arc de cet orbite qu'elle parcourt en une minute, il est certain que tout mouvement circulaire étant un mouvement composé, la Lune en décrivant cet arc BF. obéit à deux forces, sçavoir, à la force projectile qui la dirigeroit seule dans une ligne droite d'Orient en Occident, vers BE. & à la force centripete, qui la feroit tomber perpendiculairement vers la terre en B. T. si la Lune n'obéissoit qu'à cette seule force.

Fig. 34.

Démonstration de cette vérité par le moyen mouvement de la Lune comparé à la chute des corps.

Or, en décomposant le mouvement composé, on peut connoître la quantité de l'action de chacune des forces composantes, & par conséquent, le chemin que chacune d'elles eût fait parcourir au mobile, si elle avoit seule agi sur lui : ainsi, en faisant que l'arc B F. devienne la diagonale du paralellogramme B.D.G.F. on aura les lignes B G, B D. qui représenteront le chemin que chacune des deux forces, qui font parcourir à la Lune l'arc B F. en une minute, lui eût fait parcourir séparement pendant ce même tems.

Fig. 34.

Sans la force qui la porte vers la terre, la Lune parcoureroit dans une minute la tangente B G, & par conséquent, l'effet de la force centripete est de la retirer de cette tangente par la ligne GF. égale à BD. C'est donc la force centripete

centripete, qui fait qu'au bout d'une minute la Lune ſe trouve en F. au lieu d'être en G. G. F. ou B. D. qui lui eſt égale, eſt donc l'eſpace que la force qui porte la Lune vers la terre, fait parcourir à la Lune dans une minute, indépendamment de la force projectile, qui la pouſſe dans la tangente BE. c'eſt donc la valeur de GF=BD. qu'il faut trouver. Fig. 34.

§. 358. Or, il y a pluſieurs maniéres de trouver la valeur de cette ligne BD.=GF.

La plus courte & la plus ſimple dépend d'une propoſition démontrée par Meſſieurs Hughens & Newton; ſçavoir, *qu'un corps qui fait ſa révolution dans un cercle tomberoit dans un tems donné vers le centre de ſa révolution, par la ſeule force centripete, d'une hauteur égale au quarré de l'arc qu'il décrit dans le même tems, diviſé par le diametre du cercle.* *Princip. Mathem. lib. 1. corol. 9. prop. 4. & 36. & Hughens de Vi Centrif. prop. 6.*

Cette propoſition étant reçûe de tous les Géometres, il eſt aiſé de trouver par ſon moyen la valeur de la ligne GF. & par conſéquent celle de la ligne BD. qui lui eſt égale.

On ſçait par les meſures de M. Picard, que la circonférence de la terre eſt de 123249600. pieds de Paris, on ſçait par conſéquent que l'orbite de la Lune qui eſt 60. fois plus grande, eſt de 7394976000. pieds, & que le diametre de cet orbite eſt de 2353893840. pieds. Fig. 34.

La révolution de la Lune autour de la terre ſe fait en 27. jours 7. heures 43′ ſidérales, ou dans

dans 39343. minutes. Ainſi, en diviſant l'orbe de 7394976000. pieds par 39343. l'on trouve que l'arc B F. que la Lune parcourt dans une minute, eſt de 187961. pieds, donc ſuivant la
Fig. 34. propoſition de Meſſieurs Hughens & Newton, le quarré de cet arc BF^2. qui eſt de 35329337521. P. étant diviſé par le diametre de l'orbe de la Lune, c'eſt-à-dire, par la ligne BG. qui eſt de 2353893840. pieds, l'on a G F. ou B D = $\frac{BF^2.}{BG.}$ c'eſt-à-dire, $\frac{35329337521.}{2353893840.}$ = 15. pieds de Paris * environ.

§. 359.

---

* Il y a deux remarques à faire ſur cette évaluation de l'arc
Fig. 35. BF. & de ſa petite ligne BD. c'eſt qu'afin qu'elle ſoit juſte, il ne faut prendre de l'orbite de la Lune qu'une partie parcourue dans un tems très-petit, comme j'ai fait dans l'exemple cité, afin que cet arc puiſſe être pris pour la Diagonale du paralelogramme B D G F. car on ſçait que dans un tems très-petit la ligne parcourue par un corps dans ſon mouvement circulaire, peut être conſidérée ſans erreur ſenſible, comme une petite droite qui eſt la diagonale des deux directions que le corps a actuellement; ſans cette condition de la petiteſſe de l'arc B F. par rapport à la grandeur du cercle B F E. il ne ſeroit pas per-
Fig. 35. mis de regarder G F. comme l'eſpace tombé vers le centre, ce ſeroit H F. mais lorſque l'arc B F. eſt très-petit, la différence entre G F. & H F. eſt inſenſible.

La ſeconde remarque eſt, que la démonſtration de Meſſieurs Hughens & Newton eſt pour un cercle, & que les Planetes font leur révolution dans des élliples, dont quelques-unes même ne ſont pas des élliples réguliéres, comme celle que décrit la Lune PE.

Mais M. Hughens a démontré que chaque courbe dans quelqu'une de ſes parties que ce ſoit, a la même courbure qu'un certain cercle qu'on nomme *Oſculateur*; parce que dans cet endroit il y a une partie commune a la courbe & au cercle, & par la conſidération de ce cercle, dont M. Hughens a appris à trouver le rayon pour chaque point de la courbe, on peut trouver l'expreſſion de la force centripete dans toutes les courbes,

§. 359. L'eſpace que la force qui porte la Lune vers la terre, lui fait parcourir en une minute, eſt donc de quinze pieds de Paris, & un peu plus. Donc ſi la même force qui dirige la Lune dans ſon orbite, fait tomber les corps vers la terre, & ſi cette force décroît comme le quarré de la diſtance au centre de la terre, les corps doivent parcourir ici-bas près de la ſurface de la terre 54000. pieds dans la premiere minute, ou 15. pieds dans la premiére ſeconde, c'eſt-à-dire, 3600 fois plus d'eſpace qu'ils n'en parcourroient dans le même tems, s'ils étoient tranſportés à la hauteur où eſt la Lune, puiſque 36000. eſt le quarré de 60. éloignement de la Lune à la terre en demi diametres de la terre; or vous avez vû dans le chapitre précédent que les corps tombent ici-bas de 15. pieds de Paris dans la premiére ſeconde, cette force agit donc 3600. fois moins ſur la Lune que ſur les corps graves qui tombent ici-bas. Donc c'eſt la même force qui retient la Lune dans ſon orbite, & qui fait tomber les corps ici-bas, & cette force décroît comme le quarré de diſtance au centre.

La force qui retient la Lune dans ſon orbite, & qui fait tomber les corps décroît comme le quarré de la diſtance au centre de la terre.

courbes, & comparer cette force, non-ſeulement pour chaque point de la même courbe; mais auſſi de courbe à courbe: cette propoſition à beaucoup ſervi à M. Newton: ainſi, c'eſt M. Hughens que l'on peut dire avoir été le précurſeur de Newton, bien plus que Deſcartes, dont il n'a preſque rien emprunté.

§. 360. Tout le monde ſçait, mais on ne peut trop le répéter, que M. Newton avoit adandonné l'idée qu'il avoit conçûe, que la même force qui retient les Planetes dans leur orbite, opére ici-bas la peſanteur & la chute des corps, parce qu'ayant de fauſſes meſures de la terre, & n'ayant point eu de connoiſſance dans la ſolitude, où il vivoit alors, de celles de M. Picard priſes en 1669. ni même de celle de Norwood ſon compatriote en 1636. il ne trouvoit pas entre le moyen mouvement de la Lune, & la chute des corps ſur la terre le rapport qui devoit s'y trouver, ſi ces deux Phénomenes étoient opérés par la même cauſe, rapport que je viens de vous faire voir, que les véritables meſures lui donnerent.

Cette force ſe proportionne aux maſſes.

§. 361. Si les mouvemens céleſtes & les loix de Kepler ont découvert à M. Newton, une des loix, ſelon laquelle la peſanteur & le cours des Planetes s'opére, ce qui ſe paſſe ici-bas dans la chute des corps, lui a découvert une autre loi, que la force qui opére ces Phénomenes, ſuit auſſi inviolablement, c'eſt qu'elle ſe proportionne aux maſſes.

§. 362. On a vû au chapitre 14. (§. 322.) que des Pendules égaux en poids font leurs vibrations en tems égaux, quand le fil auquel on les ſuſpend eſt égal, quel que ſoit l'eſpece des corps

corps qui les compoſent, & que par conſéquent la force qui fait tomber les corps ici-bas, appartient à toute la matiére propre des corps, & réſide dans chacune de ſes parties, en ſorte que dans différens corps, elle eſt toujours directement proportionnelle à la quantité de matiére propre qu'ils contiennent. Donc puiſqu'on vient de voir dans les ſeſſions précédentes, que la même force qui fait tomber les corps vers la terre, retient la Lune dans ſon orbite, cette force réſide dans le corps entier de la Lune, en raiſon directe de la matiére propre de cette Planete, comme elle réſide ici-bas dans les différens corps, en raiſon directe de leur quantité de matiére propre : or, les Planetes principales, en tournant autour du Soleil, & les Planetes ſecondaires, en tournant autour de leur Planete principale, ſuivent les mêmes loix que la Lune dans ſa révolution autour de la terre. Donc la force qui les retient dans leur orbite agit ſur chacune d'elles, en raiſon directe de la quantité de matiére propre qu'elles contiennent.

§. 363. De plus, le tems que les Planetes employent à faire leur révolution autour du Soleil, étant proportionnel à la racine quarrée du cube de leur moyenne diſtance à cet Aſtre, la force qui les porte vers le Soleil décroît comme le quarré de leur diſtance au Soleil. Donc à égale diſtance du Soleil la force qui les porte vers lui, agiroit ſur elles également. Donc alors

elles

elles parcourroient des eſpaces égaux en tems égal vers le Soleil, & ſi elles perdoient toute leur force projectile, elles arriveroient en même tems à cet Aſtre, de même que tous les corps qui tombent ici-bas de la même hauteur arrivent en même tems à la ſurface de la terre, quand la réſiſtance de l'air eſt ôtée: or la force qui agit également ſur des corps inégaux, doit néceſſairement ſe proportionner à la maſſe de ces corps. Donc la force qui fait tomber les corps vers la terre, & qui fait tourner les Planetes autour de leur centre, ſe proportionne à leurs différentes maſſes; & par conſéquent le poids de chaque Planete ſur le Soleil, eſt en raiſon directe de la quantité de matiére propre que chacune d'elles contient.

§. 364. On prouvera la même choſe des ſatellites de Jupiter, & des Lunes de Saturne, par rapport à leur Planete principale; car le tems de leur révolution autour de la Planete qui leur ſert de centre, eſt proportionnel à la racine quarrée du cube de leur moyenne diſtance à cette Planete.

§. 365. Vous voyez par tout ce que je viens de vous dire, quel chemin immenſe la raiſon humaine a eu à faire, avant de parvenir à découvrir quelles loix ſuit la cauſe qui opére la peſanteur, puiſqu'il a fallu que les corps céleſtes, qui ſont placés ſi loin de nous, nous l'ayent, pour ainſi dire, appris.

§. 366.

§. 366. Quelques-uns ont crû que le poids de la même quantité de matiére propre, étoit variable dans le même endroit de la terre, de fauſſes expériences les avoient jettés dans cette erreur; & c'eſt un écueil dont il faut d'autant plus ſe garder, que l'amour propre nous parle toujours en faveur de celles que nous avons faites. Le poids des mêmes corps peut varier, à la vérité, dans le même endroit de la terre, mais c'eſt ſeulement par l'augmentation ou la diminution de la matiére propre de ces corps, & c'eſt ce qui arrive aux Plantes qui ſe fannent, & à tous les corps qui s'évaporent; mais le poids des corps à la même diſtance du centre de la terre, eſt toujours comme la quantité de matiére propre qu'ils contiennent.

Fauſſe opinion ſur le poids des corps.

§. 367. Mais quand cette diſtance augmente, alors le poids des corps diminue, je dis leur poids abſolu; car leur poids comparatif reſte toujours le même: ainſi, un homme qui porte 100ᵗ. près de la ſurface de la terre, par exemple, porteroit 900ᵗ. s'il étoit trois fois plus éloigné de ſon centre, mais le poids de 100ᵗ. y ſeroit la neuviéme partie du poids de 900ᵗ. comme ici-bas.

§. 368. Puiſque la force qui fait tomber & peſer les corps ſur la terre, agit d'autant moins ſur eux, qu'ils ſont plus éloignés du centre de

la terre, ils y tomberont d'autant moins vîte qu'ils seront plus éloignés de ce centre, mais à égale distance, ils y tomberont tous également vîte, de sorte qu'une boule de papier transportée à la région de la Lune, & qui ne pesera sur la terre que la 3600. partie de ce qu'elle pese ici-bas, tomberoit sur la terre en même tems que la Lune, si la Lune venoit à perdre tout son mouvement de projectile, & cette boule & la Lune parcoureroient des espaces égaux pendant tout le tems qu'elles mettroient à tomber, en faisant abstraction de toute résistance du milieu dans lequel elles tomberoient; car c'est comme si on supposoit la masse de la Lune divisée en autant de parties qu'elle contient de fois cette boule de papier.

§. 369. On a vu dans le chap. 13. que Galilée avoit démontré avant M. Newton, que la force, telle qu'elle soit, qui anime les corps à descendre vers la terre, étant supposée agir également à chaque instant indivisible, elle devoit leur faire parcourir des espaces, comme les quarrés des tems & des vîtesses, & sa démonstration suffisoit pour connoître l'action de la gravité sur les corps qui tombent ici-bas, parce que les hauteurs ausquelles nous pouvons atteindre, sont trop médiocres pour produire dans la chute initiale des corps des différences sensibles.

Mais la théorie de Galilée eût été bien insuffisante, si l'on eût pû faire des expériences à

à des hauteurs assez grandes pour s'apperçevoir du décroissement de la pesanteur ; car cette théorie supposoit une force uniforme, & M. Newton a démontré, comme on vient de le voir, que l'énergie de cette force décroît comme le quarré de la distance.

Expérience de M. Richer sur le Pendule

§. 370. M. Richer fut le premier qui s'apperçut dans un voyage qu'il fit à l'Isle de Cayenne en 1672. que l'Horloge à Pendule qu'il avoit apporté de Paris, retardoit considérablement sur le moyen mouvement du Soleil, & que par conséquent, il falloit que les oscillations du Pendule de cet Horloge fussent devenues plus lentes en approchant de l'équateur; or la durée des oscillations d'un Pendule qui décrit des arcs de cycloïde ou de très-petits arcs de cercle, dépend, ou de la résistance que l'air apporte à ses oscillations, ou de la longueur du Pendule, ou enfin de la force avec laquelle les corps tendent à tomber vers la terre.

Conséquences qui naissent de cette expérience.

§. 371. La première de ces trois causes, c'est-à-dire, la résistance de l'air, est si médiocre, qu'elle peut sans erreur sensible être comptée pour rien, d'autant plus que le Pendule, de M. Richer éprouvoit cette résistance à Paris, comme à Cayenne; la seconde qui est la longueur du Pendule, n'avoit point changé, puisque c'étoit le même Horloge : il falloit donc

que la force qui fait tomber les corps fût moindre à Cayenne qu'à Paris, c'eſt-à-dire, à 5. degrés environ, qui eſt la latitude de l'Iſle de Cayenne, qu'à 49. degrés environ qui eſt celle de Paris, puiſque les oſcillations du même Pendule étoient plus lentes dans cette Iſle qu'à Paris.

§. 372. On nia long-tems cette expérience de M. Richer ; quelques-uns prétendirent qu'on devoit l'attribuer à la chaleur du climat, qui avoit allongé la verge de métal, à laquelle le Pendule étoit ſuſpendu, mais outre qu'il eſt prouvé par l'expérience que l'allongement cauſé par la chaleur de l'eau bouillante même eſt moindre que celui de l'expérience de Richer, on a toujours été obligé de racourcir le Pendule en approchant de l'équateur, quoiqu'il faſſe ſouvent moins chaud ſous la ligne, qu'à 15. ou 20. degrés de la latitude ; & en dernier lieu, les Académiciens des Sciences qui ſont au Perou, ont été obligés de racourcir leur Pendule à Quito pendant qu'il y geloit très-fort : le racourciſſement du Pendule dans l'Iſle de Cayenne étoit donc uniquement cauſé par la diminution de la peſanteur vers l'équateur.

Quelles ſont les cauſes de la diminu-

§. 373. En ſuppoſant le mouvement diurne de la terre, dont je ne crois pas que perſonne doute à préſent, quoiqu'il ne ſoit pas démontré

en

en rigueur, deux raiſons peuvent diminuer la peſanteur des corps; ſçavoir, la force centrifuge que les parties de la terre acquerent par ſa rotation; (car la force centrifuge tendant à éloigner les corps du * centre de la terre, elle eſt oppoſée à la peſanteur, qui les y fait tendre) & les variations qui peuvent ſe trouver en différens endroits de la terre, dans la force qui fait tomber les corps vers la terre, c'eſt-à-dire, dans la peſanteur même. tion de la peſanteur.

§. 374. La force centrifuge des corps égaux qui décrivent dans le même tems des cercles inégaux, eſt proportionnelle aux cercles qu'ils décrivent: ainſi, la force centrifuge des parties de la terre doit être d'autant plus grande que l'on approche davantage de l'équateur, puiſque l'équateur eſt le grand cercle de la terre: c'eſt donc ſous l'équateur où la force centrifuge diminuera le plus la peſanteur. Digreſſion ſur la figure de la terre.

§. 375. On voit aiſément que la figure actuelle de la terre doit réſulter de la peſanteur primitive, & de la force centrifuge, & que ſoit que la forme de la terre (ſuppoſée en repos, lorſqu'elle ſortit des mains du Créateur) ait été

---

* Ce n'eſt que ſous l'équateur où la force centrifuge détruit une partie de la peſanteur égale à elle-même; mais dans tous les autres endroits de la terre, elle la diminue inégalement, & d'autant moins qu'on s'éloigne davantage de l'équateur.

La forme actuelle de la terre dépend de la pesanteur primitive, & de la force centrifuge combinées.

celle d'une Sphére parfaite, ou d'un spheroïde quelconque, la force centrifuge doit avoir altéré cette forme; car la force diminuant inégalement la pesanteur des colonnes de la matiére (supposée homogene & fluide) qui compose la terre, selon qu'elles sont plus ou moins près de l'équateur, les colonnes dont la pesanteur est plus diminuée, doivent devenir plus longues pour être en équilibre avec celles dont la pesanteur est moins diminuée: ainsi, la force centrifuge doit avoir nécessairement altéré la figure primitive de la terre.

Mais sa forme primitive a dépendu de la seule pesanteur.

§. 376. Mais quelle a été cette premiere forme de la terre? voilà ce qu'on ne pourroit sçavoir qu'en connoissant la pesanteur primitive; car il est certain que la forme de la terre, supposée en repos, a dû être l'effet de la seule pesanteur; il est donc certain, que si la pesanteur primitive, c'est-à-dire, la pesanteur non-diminuée par la force centrifuge étoit bien connue, les expériences sur les Pendules dans différentes regions de la terre détermineroient sa figure avec certitude; car ces expériences nous donneroient la diminution, que la force centrifuge apporte à la gravité primitive, dans les différentes latitudes; & il seroit aisé d'en déduire l'altération qu'elle a dû apporter à la figure primitive de la terre, dont la matiére est supposée avoir été fluide & homogene dans le tems de la création.

§. 377.

§. 377. Auſſi Meſſieurs Hughens & Newton penſoient ils que la connoiſſance des différentes peſanteurs dans les différentes régions de la terre pourroit ſuffire à déterminer ſa figure ; M. Newton croyoit même que c'étoit la façon la plus ſure de la déterminer. *Et certiùs per experimenta pendulorum, deprehendi poſſit, quam per arcus geographice menſuratos in meridiano.* *Principia Liber 3. Pag. 83.*

§. 378. La gravité primitive ne pouvant guére être connue que par des Phénoménes, qui ne la déterminent qu'à *poſteriori*, l'expérience de M. Richer parut fort ſurprenante, quoi qu'elle fût une ſuite de la théorie des forces centrifuges ; mais on ne la trouva pas ſuffiſante pour déterminer la figure de la terre ; car la terre pouvoit avoir eû dans ſon origine une forme telle que la peſanteur eût été plus forte aux poles qu'à l'équateur, quoique la force centrifuge la diminue à l'équateur, & ne la diminue point aux poles.

§. 379. Meſſieurs Hughens & Newton, partant tous deux de cette expérience de M. Richer, que pluſieurs expériences poſtérieures avoient confirmée, & de la théorie des forces centrifuges, dont M. Hughens étoit l'inventeur, conclurent que la terre devoit être un ſphéroïde aplati vers les poles, quoique ces deux Philoſophes euſſent pris des loix de peſanteurs

Meſſieurs Hughens, & Newton croyoient la terre un ſphéroïde aplati.

différentes, M. Hughens la croyant par tout la même, & M. Newton la ſuppoſant différente en différens lieux de la terre, & dépendante de l'attraction mutuelle des parties de la matiére: la ſeule différenee qui ſe trouvoit, dans la figure que ces deux Philoſophes attribuoient à la terre, étoit qu'il réſultoit de la théorie de M. Newton un plus grand aplatiſſement que de celle de M. Hughens.

Les meſures de Meſſieurs Caſſini donnoient un ſphéroïde oblong pour la forme de la terre.

§. 380. Mais M. Caſſini en achevant la méridienne de France commencée par M. Picard, ayant trouvé que les degrés Méridionaux étoient plus grands que les Septentrionaux, & le ſphéroïde allongé vers les poles étant la ſuite néeeſſaire de ces meſures, le nom de Monſieur Caſſini, & la célébrité de ſes opérations, leſquelles lui donnerent toujours le ſphéroïde allongé, fourniſſoient un nouveau motif de doute ſur la figure de la terre, & contre-balançoient l'autorité de Meſſieurs Hughens & Newton, & les conſéquences qu'ils avoient tiré de l'expérience de Richer, d'autant plus que les raiſonnemens de ces deux grands Géometres, quoique fondés ſur les loix de la ſtatique, tenoient cependant toujours à quelques hipothéſes, & quoique ces hipothéſes fuſſent, comme dit M. de Mauperuis, de celles qu'on ne peut guéres ſe diſpenſer d'admettre, cependant en faiſant d'autres hipothéſes ſur la peſanteur, très-contraintes, mais enfin poſſibles, on pouvoit à

Préface de la figure de la terre.

toute

toute force concilier l'expérience inconteſtable de Richer, & la diminution des degrés Septentrionaux qui réſultoit des meſures de Meſſieurs Caſſini ; ainſi, la queſtion de la figure de la terre, dont la déciſion importe tant à la Géographie, à la navigation, & à l'Aſtronomie, reſtoit indéciſe.

§. 381. Enfin, en 1736. l'Académie des Sçiences réſolut pour la terminer, de faire meſurer à la fois un degré du Méridien, ſous l'équateur, & au cercle polaire ; ainſi, l'on peut dire, que ces deux voyages ſont une eſpéce d'hommage qu'elle a rendu au nom de Caſſini.

§. 382. Nous ſçavons le réſultat du voyage du Pole, & M. de Maupertuis nous a fait voir par la relation qu'il nous en a donnée, combien cette entrepriſe, ſi glorieuſe à la Nation, a penſé lui couter de regrets, puiſqu'on ne peût lire ſans crainte les dangers que lui, Meſſieurs Clairaut, le Monier, & les autres Sçavans hommes qui ont entrepris ce voyage, ont couru, & ils nous ont appris par leur exemple, que l'amour de la vérité peut faire affronter d'auſſi grands dangers, que le déſir de ce que les hommes appellent plus communément gloire.

§. 383. Il réſulte de leurs meſures, les plus exactes qui ayent peut-être jamais été priſes, que le degré du Méridien qui coupe le cercle polaire

Figure de la terre pag. 125.

Les mesures des Académiciens qui ont été au Pole, donnent à la terre la figure d'un sphéroïde aplati vers les Poles.

polaire, est plus grand que le degré mesuré par M. Picard entre Paris & Amiens de 437 toises sans compter l'aberration, & de 377. toises en la comptant, d'où il résulte que la terre est un sphéroïde aplati vers les Poles. Vous voyez que cette conclusion est entiérement opposée à celle qui résulte des mesures de Messieurs Cassini; c'est aux Académiciens qui sont encore au Perou à décider cette grande question, sur laquelle les plus grands Philosophes sont encore partagés, & dont on attend la décision comme une époque également glorieuse aux Sciences, & à la Nation qui la leur aura procurée.

Ce sont les travaux des François qui ont fait naître les découvertes de M. Newton.

§. 384. L'on peut dire que c'est aux mesures & aux observations des François, que M. Newton a du ses découvertes admirables, & qu'il en devra la confirmation en cas que les mesures prises au Perou décident pour l'aplatissement de la terre; car on a vû dans ce chapitre que ce furent les mesures de M. Picard, qui lui firent découvrir que les mêmes loix qui dirigent les Astres dans leurs cours, causent la pesanteur sur la terre.

Je vous ai fait cette digression sur la figure de la terre, à cause de la grande relation qu'il y a entre cette figure, & la pesanteur.

CHAP.



CHAPITRE XVI.

De l'Attraction Newtonienne.

§. 385.

TOus les Phénoménes que je viens de vous expoſer dans les trois derniers Chapitres, ſont opérés ſelon les Newtoniens par l'Attraction que tous les corps exercent les uns ſur les autres.

Cette attraction eſt ſelon eux, une propriété donnée de Dieu à toute la matiére, par laquelle toutes ſes parties tendent l'une vers l'autre en raiſon directe de leur maſſe, & en raiſon inverſe du quarré de leurs diſtances.

Ce que les Newtoniens entendent par l'attraction.

§. 386. On trouve le germe de cette idée dans

dans Kepler, la façon dont il s'exprime dans l'introduction du Livre où il traite de la Planette de Mars, eſt trop remarquable, pour ne pas rapporter ici les termes dont il ſe ſert.

*Si duo lapides in aliquo * loco mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis, illi lapides ad ſimilitudinem duorum Magnetum coïrent loco intermedio; quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta eſt alterius moles in comparatione.*

Si terra & luna non retinerentur vi animali, aut aliâ aliquâ æquipollenti qualibet, in ſuo circuitu, terra aſcenderet ad lunam quinquageſimâ quartâ parte intervalli, luna deſcenderet ad terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli, ibique jungerentur. Poſito tamen quod ſubſtantia utriuſque ſit unius & ejuſdem denſitatis.

---

* Si deux pierres étoient placées dans quelque lieu, dans lequel aucun autre corps ne pût agir ſur elles, elles viendroient l'une vers l'autre comme deux aimans, & ſe joindroient dans un lieu intermediaire; & le chemin qu'elles feroient l'une vers l'autre, ſeroit en raiſon renverſée de leur maſſe.

Si la lune & la terre n'étoient pas retenues dans leur orbe, par une *ame agiſſante*, ou par quelque force équivalente, la terre monteroit vers la lune environ juſqu'à la cinquante quatriéme partie de l'eſpace qui les ſépare, la Lune deſcendroit vers la terre environ juſqu'à la cinquante troiſiéme partie de cet eſpace, & là, elles ſe joindroient, ſuppoſé que leur denſité ſoit la même.

§. 387. Kepler n'eſt pas le ſeul qui ait parlé de l'attraction. Frenicle, un des premiers Académiciens des Sciences la concevoit comme une force miſe par le Créateur dans ſon Ouvrage pour le conſerver ; & Roberval la définiſſoit : *Vim quamdam corporibus inſitam quâ partes illius in unum coïre affectent.*

Comment l'attraction opére la chute des corps, & les Phénoménes aſtronomiques, quand on l'a une fois admiſe.

§. 388. Il eſt certain, que ſi on accorde aux Newtoniens cette ſuppoſition d'une attraction répandue dans toutes les parties de la matiére, ils expliquent merveilleuſement par cette attraction les Phénoménes aſtronomiques, la chute des corps, le flux & le reflux de la mer, les effets de la lumiére, la cohéſion des corps, les opérations chimiques ; & que preſque tous les effets naturels deviennent une ſuite de cette force que l'on ſuppoſe répandue dans toute la matiére, quand on l'a une fois admiſe : ainſi, dans ce ſiſtême, la terre & la lune tournent autour du Soleil, parce que le Soleil les attire l'une & l'autre ; mais la terre ayant plus de maſſe que la lune, & étant beaucoup plus près de cette Planette, que le Soleil, force la lune à tourner autour d'elle, par la ſupériorité de ſon attraction.

Toutes les irrégularités de la lune dans ſon cours, ſont une ſuite palpable de la combinaiſon de l'attraction du Soleil & de la terre ſur la lune ; car l'énergie de cette attraction variant

riant avec les positions des corps qui s'attirent; elle doit changer continuellement la courbe que la lune décrit autour de la terre, puisque cette Planette s'approche & s'éloigne successivement de la terre, & du soleil.

L'attraction étant regardée par quelques Newtoniens comme une propriété essentielle de la matiére, elle est toujours supposée réciproque: ainsi, la terre en gravitant vers le Soleil, fait graviter le Soleil vers elle, & le Soleil & la terre s'attirent réciproquement l'un l'autre en raison directe de leurs masses; mais ils s'avancent l'un vers l'autre en raison inverse de ces mêmes masses, & le chemin que la terre fait vers le Soleil, est au chemin que le Soleil fait vers la terre dans le même tems par cette seule attraction, comme la masse du Soleil est à la masse de la terre, de même, la terre en forçant la Lune à tourner autour d'elle par la supériorité de son attraction, obéit elle-même à l'attraction que la Lune exerce sur elle; cette attraction de la Lune altére beaucoup la courbe que la terre décrit en tournant autour du Soleil, elle est cause en partie des marées auxquelles l'attraction du Soleil contribue aussi d'une quantité déterminée.

C'est par la même raison que la terre va plus lentement, quand elle est dans le signe des poissons, parce qu'étant alors plus près des Planetes de Mars & de Vénus, ses attractions que ces deux Planettes exercent sur elle, contre-

balancent

balancent en partie celle du soleil, & retardent par conséquent le chemin de la terre vers cet astre.

Les Cometes elles-mêmes trouvent leur route toute tracée par cette attraction ; & M. Newton ayant calculé selon ce principe, lorsque la Comete de 1680. parut, le chemin qu'elle devoit faire, eut la satisfaction de la voir répondre chaque jour aux points qu'il avoit marqués.

Les altérations que Jupiter, & Saturne, reçoivent dans leur cours, sont encore un effet calculé de cette attraction ; car lorsque ces deux puissantes Planettes se trouvent en conjonction, leur cours subit les changemens qui doivent résulter de leur attraction mutuelle ; cette conjonction qui arrive rarement à cause du tems que ces deux énormes Globes mettent à faire leur révolution dans leur orbe, arriva du tems de M. Newton, & il les vit éprouver d'une façon sensible, les dérangemens qu'il avoit prévus & calculés.

Tous les Phénoménes astronomiques enfin qui paroissent presqu'inexpliquables dans le système des tourbillons, ne semblent être que des corollaires nécessaires de l'attraction universelle répandue dans la matière ; car non-seulement cette attraction fait voir pourquoi une Planette tourne autour d'une autre, pourquoi la terre, par exemple, tourne autour de la terre ; mais elle fait voir aussi en combien de tems elle y

doit

doit tourner, & l'on prendroit ſur cela les calculs pour des obſervations tant ils ſe rapportent enſemble.

L'attraction produit auſſi les effets chimiques, la cohéſion des corps, &c.

§. 389. Ce principe ſi fécond dans l'Aſtronomie, ne l'eſt pas moins dans la plûpart des effets qui s'opérent ici-bas, la péſanteur & la chute des corps vers la terre, l'aplatiſſement de la terre vers les poles, & ſon élevation à l'équateur ſe déduiſent auſſi merveilleuſement bien de l'attraction en raiſon renverſée du quarré des diſtances.

Mais alors elle décroît dans une plus grande raiſon, que celle des quarrés.

Les Newtoniens qui font de l'attraction une propriété inſeparable de la matiére, la veulent faire régner par tout, mais quand ils veulent expliquer par ſon moyen, la cohéſion des corps, les effets chimiques, les Phénoménes de la lumiére, &c. ils ſont obligés de ſuppoſer d'autres loix d'attraction, que celle qui dirige le cours des Aſtres, & qui agit en raiſon double inverſe des diſtances.

M. Newton en calculant les effets qui doivent réſulter des différentes loix poſſibles d'attraction, a trouvé & démontré : *que ſi l'attraction qu'un corps éprouve dans le contact eſt beaucoup plus forte que celle qu'il éprouve à toute diſtance finie, cette attraction décroît dans une plus grande raiſon que celle du quarré des diſtances*; & vice verſa.

Les Diſciples de M. Newton, dont la plûpart ont pouſſé leurs conjectures beaucoup plus loin

loin que lui en bien des choſes ont conclu de ce théoréme, que puiſque l'on ne peut attribuer ſelon eux, ces Phénoménes à aucun fluide ambiant, ni aux mouvemens conſpirans des parties des corps, ni à aucune cauſe externe, il falloit qu'il y eût entre les parties de ces corps une force interne capable de les tenir unies enſemble; & que puiſque cette force augmente à un tel point dans le contact qu'il devient ſenſible, & que les corps ne peuvent plus alors être ſéparés qu'avec peine, il falloit que l'attraction qu'ils éxercent alors l'un ſur l'autre, décrut dans une plus grande raiſon, que celle du quarré des diſtances.

On pourroit nier premiérement cette concluſion précipitée; *qu'aucun fluide ambiant, ni les mouvemens conſpirans des parties des corps ne peuvent être la cauſe de ces Phénoménes*; mais je ne m'engagerai pas ici dans le détail des Phénoménes & de leurs cauſes méchaniques; mon but étant ſeulement de vous faire voir en général, comment les Newtoniens prétendent expliquer ces Phénoménes par l'attraction, & quelles ſont les raiſons qui doivent faire rejetter cette attraction, lorſqu'on la donne pour cauſe.

Les Newtoniens expliquent par cette attraction qu'ils ſuppoſent agir au moins en raiſon du cube des diſtances, & qui eſt ſi puiſſante dans le contact, preſque tous les Phénoménes qui nous entourent: ainſi, diſent-ils, ſi les par-

ties des corps cohérent enſemble, c'eſt que ſe touchant par pluſieurs points de leur ſurface, l'attraction en raiſon des cubes, qui ſeule agit alors entr'elles d'une façon ſenſible, les attache fortement l'une à l'autre. Ainſi, les différentes cohéſions, la dureté, la moleſſe, la fluidité, dépendent des différens dégrés de contact des parties qui compoſent les corps : voilà pourquoi la poix ou quelqu'autre matiére gluante miſe entre deux corps, rempliſſant les interſtices qui ſe trouvent entre leurs parties, & uniſſant leur ſurface, augmente leur cohéſion.

C'eſt cette attraction qui fait que toutes les goutes des fluides ont la forme ſphérique, & qu'elles s'aplatiſſent du côté par lequel elles touchent le ſuport qui les ſoutient, & qu'elles s'applatiſſent plus ou moins ſelon que ce ſuport eſt plus ou moins attirant, c'eſt-à-dire, ſelon qu'il eſt plus ou moins denſe ; & que les parties du fluide qui compoſe ces goutes, s'attirent plus ou moins fortement l'une l'autre ; c'eſt par la même raiſon que la ſurface de l'eau contenue dans un vaſe eſt concave, & que celle du mercure y eſt convexe ; car les parties de l'eau s'attirant moins fortement l'une l'autre, que les bords du vaſe ne les attirent, s'élevent vers ces bords ; mais il arrive le contraire au mercure par la raiſon contraire.

C'eſt cette attraction qui éleve l'eau dans

L'aſcenſion de l'eau dans les tubes capillaires, ſi difficile à expliquer dans les détails par la preſſion d'une matiére ſubtile, eſt une ſuite de l'attraction

l'attraction des parties du tube, plus puiſſante ſur l'eau, que l'attraction mutuelle que les parties de l'eau exercent les unes ſur les autres ; mais le mercure au contraire, ne monte jamais dans les tubes capillaires, à cauſe de la denſité de ſes parties, dont l'attraction mutuelle eſt ſupérieure à celle du verre : c'eſt encore, ſelon eux, par ce même principe que l'huile monte dans le coton d'une lampe, que l'encre s'attache à ma plume, que la ſéve circule dans les plantes, &c.

les tubes capillaires.

La réfraction, & même la réfléxion de la lumiére dans de certaines circonſtances dépendent auſſi, ſelon les Newtoniens, de cette attraction, en raiſon inverſe du cube des diſtances : ainſi, le rayon ſe briſe d'autant plus que le milieu qu'il traverſe eſt plus denſe, parce que ce milieu l'attire d'autant plus fortement, qu'il eſt plus denſe ; le rayon ſe réfléchit à une certaine obliquité d'incidence, en paſſant du criſtal dans l'air, parce qu'à une certaine obliquité, l'attraction du criſtal ſur le rayon eſt plus puiſſante que ſon mouvement vertical, par lequel il tend à pénétrer le criſtal ; le rayon s'infléchit en paſſant près des bords des corps, parce qu'à une très-petite diſtance les corps l'attirent ſenſiblement : enfin, le priſme ſépare les différens rayons, parce qu'il les attire chacun différemment.

Les effets de la lumiére dépendent auſſi de l'attraction ſelon les Newtoniens.

Les fermentations, les criſtalliſations, les diſſolutions, les effervescences, tous les effets

chimiques enfin, ſont auſſi ſoumis à cette attraction ſi puiſſante dans le contact, & M. Frenid célébre Anglois a donné une chimie entiére fondée ſur ce principe, mais comme les effets chimiques ſont infiniment compliqués, on eſt obligé de ſuppoſer ſouvent des loix nouvelles d'attraction, quand celles des cubes n'eſt pas ſuffiſante pour le détail des explications : ainſi, l'on eſt obligé de faire varier les loix à meſure que les Phénoménes varient.

§. 390. Quelques Newtoniens ſentant l'inconvenient de ſupoſer ainſi des loix d'attraction ſelon les beſoins, & à combien de reproches cette facilité de créer de nouvelles loix de la nature pour chaque effet, les expoſoit, ont imaginé d'expliquer tous les Phénoménes tant céleſtes que terreſtres, par une ſeule & même attraction, qui agit comme une quantité algebrique $\frac{a}{xx.}+\frac{b}{x^3.}+$ &c. x marquant la diſtance, c'eſt-à-dire, (car vous n'entendez pas encore cette langue) comme le quarré, plus le cube, plus, &c. à des diſtances éloignées, comme par exemple, à celle des Planetes ; la partie de l'attraction qui agit comme le cube, eſt preſque nulle, & ne dérange qu'infiniment peu l'autre partie de l'attraction, qui agit comme le quarré, & d'où dépend l'ellipticité des orbites (§. 348.)

Mais à des diſtances très-petites, & dans le contact

contact des corps, la partie de l'attraction qui agit en raiſon du cube, ou d'une plus grande puiſſance devient à ſon tour très-forte, par rapport à l'autre, qui eſt alors preſqu'inſenſible.

Cette explication eſt aſſurément très-ingénieuſe, & prévient bien des objections & des reproches que l'on pourroit faire aux Partiſans trop zélés de l'attraction.

§. 391. M. Keill, a mis à la fin de ſon *Introductio ad veram Aſtronomiam*, pluſieurs propoſitions, par le moyen deſquelles il prétend que l'on pourroit déduire géometriquement la plûpart des Phénoménes de cette attraction ſi puiſſante dans le contact.

Uſage que Meſſieurs Freind & Keill ont fait de ce principe d'attraction.

Selon ces propoſitions, non-ſeulement la cohéſion & les effets chimiques ſont des ſuites de l'attraction; mais le reſſort des corps & les Phénoménes de l'électricité s'y trouvent auſſi ſoumis.

M. Keill, frere de celui dont je viens de parler, a fait un traité de la ſecretion animale, qu'il explique auſſi par l'attraction.

On trouve la ſource de toutes ces applications de l'attraction dans les queſtions que M. Newton a mis à la fin de ſon optique. Les diſciples de ce grand homme ont cru que ſes doutes même pouvoient ſervir de fondement à leurs hypothéſes: il faut avouer que quelques-unes de ces hypothéſes ſont un peu forcées, & qu'il y a bien de la différence pour la juſteſſe & la préciſion

cision entre les applications que l'on fait de l'attraction aux Phénoménes céleſtes, & l'uſage que l'on en fait dans les autres effets dont je viens de parler; auſſi cet uſage de l'attraction n'eſt-il pas auſſi univerſellement reçu par les Newtoniens mêmes, que celui que l'on fait pour l'explication des Phénoménes aſtronomiques.

§. 392. M. de Maupertuis eſt de tous les Philoſophes François, celui qui a pouſſé le plus loin ſes recherches ſur l'attraction; il donna en 1732. à l'Académie des Sciences un Mémoire, dans lequel il recherche la raiſon de la préférence, que le Créateur a donné à la loi d'attraction, en raiſon inverſe du quarré des diſtances, qui a lieu dans les Phénoménes aſtronomiques, & dans la chute des corps, ſur les autres loix poſſibles, qui ſemblent avoir eu un droit égal à être employées; & il trouve par ſon calcul, que de toutes les loix qu'il a examinées, il n'y a que celle en raiſon inverſe du quarré des diſtances qui donne la même attraction pour le tout & pour les parties qui le compoſent, & qui joigne à cet avantage celui de la diminution des effets avec l'éloignement des cauſes; ces deux avantages de l'uniformité & de l'analogie, ont paru à M. de Maupertuis pouvoir être les raiſons qui ont déterminé le Créateur à choiſir la loi d'attraction, en raiſon inverſe du quarré des diſtances, par préférence à toutes les autres loix qu'il a parcourues.

Idée de M. de Maupertuis, ſur la loi qui fait l'attraction dans notre ſiſtême planetaire.

Acad. des Sciences. 1732.

§. 393.

§. 393. La conſidération des effets qui doivent réſulter de la loi d'attraction, en raiſon double inverſe des diſtances, telle qu'elle a lieu dans la nature, ſelon les Newtoniens, fait découvrir un Phénoméne bien ſingulier, c'eſt que ſelon cette loi, dans l'intérieur d'une Sphére creuſe, il pourroit y avoir dans l'hipothéſe de l'attraction en raiſon double inverſe des diſtances, un monde deſtitué des Phénoménes de la peſanteur, & dont les habitans iroient en tout ſens avec une égale facilité ; car dans la concavité d'une ſurface ſphérique, les parties de cette ſurface qui agiſſent ſur le corpuſcule placé dans un point quelconque de la concavité, ont toujours des actions égales, la partie la plus étroite exerçant ſur le corpuſcule, à raiſon de la plus grande proximité, une attraction, qui contrebalance celle qui eſt exercée par la plus large, ces deux choſes, la diſtance du corpuſcule, & la longueur de la ſurface ſphérique qui agit ſur lui, croiſſant toujours en même proportion dans cette loi. Ainſi, ſelon ce ſiſtême, dans une Sphére concave les corps ne ſeroient point péſans, mais ils s'attireroient l'un l'autre d'une façon très-ſenſible, puiſque leur attraction mutuelle ne ſeroit point abſorbée comme ici-bas, par une attraction plus puiſſante.

Phénoméne ſingulier qui réſulteroit de l'attraction en raiſon inverſe du quarré des diſtances dans une Sphére concave.

Le Mémoire de M. de Maupertuis, dont je viens de parler eſt comme tout ce que fait ce Philoſophe, plein de ſagacité & de fineſſe de

calcul, il n'y donne ſon opinion ſur la raiſon de préférence de la loi inverſe des quarrés ſur toutes les autres, que comme un doute, mais ce ſont aſſurément les doutes d'un grand homme.

§. 394. Si ce Philoſophe avant de rechercher la raiſon de préférence d'une loi d'attraction ſur une autre, avoit recherché la raiſon ſuffiſante de l'attraction elle-même, il eſt vraiſemblable qu'il auroit bien-tôt reconnu que cette attraction, telle que les Newtoniens la propoſent, c'eſt-à-dire, en tant qu'on en fait une propriété de la matiére, & la cauſe de la plûpart des Phénoménes, eſt inadmiſſible ; car ſelon les principes de M. de Maupertuis même, s'il y a eu une raiſon de préférence pour la loi d'attraction que Dieu a employée, il y en doit avoir eu une pour l'attraction elle-même.

Le principe de la raiſon ſuffiſante fait voir que l'attraction n'eſt qu'un Phénoméne.

§. 395. Ce principe de la raiſon ſuffiſante auquel vous avez vû dans le Chapitre premier qu'il eſt impoſſible de renoncer, détruit ce Palais enchanté fondé ſur l'attraction; car ſoit le corps A. qui ſoit attiré par le corps B. ſelon une certaine loi à travers le vuide BA. le corps A. s'approchera du corps B. dans la direction AB. avec une vîteſſe à tout moment accelerée, l'état du corps A. lorſqu'il ſe meut avec cette vîteſſe accelerée, & dans une direction déterminée, eſt aſſurément différent de l'état précédent, c'eſt-à-

Planche 6. Fig. 36.

dire

dire, de l'état de repos, dans lequel il étoit avant d'être transporté dans la Sphére d'activité du corps B. car le corps mû ne peut être substitué, sauf toutes les déterminations, à la place du corps en repos; il est donc arrivé un changement dans le corps A. ce changement a eu sa raison: ainsi, il faut chercher cette raison, ou dans le corps mû, ou hors de lui, & dans les Etres extérieurs qui agissent sur lui.

Cette raison n'est point dans ce corps, car ce corps A. qui étoit d'abord en repos, ne pouvoit se mouvoir de lui-même, ni se donner une certaine vîtesse & une certaine direction, étant par sa nature indifférent au mouvement, & au repos, & à toutes les directions & les vîtesses.

Cette raison n'est pas non plus hors de lui; car l'espace AB. étant vuide par supposition, & les Newtoniens excluant toute matiére subtile intermediaire, ou émanante du corps B. vers le corps A. il n'entre rien dans le corps A. qui soit parti du corps B. par où on puisse expliquer le changement qui s'est fait dans le corps A. Par conséquent ce corps A. n'a rien perdu, & n'a rien reçu, puisque rien n'y est entré, & que rien n'en est sorti, & que toutes ses déterminations internes sont les mêmes, que lorsqu'il étoit en repos: cependant il est arrivé un changement dans ce corps A. Ainsi, il faut dire, que ce changement n'a point eu de raison suffisante, & le Créateur même ne pourroit point dire; Fig. 36

dire, (dans cette ſuppoſition) ſi un corps qui eſt en repos, ſe mouvra, & ſelon quelle loi, en ne jugeant que ſur ce qu'il peut voir & connoître dans ce corps même, & en faiſant abſtraction du corps attirant & ne voyant que le corps attiré, & ce qui agit immédiatement ſur lui ; car on juge des changemens d'un corps, par le changement de ſes déterminations internes, par ce qui ſurvient de mutable à ce corps, qui fait que ſon état préſent eſt différent de celui qui l'a précedé. Ce ſont là les données du problême, par le moyen deſquelles il faut aller à ce que l'on cherche : or, on peut dire que dans le ſiſtême de l'attraction, Dieu même ne pourroit réſoudre ce problême ; car toutes les déterminations du corps demeurant parfaitement les mêmes, & aucune altération ne pouvant y ſurvenir du dehors, il eſt abſolument impoſſible, même à Dieu, l'unique fondement de prédiction étant ôté, de dire ſi ce corps doit ſe mouvoir, ou non, & quelle loi il ſuivra dans ſon mouvement.

L'attraction ne peut être une propriété inhérente, ni donnée de Dieu à la matiére.

§. 396. On ne peut dire que Dieu pourroit connoître ce qui arriveroit au corps dans la ſuppoſition préſente, en ce que l'attraction que l'on ſuppoſe, étant une propriété appartenante à toute la matiére, Dieu a pû prévoir ce qui doit arriver en conſéquence de cette propriété ; car l'attraction fait mouvoir les corps avec une certaine vîteſſe, & ſelon une certaine direction : or,

or, cette direction, ni cette vîteſſe ne ſont point néceſſaires, puiſque cette attraction dirige ici-bas les corps graves vers le centre de la terre, & que dans la Lune, elle les fait tendre vers le centre de la Lune, & dans les autres Planetes vers les centres de ces Planetes, & qu'elle les y fait arriver plus ou moins vîte, ſelon la maſſe & le diametre de ces Planetes, comme M. Newton l'a fait voir.

Donc par la ſeule conſidération d'un corps, & de ce qui agit immédiatement ſur lui, Dieu même ne pourroit prévoir quelle ſeroit en vertu de ſon attraction, ſa direction, ni ſa vîteſſe, puiſque cette vîteſſe eſt différente dans les différentes Planetes, & diverſement altérée dans la même Planete, ſuivant les différens éloignemens du corps au centre de cette Planete: or, la direction & l'accélération d'où réſulte le degré de vîteſſe étant variables, & la cauſe que l'on leur aſſigne, c'eſt-à-dire, l'attraction ne pouvant rendre raiſon de l'un ni de l'autre, il ſuit clairement que cette cauſe n'eſt point une cauſe recevable, puiſqu'elle ne contient rien par où un Etre intelligent puiſſe comprendre pourquoi la vîteſſe & la direction qui ſont ici les déterminations de l'Etre qu'on conſidére, ſont plûtôt telles que tout autrement; car c'eſt elle ſeule qui diſtingue une cauſe ſuffiſante d'une cauſe inſuffiſante (v. chap. 1r. §. 9. & 10.)

Il ſuit de tout ce qu'on vient de dire, que puiſque la direction & la vîteſſe qui réſultent de

de l'attraction ſont variables, l'attraction n'eſt point une propriété de la matiére; car les propriétés étant fondées dans l'eſſence ſont néceſſaires comme elle, (v. ch. 3.) or le néceſſaire ne peut-être poſſible que d'une ſeule maniére; de plus, l'attraction ne découle point de l'eſſence de la matiére; ainſi, elle ne peut point être, non plus que la penſée, un attribut donné de Dieu à la matiére; car on a vu dans le ch. 3. que les propriétés ſont incommunicables, & ne peuvent point être tranſplantées dans les ſujets par la ſimple volonté de Dieu, étant abſolument contraire au principe de la raiſon ſuffiſante que les eſſences ſoient arbitraires: or, puiſque l'attraction ne peut point être eſſentielle à la matiére, qu'elle ne découle point de ſon eſſence, il s'enſuit que Dieu n'a pu lui donner cette propriété.

Et c'eſt ce qui découle néceſſairement de la doctrine des eſſences.

§. 397. On ne peut donc ſe diſpenſer de reconnoître, que l'attraction, ſi on entend par ce mot autre choſe qu'un Phénoméne, dont on cherche la cauſe, ſeroit abſolument ſans raiſon ſuffiſante.

§. 398. Puiſque tout ce qui eſt, doit avoir une raiſon ſuffiſante pourquoi il eſt ainſi plûtôt qu'autrement, la direction & la vîteſſe imprimées par l'attraction, doivent donc trouver leur raiſon ſuffiſante dans une cauſe externe, dans une matiére qui choque le corps, que l'on regarde comme attiré, & qui détermine par ſon action

la direction & la vîteſſe de ce corps, auquel ces déterminations ſont indifférentes par lui-même. Ainſi, il faut chercher par les loix de la Mécanique une matiére capable par ſon mouvement de produire les effets que l'on attribue à l'attraction.

§. 399. De ſçavoir ſi celle que Meſſieurs Deſcartes, Hughens, & autres ont ſuppoſé, ſuffit pour ſatisfaire à tous les Phénoménes, c'eſt encore un problême ; mais quand même aucune de ces matiéres n'y ſatisferoit, la vérité n'en ſouffriroit rien, & il n'en ſera pas moins conſtant que tous ces effets doivent être opérés par des cauſes méchaniques, c'eſt-à-dire, par la matiére, & le mouvement.

Un défaut dans lequel quelques Anglois trop zélés pour l'attraction, ſont tombés, c'eſt de faire de toutes les objections contre les tourbillons des démonſtrations en leur faveur. Ainſi, quand ils ont détruit quelques-unes des explications méchaniques que l'on a tâché de donner aux Phénoménes qu'ils attribuent à l'attraction, ils en concluent, *qu'il faut donc attribuer tous ces effets à l'attraction de toute la matiére* ; mais cette concluſion n'eſt nullement légitime ; car c'eſt faire un ſaut dans le raiſonnement, ce qui n'eſt pas permis en bonne logique. *Keill's Animal Secretion.*

Je ne vous parlerai point des obſervations que Monſieur Bouguer vient de faire dans la Montagne de Simbolaſſo au Perou, ſur le fil à plomb des Inſtrumens Aſtronomiques, car Expérience faite au Perou par M. Bou-

guer ſur le fil à plomb.

car n'étant point données encore au Publie, on n'en peut rien ſçavoir, ſinon que M. Bouguer a crû appercevoir d'une maniére ſenſible une déviation dans la direction du fil à plomb de ſon Quart de cercle, & qu'il a attribué ce dérangement à l'attraction: mais la juſteſſe de cette expérience dépend des plus petites différences, ſuivant M. Bouguer même; il peut s'y mêler des circonſtances étrangéres, qui doivent ſe dérober à l'exactitude, & à la perſpicacité de l'obſervateur; en un mot M. Bouguer ne propoſe point ſes obſervations comme abſolument déciſives, il les donne pour avertir qu'on les répete, & qu'on faſſe attention aux erreurs qui pourroient peut-être retomber de ce côté-là, ſur la meſure de la terre; mais quand même cette obſervation ſeroit hors de tout doute, il reſteroit encore à examiner, ſi quelque matiére ſubtile n'eſt point la cauſe de ce Phénoméne; car rien n'eſt moins concluant en faveur de l'attraction, que de faire voir que telle ou telle explication méchanique d'un Phénoméne ne peut ſubſiſter: il viendra peut-être un tems où l'on expliquera en détail les directions, les mouvemens, & les combinaiſons des fluides, qui opérent les Phénoménes, que les Newtoniens expliquent par l'attraction, & c'eſt une recherche dont tous les Phyſiciens doivent s'occuper.

Il faut rechercher la cauſe méchanique qui opére les Phénoménes qu'on attribue à l'attraction.

CHAP.



CHAPITRE XVII.

Du repos, & de la chute des Corps ſur un plan incliné.

§. 400.

Par quelles cauſes un Corps qui tombe vers la terre, change ſa direction.

L'Action de la gravité eſt toujours uniforme, & toujours dirigée perpendiculairement vers le centre de la terre (§. 303. & 338.) Ainſi, lorſqu'un Corps qui tombe vers la terre change ſa direction ou ſon mouvement, il faut néceſſairement que quelque cauſe étrangére ſe ſoit mêlée à l'action de la gravité ſur lui.

§. 401. Ces cauſes étrangéres peuvent être actives

actives ou paſſives ; les cauſes actives ſont celles qui impriment un nouveau mouvement aux corps, comme lorſque je jette une pierre qui ſeroit tombée par la ſeule force de ſa gravité.

Les cauſes paſſives ſont celles qui n'impriment aucun nouveau mouvement au corps, mais qui changent ſeulement ſa direction.

Les plans inclinés, c'eſt-à-dire, les ſuperficies planes, qui ſont un angle oblique avec l'horiſon, ſont des cauſes paſſives qui changent la direction du corps ſans lui imprimer aucun mouvement.

§. 402. Si ces plans étoient paralleles ou perpendiculaires à l'horiſon, ils ne changeroient point la direction des corps qu'on y auroit placés ; mais dans le premier cas ils oppoſeroient un obſtacle invincible à la deſcente de ce corps, comme le plan AB. au corps P. car ce corps étant entierement ſoutenu par le plan y reſteroit en repos toute l'éternité, à moins que quelque cauſe extérieure n'agît ſur lui pour le tirer de ce repos.

Dans le ſecond cas, c'eſt-à-dire, ſi le plan étoit perpendiculaire à l'horiſon comme dans la Figure 38. il n'apporteroit aucun obſtacle à la chute du corps P. & ce corps deſcendroit vers la terre le long de ce plan, de même que ſi ce plan n'y étoit pas, (en faiſant abſtraction du frottement) car l'action de la gravité étant toujours dirigée perpendiculairement à l'horiſon, le plan vertical A. B. ne peut apporter aucun obſtacle à ſon action.

Fig. 38.

§. 403.

§. 403. Mais lorſque ce plan eſt incliné à l'horiſon, comme dans la Figure 39. alors il s'oppoſe en partie à la deſcente du corps vers la terre.

Les plans inclinés changent la direction des corps en s'oppoſant à leur chute.

Les corps qui tombent par un plan incliné, ont donc une gravité abſolue, & une gravité reſpective, c'eſt-à-dire, diminuée par la réſiſtance du plan. Fig. 39.

Leur gravité abſolue eſt la force avec laquelle ils deſcendroient perpendiculairement vers la terre, ſi rien ne s'oppoſoit au mouvement qui les y porte, & leur gravité reſpective eſt cette même force diminuée par la réſiſtance du plan.

Définitions.

La ligne AC. perpendiculaire à l'horiſon, s'appelle la hauteur du plan. Fig. 39.

§. 404. La ligne AB. oblique à l'horiſon, s'appelle la longueur du plan.

§. 405. La ligne BC. qui eſt paralelle à l'horiſon, s'appelle la baſe du plan, & l'angle ABC. que le plan AB. fait avec l'horiſon; s'appelle l'angle d'inclinaiſon de ce plan.

§. 406. La gravité reſpective d'un corps dans un plan incliné, eſt à ſa gravité abſolue, comme la longueur du plan eſt à la hauteur; car ce plan ne s'oppoſe à la deſcente perpendiculaire du corps, & ne diminue par conſequent

ſa gravité abſolue qu'autant qu'il eſt incliné à l'horiſon, puiſque s'il y étoit perpendiculaire, il ne s'y oppoſeroit point du tout (§. 401.) Donc plus ce plan eſt incliné à l'horiſon, ou ce qui eſt la même choſe, moins il a de hauteur, plus le corps eſt ſoutenu par le plan, & moins il a par conſéquent de gravité reſpective: donc la gravité reſpective de ce corps ſur ce plan, eſt à ſa gravité abſolue, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur.

La gravité reſpective eſt à la gravité abſolue dans un plan incliné, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur.

Fig. 40.

§. 407. La gravité reſpective du même corps ſur des plans différemment inclinés, eſt comme l'angle d'inclinaiſon de ces plans, car plus cet angle augmente, plus la gravité reſpective du corps eſt grande, & au contraire.

Ainſi, la gravité reſpective du corps P. eſt plus grande ſur le plan AD. que ſur le plan AC. car l'angle ADB. eſt plus grand que l'angle ACB.

§. 408. Si l'angle de l'inclinaiſon devenoit un angle droit, la gravité reſpective ſe confondroit avec la gravité abſolue, à laquelle elle ſeroit égale; car alors le plan ne réſiſtant point à la chute du corps, il ne diminueroit point ſa gravité abſolue.

§. 409. Si cet angle devenoit nul, la gravité deviendroit auſſi nulle, & le corps n'auroit plus aucune tendance à ſe mouvoir le long du plan, lequel

lequel seroit alors horisontal ; & si cet angle devenoit infiniment petit, la gravité respective de ce corps deviendroit infiniment petite.

§. 410. Un plan incliné ne peut par lui-même empêcher le corps qui est posé sur lui de descendre vers la terre ; il ne peut que retarder sa chute : ainsi, afin qu'un corps reste en repos sur un plan incliné, il faut que quelqu'autre force que la résistance du plan l'y soutienne.

Du repos des corps sur un plan incliné.

§. 411. Un corps qui reste en repos sur un plan incliné est tenu en équilibre par deux puissances qui contrebalancent sa gravité absolue. 1°. La résistance du plan qui agit, selon la ligne BD, perpendiculaire à ce plan ; car le plan étant pressé selon cette ligne par le poids P, presse ce poids selon la même direction ; à cause de l'égalité de l'action & de la réaction. 2°. La force extérieure qui soutient le corps, sur le plan.

Comment un corps peut-être tenu en équilibre sur un plan incliné.

Fig. 41.

§. 412. La résistance du plan reste toujours la même dans un même plan, mais la direction de la puissance qui soutient le corps sur ce plan peut changer, & il faut que cette force soit différente dans ses différentes directions pour empêcher les corps de tomber ; car elle soutient plus ou moins dans ces directions différentes.

Quelle proportion la force qui soutient le corps sur un plan incliné, doit avoir au poids dans les différentes directions.

§. 413. Si la puissance qui soutient le corps sur le

Fig. 42. le plan eſt verticale comme la puiſſance SP. il faut qu'elle ſoit égale au poids du corps ; car alors elle le ſoutient tout entier, & le plan incliné n'eſt plus compté pour rien.

Fig. 43. §. 414. Cette puiſſance devra être d'autant moindre que ſa direction s'éloignera plus de la direction verticale, en ſorte que quand cette direction ſera paralelle au plan incliné comme dans la Fig. 43. pour que ce corps P. ſoit ſoutenu ſur le plan AB. il faudra que la puiſſance S. ſoit au poids du corps P. comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur, c'eſt-à-dire, comme la gravité reſpective de ce corps à la gravité abſolue ; car la gravité reſpective de ce corps eſt la ſeule choſe que cette puiſſance ait à contrebalancer dans cette direction.

Cette direction parallele au plan, eſt celle dans laquelle la puiſſance qui ſoutient le corps doit être la plus petite ; car alors la réſiſtance du plan agit entiérement, & par conſéquent la puiſſance qui empêche le corps de tomber a d'autant moins à ſoutenir.

§. 415. A meſure que la direction de la puiſſance qui ſoutient le corps, s'éloigne du paralleliſme au plan, cette puiſſance doit être plus grande pour empêcher le corps de tomber, en ſorte qu'elle doit être plus grande dans la direction OP. que dans la direction SP. juſqu'à ce

Fig. 44. & 45. qu'enfin ſi elle devenoit perpendiculaire au plan

comme

comme la puiſſance K P. elle ne pourroit plus, quelque grande qu'elle fût, empêcher le corps de tomber le long du plan ; car elle n'auroit que la même action que le plan AB. lui-même, & par conſéquent elle ne pourroit empêcher le corps de tomber le long de ce plan. Fig. 46

§. 416. Enfin, cette puiſſance pourroit être infiniment petite, ſi le plan étoit infiniment peu haut, ce qui n'a pas beſoin d'être prouvé.

§. 417. Si le poids L. (que je ſuppoſe être la puiſſance qui ſoutient le corps P. ſur le plan AB:) ſi le poids L. dis-je, au lieu de tenir le corps P. en équilibre ſur le plan AB. le faiſoit monter parallelement le long de ce plan, tandis qu'il deſcendroit lui-même perpendiculairement le long de la ligne AC. la hauteur dont le poids P. montera, ſera à celle dont le poids L. deſcendra, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur ; car ſuppoſé que le poids L. ait fait monter le poids P. de B. en R. dans le plan AB. c'eſt comme ſi ce poids P. étoit monté perpendiculairement de la hauteur RH. mais le poids L. qui deſcend perpendiculairement eſt deſcendu de la hauteur entiére BR. or à cauſe des triangles ſemblables RBH. ABC. RH. eſt à BR. comme AC. eſt à AB. (Euclide Liv. 6. prop. 4.) Donc la hauteur dont le poids P. eſt monté, eſt à celle dont le corps L. eſt deſcen- Fig. 46

du, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur, & les hauteurs auſquelles ces deux poids monteront & deſcendront ſeront en raiſon réciproque de leur poids.

Pourquoi il eſt plus difficile de monter une montagne, que de marcher dans une plaine.

§. 418. Il eſt aiſé de voir par tout ce qui vient d'être dit, pourquoi un caroſſe monte plus difficilement une montagne qu'il ne roule ſur un terrain horiſontal; car il faut que les chevaux ſoutiennent pendant qu'ils montent une partie du poids du caroſſe, lequel eſt à ſon poids total, comme la hauteur perpendiculaire du plan, c'eſt-à-dire, de la montagne, eſt à ſa longueur; & c'eſt par la même raiſon que l'on roule plus aiſément ſur un terrain uni, que ſur le terrain raboteux; car les inégalités du terrain ſont autant de petits plans inclinés.

§. 419. Deux corps P. & S. qui ſe tiennent en équilibre ſur des plans inégalement inclinés, mais dont la hauteur eſt la même, ſont entr'eux comme la longueur des plans, ſur leſquels ils s'appuyent; car ils ſont alors l'un pour l'autre ce que ſeroient des poids qui les tiendroient en repos ſur ces plans, & dont la direction ſeroit parallele à ces plans (§. 414.)

Fig. 47.

De la chute des corps par un plan incliné.

§. 420. Lorſqu'aucune force ne retient les corps poſés ſur un plan incliné, ils deſcendent néceſſairement vers la terre le long de ce plan (§. 410.) & le mouvement du corps peut-être alors

Fig. 48.

alors conſidéré comme un mouvement compoſé, & le plan dans lequel il deſcend comme la diagonale du parallelogramme formé ſur les deux directions compoſantes, ſçavoir, la perpendiculaire vers la terre, que la gravité imprime à tout moment aux corps, & l'horiſontale cauſée par l'inclinaiſon du plan.

§. 421. Mais cette réſiſtance du plan qui imprime au corps la direction horiſontale, ne lui imprime aucun mouvement, puiſque ſi elle avoit ſon effet entier, cet effet ſeroit le repos du corps; elle ne fait donc réellement que retarder le mouvement que la gravité imprime aux corps, & changer la direction de ce mouvement.

§. 422. Ainſi, les corps en deſcendant dans un plan incliné, n'ont d'autre mouvement que celui que la gravité leur imprime ſans ceſſe pour arriver au centre de la terre.

§. 423. Puiſque les corps deſcendent dans un plan incliné par la ſeule force de leur gravité, ils y deſcendent donc d'un mouvement également accéléré; car la raiſon de la gravité reſpective à la gravité abſolue d'un corps ſur un plan incliné étant toujours comme la hauteur du plan à ſa longueur (§. 406.) & la gravité agiſſant toujours uniformément, le corps doit ſe mouvoir d'un mouvement également

accéléré, en deſcendant dans le plan incliné pendant tout le tems qu'il y deſcend.

Les corps ſuivent les mêmes loix dans leur chute par un plan incliné que dans leur chute perpendiculaire.

§. 424. La deſcente des graves dans un plan incliné ſuit donc les mêmes loix que leur chute perpendiculaire : ainſi, les eſpaces qu'ils parcourent dans le plan incliné ſont comme les quarrés de leurs tems, ou de leurs vîteſſes ; l'eſpace qu'ils parcourent d'un mouvement accéléré eſt égal à l'eſpace qu'ils parcoureroient d'un mouvement uniforme pendant un tems égal, & avec la moitié des vîteſſes acquiſes pendant l'accélération ; & enfin les eſpaces parcourus dans les tems égaux & ſucceſſifs de la chute croiſſent comme les nombres impairs 1. 3. 5. 7. &c. (ch. 13. §. 306.)

Mais les eſpaces qu'ils parcourent, & les viteſſes qu'ils acquerent, ne ſont pas égales en tems égal.

§. 425. Mais ſi les corps ſuivent dans leur chute par les plans inclinés les mêmes proportions que dans leur chute perpendiculaire, les vîteſſes qu'ils y acquerent, & les eſpaces qu'ils parcourent ne ſont pas égaux en tems égaux, aux vîteſſes qu'ils acquerent & aux eſpaces qu'ils parcourent, lorſqu'ils deſcendent perpendiculairement.

§. 426. La vîteſſe d'un corps qui tombe dans un plan incliné eſt l'effet de ſa gravité reſpective, & ſa vîteſſe dans un plan perpendiculaire eſt celui de ſa gravité abſolue ; ces vîteſſes doivent donc être différentes, puiſque les cauſes qui

qui les produiſent ſont différentes.

La vîteſſe que le corps acquert en tombant dans un plan incliné, eſt donc à la vîteſſe qu'il acquert en tombant perpendiculairement en un tems égal, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur, c'eſt-à-dire, comme la gravité reſpective & la gravité abſolue qui produiſent ces vîteſſes, ſont entr'elles (§. 406.) & ces vîteſſes conſervent entr'elles la même raiſon pendant tous les tems égaux de la chute.

Les vîteſſes dans le plan incliné, ſont aux vîteſſes perpendiculaires en tems égal, comme la hauteur du plan à ſa longueur.

§. 427. Voilà pourquoi Galilée ſe ſervit du plan incliné pour découvrir les loix que les corps ſuivent dans leur chute; car les corps obſervant les mêmes proportions dans leur chute oblique, & dans leur chute perpendiculaire, & leur chute oblique s'operant plus lentement, il lui étoit plus aiſé de diſcerner les eſpaces que les corps parcouroient, lorſqu'ils tomboient par un plan incliné, que lorſqu'ils tomboient perpendiculairement.

Ainſi, les corps tombent plus lentement dans un plan incliné, que par une ligne perpendiculaire.

§. 428. Les eſpaces que le corps parcourt en tombant dans un plan incliné ſont à ceux qu'il parcoureroit en tombant perpendiculairement dans un tems déterminé, comme la vîteſſe du corps dans le plan incliné, eſt à la vîteſſe perpendiculaire au bout de ce tems, c'eſt-à-dire, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur.

§. 429. Si de l'angle rectangle que la hauteur

teur perpendiculaire du plan fait toujours avec
Fig. 49. l'horiſon, on tire une ligne BD. perpendiculaire au plan incliné AC. la ligne AD. ſera à la ligne AB. comme la ligne AB. eſt à la ligne AC. (Euclide Liv. 6. prop. 8.) Or, on vient de voir que l'eſpace parcouru dans le plan incliné eſt à la chute perpendiculaire dans le même tems, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur. Le corps parcourera donc dans le plan incliné l'eſpace AD. dans le même tems dans lequel il tomberoit perpendiculairement de A. en B. puiſque la ligne AD. eſt à la ligne AB. comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur, & il n'y a dans le plan AC. que cet eſpace AD. qui puiſſe être parcouru en même tems que l'eſpace AB. car il n'y a dans le plan incliné ABC. que cet eſpace AD. qui puiſſe être à l'eſpace AB. comme AB. eſt à AC. (Euclide Liv. 6. prop. 8.)

§. 430. Ainſi, lorſqu'on connoît l'eſpace qu'un corps parcoureroit dans ſa chute perpendiculaire en un tems donné, on connoît celui qu'il parcoureroit dans le même tems dans un plan incliné, dont cette chute perpendiculaire ſeroit la hauteur en tirant de l'angle droit formé par la ligne verticale, & par l'horiſontale une ligne perpendiculaire au plan incliné.

§. 431. C'eſt de cette propoſition que l'on tire cette autre-ci qui eſt d'un uſage très-étendu, ſçavoir: *Que dans un cercle dont le diame-*

tre

re eſt perpendiculaire à l'horiſon, la chute d'un corps par une corde quelconque menée des extrêmités du diametre à la circonférence, ſe fait en un tems égal à celui dans lequel le corps parcoureroit le diametre entier.

Les corps parcourent en tems égal toutes les cordes d'un cercle dont le diametre eſt perpendiculaire à l'horiſon.

Dans le cercle ABC. le diametre AB. perpendiculaire à la ligne horiſontale L M. peut être conſidéré comme la hauteur des plans inclinés AM. AG. or les angles ARB. AKB. ſont droits (Eucl. Liv. 3. prop. 31.) Ainſi, les lignes BK. BR. ſont perpendiculaires aux plans inclinés AM, AG. & par conſéquent les corps qui tomberoient du point A. arriveroient en même tems en R. en K. & en B.

Fig. 50.

On prouvera de la même façon que le corps doit parcourir les cordes KB. RB. dans le même tems dans lequel il parcoureroit le diametre AB. car on peut mener par le point A. les cordes AF. AH. égales & paralleles aux cordes RB. KB. or ces cordes AF. AH. ſeront parcourues dans le même tems que le diametre AB. (par la §. 431.) Donc les cordes RB. KB. qui leur ſont égales & paralleles, ſeront auſſi parcourues dans le même tems que ce diametre AB.

Fig. 50.

§. 432. Il ſuit évidemment de cette propoſition que le point dans lequel la ligne tirée perpendiculairement de l'angle droit au plan incliné rencontre le plan, eſt dans la circonférence du cercle, dont la hauteur du plan eſt le diametre.

§. 433.

§. 433. Ainſi dans un cercle dont le diametre eſt perpendiculaire à l'horiſon, toutes les cordes tirées des extrêmités de ce diametre à la circonférence, ſont parcourus auſſi que le diametre lui-même dans un tems égal, & les corps étant abandonnés à eux-mêmes, arriveront en même tems au point B. ſoit qu'ils partent du point R. ou du point K. ou du point O. ou du point A. ou enfin d'un point quelconque de la circonférence ABC. car chacune de ces cordes peut être conſidérée comme des parties de pluſieurs plans inclinés, dont le diametre AB. eſt la hauteur. Fig. 55.

La raiſon pour laquelle toutes les cordes ſont parcourues en tems égal, c'eſt qu'elles ſont d'autant plus inclinées qu'elles ſont plus courtes, & d'autant plus verticales, qu'elles ſont plus longues.

§. 434. Le tems qu'un corps employe à tomber par un plan incliné eſt d'autant plus long que ce plan eſt plus incliné, & ce tems eſt au tems de la chute perpendiculaire comme la longueur du plan eſt à ſa hauteur.

§. 435. Ainſi, les tems de la chute d'un corps par des plans differemment inclinés, mais dont la hauteur eſt la même, ſont comme les longueurs de ces plans, ce qui n'a pas beſoin

beſoin de preuve après ce qui vient d'être dit.

§. 436. J'ai dit (à la §. 425.) que les vîteſſes acquiſes dans le plan incliné, n'étoient pas égales aux vîteſſes que le corps auroit acquis en tombant perpendiculairement pendant le même tems, mais ce qui eſt vrai dans les tems partiaux de la chute, ne l'eſt plus dans le tems total: car dans les parties de la chute, on compare les vîteſſes acquiſes dans la chute oblique pendant un tems quelconque, aux vîteſſes que le corps acquereroit en tombant perpendiculairement pendant le même tems; mais dans la chute totale, on compare les vîteſſes acquiſes dans les tems totaux des deux chutes, l'oblique, & la perpendiculaire. Or, ces tems ſont inégaux, puiſqu'ils ſont entr'eux comme la longueur & la hauteur du plan ſont entr'elles. Ainſi, les vîteſſes de deux corps, dont l'un tomberoit perpendiculairement, & l'autre par un plan incliné, ſeroient égales à la fin de leur chute, quoiqu'elles fuſſent inégales dans un tems quelconque de la chute: ainſi, dans le plan incliné ABC. l'eſpace AB. & l'eſpace AD. ſont parcourus dans le même tems, mais la vîteſſe que le corps a acquis au point B. & au point D. n'eſt pas égale, la vîteſſe acquiſe au point B. eſt à celle que le corps a acquis en D. comme AC. à AB. c'eſt-à-dire, comme la longueur du plan eſt à ſa hauteur.

Les vîteſſes acquiſes à la fin de la chute perpendiculaire & de la chute oblique, ſont égales, mais les tems de ces chutes ſont inégaux.

Fig. 424

Mais

Mais lorſque le corps eſt arrivé en D. & qu'il continue à tomber de D. en C. ſa vîteſſe croît en même raiſon que le tems de ſon mouvement : ainſi, la vîteſſe acquiſe en C. eſt à la vîteſſe acquiſe en D. comme AC. à AD. ou à AB. c'eſt-à-dire, comme la longueur du plan eſt à ſa hauteur, puiſque les vîteſſes croiſſent comme les tems, (§. 434.) Les vîteſſes acquiſes en B. & en C. ſont donc égales, puiſqu'elles ſont l'une & l'autre à la vîteſſe acquiſe en D. comme AC. à AB.

Cette propoſition n'eſt pas du nombre de celles dans leſquelles la géométrie perſuade l'eſprit preſque malgré lui ; car il eſt aiſé de ſentir que la force par laquelle le corps tend à deſcendre vers la terre, étant la ſeule qui le faſſe deſcendre dans le plan incliné, quand cette force a eu tout ſon effet, elle doit avoir communiqué au corps la même vîteſſe, quelque ſoit le chemin par lequel il ſoit tombé : ainſi, le corps a acquis la même vîteſſe, lorſqu'il a atteint l'horiſon, ſoit qu'il y ſoit parvenu par une ligne perpendiculaire, ou par un plan incliné, ou par pluſieurs plans inclinés contigus, pourvû qu'il ſoit tombé de la même hauteur perpendiculaire.

§. 437. Il ſuit de là, qu'un corps qui eſt tombé perpendiculairement de L. en I. a acquis la même vîteſſe que s'il étoit tombé de H. en I. ainſi

Fig. 51.

ainſi, s'il continuoit de tomber de I. en K. par le plan incliné IK. ſon mouvement ſeroit le même que s'il étoit tombé de H. en K.

Mais comme ſon mouvement eſt plus lent par le plan incliné IK. que par le plan perpendiculaire IM. (§. 426.) un corps qui tomberoit de L. en I. puis de I. en K. arriveroit plus tard à l'horiſon en K. que s'il y étoit arrivé par le plan perpendiculaire LM. quoique par l'un & par l'autre chemin il ait acquis la même vîteſſe; car il a employé cette vîteſſe à parcourir un eſpace plus long dans le premier cas que dans le ſecond.

§. 438. Ainſi, un corps en deſcendant par le plan incliné LM. aura acquis la même vîteſſe en M. que s'il étoit tombé de I. en M. ou de Q. en G. & ſi étant arrivé en M. il continuoit ſon chemin le long du plan incliné MN. il auroit la même vîteſſe en N. que s'il étoit tombé de Q. en N. ou de Q. en P. & ſi étant arrivé en N. il continuoit encore ſon chemin par NO. il auroit acquis en O. la même vîteſſe, que s'il étoit tombé de Q. en R. Ainſi, un corps qui tombe par pluſieurs plans inclinés contigus comme LM. MN. NO. aura acquis, lorſqu'il ſera parvenu à l'horiſon la même vîteſſe, que s'il étoit tombé de la hauteur perpendiculaire de ces plans repréſentée par la ligne QR. en ſuppoſant que dans

Fig. 52.

Une courbe peut être conſidérée comme une infinité de plans inclinés contigus.

dans les changemens de direction en M. & en N. il n'y ait eu aucun frottement qui ait diminué la vîteſſe du corps.

Les corps ſuivent dans les courbes les mêmes loix que dans les plans inclinés.

§. 439. Une courbe n'étant autre choſe qu'une infinité de plans inclinés contigus infiniment petits, les corps en deſcendant dans la courbe QH. acquereroient la même vîteſſe que s'ils étoient tombés de Q. en R.

§. 440. Lorſque les angles d'inclinaiſon de deux plans ſont égaux, ils ſont également inclinés, quoique leur hauteur & leur longueur ſoient différentes, car leur inclinaiſon dépend de l'angle qu'ils font avec l'horiſon, & non de leur hauteur ou de leur longueur.

Les plans également inclinés A B C. a b c. ayant l'angle d'inclinaiſon B. & b. égal par ſuppoſition, & l'angle en C. & en c. étant droit dans l'un & dans l'autre, ces plans forment des triangles ſemblables, dont les côtés ſont proportionnels (Euclide Liv. 6. prop. 4.) ainſi, A B. eſt à a b. comme A C. eſt à a c. Dans les plans également inclinés, les hauteurs ſont donc proportionnelles aux longueurs; & ſi deux corps deſcendent dans deux plans ou dans pluſieurs plans contigus également inclinés, les tems qu'ils employeront à tomber par ces plans, ſeront entr'eux en raiſon ſous-double de leur longueur, ce qui

Fig. 53. & 54.

qui n'a pas beſoin de preuve, puiſque ces tems ſont toujours en raiſon ſous-double des eſpaces parcourus (§. 315. n°. 4°.)

§. 441. Si au lieu de plans contigus on imagine deux courbes compoſées de plans inclinés infiniment petits, les tems de la chute dans les deux courbes ſeront dans la même raiſon que dans les plans également inclinés.

§. 442. Il ſuit de tout ce qui a été dit dans ce Chapitre, que les corps en tombant par une ſuperficie quelconque, ſoit courbe, ſoit inclinée, acquierent la vîteſſe néceſſaire pour remonter à la même hauteur, ſi leur direction venoit à être changée, ſans que leur vîteſſe fût diminuée, ſoit qu'ils remontaſſent par la même ſurperficie, ou par quelque autre dont la hauteur fût la même; car les corps en tombant par un plan incliné ſuivent les mêmes loix qu'en tombant perpendiculairement: or dans la chute perpendiculaire les corps acquierent des vîteſſes capables de les faire remonter à la même hauteur dont ils ſont deſcendus, & ces vîteſſes leur ſont ôtées en remontant de la même façon qu'elles leur avoient été imprimées en deſcendant, & c'eſt là la cauſe de l'oſcillation des Pendules, dont je vais vous parler dans le Chapitre ſuivant.

Les corps acquierent dans les plans inclinés la vîteſſe néceſſaire pour remonter à la même hauteur, dont ils ſont tombés.



CHAPITRE XVIII.

De l'Oſcillation des Pendules.

§. 443.

Ce que c'eſt qu'un Pendule.

UN Pendule eſt un corps grave, ſuſpendu à un fil, & attaché à un point fixe autour duquel il peut ſe mouvoir par l'action de la gravité, lorſqu'on l'a mis une fois en mouvement.

Quelle eſt la cauſe de ſes vibrations.

Fig. 56.

§. 444. Si le corps P. ſuſpendu à un fil BP. eſt attaché au point immobile B. & qu'etant tiré de la poſition BP. perpendiculaire à l'horiſon, il ſoit élevé en C. par exemple, & enſuite abandonné à lui-même, il eſt certain qu'il deſcendra

vers la terre par la force de ſa gravité autant qu'il lui ſera poſſible.

Si ce corps étoit entiérement libre, il ſuivroit la ligne perpendiculaire CL. mais étant attaché en B. par le fil BP. il ne peut obéir qu'en partie à l'effort de la gravité qui le porte dans cette ligne C L. ainſi, il eſt contraint de deſcendre par l'arc CP.

Le corps P. en tombant de C. en P. par l'arc CP. a acquis la même vîteſſe, que s'il étoit tombé de la hauteur perpendiculaire EP. & par conſéquent il a la vîteſſe néceſſaire pour remonter à cette même hauteur, par la même courbe en tems égal, ſuppoſé que quelque cauſe change ſa direction ſans altérer ſa vîteſſe (§. 319. n°. 1°.) Cette cauſe, qui change la direction que la gravité imprime au corps P. eſt le fil BP. car lorſque le corps eſt arrivé en P. il ne peut plus deſcendre vers la terre; cependant il conſerve toute la vîteſſe, que la gravité lui avoit imprimée de C. en P. Or, ſi dans ce moment la gravité ceſſoit d'agir ſur le corps, & qu'il ne fût plus retenu par le fil BP. il ſuivroit la ligne droite P D. tangente du cercle CP. dans lequel le corps ſe meut (premiere loi §. 229.); mais le fil BP. oppoſant au point P. un obſtacle invincible à ſa gravité, le corps tend à s'échapper par la tangente P D. dont le fil BP. le retire au premier moment pour lui faire commencer une autre tangente, dont il eſt à tout moment retiré: ainſi, le fil BP. faiſant changer à tout mo-

ment de direction à ce corps, il lui fait parcourir l'arc du cercle PR. & cet arc PR. eſt égal à CP. car ce corps par la force acquiſe en tombant de C. en P. doit remonter à la même hauteur d'où il étoit tombé, puiſque la gravité lui ôte de P. en R. tout ce qu'elle lui avoit donné de C. en P. (§. 318.)

C'eſt de la même maniére à peu près que les corps céleſtes font leur révolution dans des courbes autour du Soleil ſans tomber dans cet aſtre, comme je l'expliquerai en parlant de l'Aſtronomie.

Lorſque le corps P. eſt arrivé en B. toute la force qu'il avoit pour remonter étant conſumée, il tombera de nouveau en P. par la peſanteur, d'où il remontera en C. & ainſi de ſuite. Cette allée & ce retour du Pendule BP. de C. en P. & de P. en R. eſt ce qu'on appelle les oſcillations, les vibrations de ce Pendule, dont on voit que la peſanteur eſt l'unique cauſe.

Fig. 56.

Ce que c'eſt qu'une vibration.

Les Pendules dans leurs vibrations décrivent des arcs de cercle.

§. 445. Le corps P. étant retenu par le fil BP. dans la circonférence du cercle GP M. dont ce fil BP. eſt le rayon, l'arc CPR. qu'il décrira ſera un arc de cercle.

§. 446. Ainſi, le fil BP. auquel le corps qui oſcille, eſt attaché, eſt pour ce corps un obſtacle, qui s'oppoſe à la force qui le porte vers la terre, & c'eſt cette ſeule force de la gravité, qui fait faire des vibrations à ce corps.

§. 447.

Définitions.

§. 447. La ligne droite SBT. parallele à l'horiſon, & paſſant par le point B. autour duquel le Pendule BP. oſcille, s'appelle l'axe d'oſcillation & le point B. auquel le fil BP. eſt attaché, s'appelle le point de ſuſpenſion. Fig. 564

Dans les Pendules on conſidére le poids du corps ſuſpendu comme étant concentré en un ſeul point.

§. 448. Les Pendules peuvent être ſimples ou composés.

Des Pendules ſimples.

§. 449. Les Pendules ſimples ſont ceux auſquels il n'y a qu'un poids ſuſpendu ; & les Pendules composés ſont ceux auſquels pluſieurs poids ſont attachés à differentes diſtances du point de ſuſpenſion.

Des Pendules composés.

Un Pendule feroit des oſcillations pendant toute l'éternité, dans un milieu non réſiſtant ſans les frottement

§. 450. Si l'air ne réſiſtoit point au mouvement du Pendule, & que le fil auquel il tient n'éprouvât aucun frottement à ſon point de ſuſpenſion, on ſent aiſément qu'un corps qui auroit commencé à faire des oſcillations de C. en P. & de P. en R. les continueroit pendant toute l'éternité, puiſqu'en tombant de C. en P. il acquiert la viteſſe néceſſaire pour remonter de P. en R. & qu'étant arrivé en R. il retombe en P. par la force de ſa gravité, pour remonter enſuite en C. par la force acquiſe en deſcendant, & ainſi de ſuite. Fig. 564.

§. 451. Mais comme nous ne connoiſſons point de corps exempt de frottement, & que l'air dans lequel les Pendules oſcillent, réſiſte à leur mouvement, tout pendule étant abandonné à lui-même perd à la fin ſon mouvement, & au bout d'un certain tems les arcs qu'il décrit diminuent, juſqu'à ce qu'enfin les arcs devenant infiniment petits, le Pendule reſte en repos dans la direction perpendiculaire à l'horiſon qui eſt ſa direction naturelle.

§. 452. On fait cependant abſtraction de la réſiſtance de l'air & du frottement, que le Pendule éprouve à ſon point de ſuſpenſion, lorſqu'on traite des oſcillations des Pendules, parce qu'on ne les conſidere que dans un tems très-court, & que dans un petit eſpace de tems, ces deux obſtacles ne font pas un effet ſenſible ſur le Pendule.

§. 453. Si les arcs du cercle CP. PG, que le corps P. parcourt dans ſes vibrations ſont très-petits, ils différeront très peu en longueur & en
Fig. 57. inclinaiſon des cordes MP. PR. qui les ſouſtendent; ainſi le corps fera une demie oſcillation de C. en P. dans un tems ſenſiblement égal à celui qu'il employeroit à parcourir la corde MP. ou le diametre AP. du cercle ACP. dans lequel il oſcille (§. 433.)

§. 455.

§. 454. Il ſuit de là qu'un Pendule, qui fait ſes oſcillations dans des arcs de cercle très-petits, les fait dans des tems ſenſiblement égaux, quoique les arcs qu'il parcourt ne ſoient pas égaux; car ces arcs étant parcourus dans des tems ſenſiblement égaux à ceux que le corps employeroit à parcourir les cordes qui les ſouſtendent, & ces cordes étant toutes parcourues en tems égal (§. 433.) le Pendule P. parcourera les petits arcs CPG. DPF. dans des tems ſenſiblement égaux; ainſi, deux Pendules d'égale longueur que l'on fait oſciller dans de petits arcs de cercle différens, font leurs vibrations ſi également, que dans cent vibrations, à peine différent-ils d'une ſeule.

Les oſcillations dans de très-petits arcs de cercle inégaux, ſe font dans des tems ſenſiblement égaux.

Fig. 57.

§. 455. Les vîteſſes des corps qui oſcillent dans des arcs de cercle différens CB. DB. ſont entre elles, lorſqu'ils ſont arrivés au point B. comme les ſouſtendantes de l'arc qu'ils ont parcouru; car en tirant les lignes horiſontales CF. DE. les vîteſſes que le corps a acquis en tombant par les arcs CB. DB. ſont les mêmes que celles qu'il auroit acquis en tombant perpendiculairement de F. en B. & de E. en B. (§. 438.) Or la vîteſſe acquiſe de F. en B. eſt à la vîteſſe acquiſe de G. en B. en raiſon ſous doublée de GB. à FB. (§. 315. *num.* 4°.) où comme la ligne CB. eſt à la ligne GB. (§. 429.); de même la vîteſſe acquiſe de E. en B. eſt à la vîteſſe de G. en B. en raiſon ſous-doublée de EB. à GB.

Les vîteſſes acquiſes par des arcs inégaux, ſont comme leur ſouſtendantes.

Fig. 58.

c'eſt-à-dire, comme la ligne DB. eſt à la ligne GB. & par conſequent la vîteſſe de F. en B. eſt à celle de E. en B. comme la corde CB. eſt à la corde DB. mais la vîteſſe acquiſe en tombant par les arcs CB. DB. eſt égale à la vîteſſe que le corps acquereroit en tombant perpendiculairement de F. en B. & de E. en B. (§. 444.) Donc les vîteſſes acquiſes en tombant par ces arcs ſont auſſi entre elles comme les cordes CB. DB. qui les ſoustendent.

Fig. 58. §. 456. Il ſuit de là, que ſi dans le cercle GB. on prend les arcs ;B1. B2. B3. dont les ſouſtendantes ſoient reſpectivement 1. 2. 3. &c. les vîteſſes d'un Pendule qu'on feroit deſcendre ſucceſſivement par les arcs 1 B. 2 B. 3 B. &c. ſeroient 1. 2. & 3. reſpectivement au point B. c'eſt-à-dire, comme les cordes qui ſouſtendent ces arcs. On peut donner aux corps par ce moyen des degrés de vîteſſe précis & différens, & cette méthode eſt d'un grand uſage pour connoître les loix du choc des corps, dont je parlerai dans la ſuite.

Galilée eſt l'inventeur des Pendules.

§. 457. Galilée fut le premier qui imagina de ſuſpendre un corps grave à un fil, & de meſurer le tems dans les obſervations Aſtronomiques & dans les expériences de Phyſique, par ſes vibrations ; ainſi, on peut le regarder comme l'inventeur des Pendules, mais ce fut M. Hughens qui les fit ſervir le premier à la conſtruc-

Et M. Hughens des Horloges à Pendule.

tion

tion des Horloges. Avant ce Philoſophe les meſures du tems étoient très-fautives, ou très-pénibles; mais les Horloges qu'il conſtruiſit avec des Pendules, donnent une meſure du tems infiniment plus exacte que celle qu'on peut tirer du cours du Soleil; car le Soleil ne marque que le tems relatif ou apparent, & non le tems vrai. Voilà pourquoi les Horloges à Pendules retardent ou avancent quelquefois, de 15. ou 16. minutes ſur le cours du Soleil, comme je l'expliquerai plus en détail en parlant de l'Aſtronomie.

§. 458. Quoique les vibrations du même Pendule dans de petits arcs de cercle inégaux s'achevent dans des tems ſenſiblement égaux (§. 454.) cependant ces tems ne ſont pas égaux géometriquement; mais les oſcillations dans de plus grands arcs ſe font toujours dans un tems un peu plus long, & ces petites différences qui ſont très-peu de choſe dans un tems très-court, & dans de très-petits arcs, deviennent ſenſibles, lorſqu'elles ſont accumulées pendant un tems plus conſidérable, ou que les arcs different ſenſiblement. Or mille accidens, ſoit du froid, ſoit du chaud, ſoit de quelque ſaleté qui peut ſe gliſſer entre les rouës de l'Horloge, peuvent faire que les arcs décrits par le même Pendule ne ſoient pas toujours égaux, & par conſéquent le tems marqué par l'éguille de l'Horloge, dont les vibrations du Pendule ſont la meſure, ſeroit ou plus

court

court ou plus long, ſelon que les arcs que le Pendule décrit ſeroient augmentés ou diminués.

§. 459. L'expérience s'eſt trouvée conforme à ce raiſonnement, car M. Derham ayant fait oſciller dans la machine de Boyle un Pendule, qui faiſoit ſes vibrations dans un cercle ; il trouva que lorſque l'air étoit pompé de la machine, les arcs que ſon Pendule décrivoit étoient d'un cinquiéme de pouce plus grands de chaque côté que dans l'air, & que ſes oſcillations étoient plus lentes de deux ſecondes par heure.

Transf. Phil. n°. 294. Les vibrations du Pendule étoient plus lentes de ſix ſecondes par heure dans l'air, lorſqu'on ajuſtoit le Pendule, de façon que les arcs qu'il décrivoit, fuſſent augmentés de cette même quantité d'un cinquiéme de pouce de chaque côté ; car l'air retarde d'autant plus le mouvement des Pendules que les arcs qu'ils décrivent ſont plus grands.

§. 460. Le Pendule parcourt de plus grands arcs dans le vuide par la même raiſon qui fait que les corps y tombent plus vîte, c'eſt-à-dire, parce que la réſiſtance de l'air n'a plus lieu dans le vuide.

§. 461. M. Derham remarqua de plus que les arcs décrits par ſon Pendule étoient un peu plus grands

grands lorſqu'il avoit nouvellement nettoyé le mouvement qui le faiſoit mouvoir.

§. 462. M. Hughens qui avoit prévû ces inconveniens, imagina pour y remedier, & pour rendre les Horloges auſſi juſtes qu'il eſt poſſible, de faire oſciller le Pendule qui les régle dans des arcs de cicloïde, au lieu de lui faire décrire des arcs de cercle; car dans la cicloïde tous les arcs étant parcourus dans des tems parfaitement égaux, les accidens qui peuvent changer la grandeur des arcs décrits par le Pendule, ne peuvent apporter aucun changement au tems meſuré par ſes vibrations, lorſqu'elles ſe font dans des arcs de cicloïde.

Pourquoi M. Hughens imagina de faire oſciller des Pendules dans des arcs de cicloïde.

C'eſt que dans cette courbe tous les arcs ſont parcourus dans des tems parfaitement égaux.

§. 463. Cette courbe qui eſt très-fameuſe parmi les Géometres par le nombre & la ſingularité de ſes propriétés, ſe forme par la révolution d'un point quelconque d'un cercle, dont la circonférence entiére s'applique ſucceſſivement ſur une ligne droite.

Comment la cicloïde ſe décrit.

Lorſque le cercle BO. applique ſucceſſivement tous les points de ſa circonférence ſur la ligne droite BAb. en ſorte que ſon point B. par lequel il touchoit cette ligne au commencement de ſa révolution, ſe trouve toucher l'autre extrémité b. de cette ligne, quand la révolution du cercle ſur cette ligne eſt achevée, on voit aiſément que cette ligne BAb. ſera égale à la circonférence du cercle BO. qui

Fig. 59.

s'eſt

s'eſt appliquée ſucceſſivement ſur elle comme pour la meſurer.

Si l'on conçoit maintenant que le point B. du cercle BO. qu'on appelle le point décrivant, laiſſe à tous les points par leſquels il paſſe en allant de B. en b. une production de lui-même, il s'en formera la courbe BGb. & c'eſt cette courbe qu'on appelle *une Cicloïde*. Les rouës d'un caroſſe, en tournant décrivent dans l'air des cicloïdes.

Définition

§. 464. Le cercle BO. dont la révolution a formé la cicloïde BGb. s'appelle le cercle générateur de cette cicloïde : le point G. eſt le ſommet de la cicloïde, & la ligne horiſontale BAb eſt ſa baſe.

§. 465. Si l'on conçoit le cercle générateur BO. parvenu dans ſa révolution au point dans lequel ſon diametre GA. partage la cicloïde, & ſa baſe en deux parties égales, alors ce diametre devient l'axe de la cicloïde.

Des propriétés de la cicloïde.

§. 466. Si je voulois vous démontrer toutes les propriétés de cette courbe, il faudroit en faire un traité entier. Je me contenterai donc de vous indiquer ici celles qui ſont néceſſaires au ſujet que je traite; vous en ſuppoſerez les démonſtrations, ou ſi vous voulez les connoître, vous les trouverez dans l'excellent Livre de M. Hughens *de Horologio Oſcillatorio*, ou dans le

Traité

Traité que M. Wallis a donné de la Cicloïde.

1°. Cette courbe ſe décrit elle-même par ſon évolution, en ſorte que ſi CA. CN. ſont deux demi-cicloïdes renverſées, formées par le même cercle générateur DA. leſquelles ſe réuniſſent au point C. ayant leur ſommet en A. & en N. & que l'on conçoive un fil CBA. égal à la demie-cicloïde CA. à laquelle je le ſuppoſe appliqué. Si l'on attache à l'extrémité de ce fil un poids P. ce fil deviendra un Pendule égal à la demi-cicloïde CA. or ſi ce poids P. eſt abandonné à lui-même, il tombera vers la terre autant qu'il lui ſera poſſible par ſa gravité, & en tombant, il déployera le fil CA. lequel en ſe déployant de A. en F. décrira par ſon extrémité auquel tient le poids P. une courbe AF.

Premiere propriété de la cicloïde.

Hughens de Horol. Oſcil. part. 3. prop. 5. 6. & 7.

Fig. 60.

Si le poids P. qui a déployé le fil CBA. & qui l'a amené dans la direction perpendiculaire CF. continue à ſe mouvoir par l'action de ſa gravité, lorſqu'il eſt arrivé en F. il décrira en remontant de F. en N. une courbe FN. égale à AF. & quand le point P. ſera arrivé au point N. le fil CBP. ſera appliqué à la demi-cicloïde CN. à laquelle il eſt égal : donc la courbe entiére AFN. ſera décrite par l'évolution & la révolution de la demi-cicloïde CA. ou du fil CBP. qui lui eſt égal, & cette courbe AFN. ſe trouve être une cicloïde égale aux deux demi-cicloïdes CA. CN. & ayant le même cercle générateur, & elle eſt par conſéquent double du fil CBP. égal à chacune de ces demi-cicloïdes.

Fig. 60.

Afin

Afin que les Pendules décrivent des arcs de cicloïde dans leur évolution & leur révolution, il faut qu'ils ſoient ſuſpendus entre des demi-cicloïdes de métal, contre leſquelles ils s'appuyent ſans ceſſe en ſe déployant, & qui les empêchent de décrire des arcs de cercle.

Deuxiéme propriété.

2°. Le tems de la chute d'un corps par un arc quelconque d'une cicloïde renverſée, eſt au tems de la chute perpendiculaire par l'arc de la cicloïde, comme la demie circonférence du cercle eſt à ſon diametre.

Idem p. 2. prop. 25.

C'eſt cette propriété de la cicloïde dont vous pouvez voir la démonſtration dans le Traité de M. Hughens, qui fit découvrir à ce Philoſophe la proportion entre le tems d'une oſcillation, & l'eſpace tombé dont j'ai parlé.

Troiſiéme propriété.

3°. De cette propriété de la cicloïde, il en naît une autre, c'eſt que tous les arcs d'une cicloïde renverſée ſont parcourus en tems égal, par un corps qui tombe dans cette courbe par ſon propre poids ; car puiſque par la propriété précedente les tems de la chute d'un corps par des arcs quelconques de cicloïde, ſont au tems de ſa chute perpendiculaire par l'axe de cette cicloïde dans une raiſon conſtante, ces tems ſont égaux entr'eux.

Quatriéme propriété.

Hughens de Horol. Oſcil. p. 2. prop. 1.

4°. Cet iſochroniſme des arcs de la cicloïde eſt fondé ſur une propriété de cette courbe, dont je ne vous ai pas encore parlé, & qui ſe prouve par une démonſtration aſſez compliquée, c'eſt que toute tangente de la cicloïde

eſt

eſt parallele à la corde de ſon cercle générateur compriſe entre le ſommet de la cicloïde, & le point auquel la parallele à la baſe tirée du point de tangence, coupe le cercle générateur: ainſi, la tangente HBN. eſt parallele à la corde EA. dans la cicloïde MGL. *Fig. 61.*

Il eſt aiſé de voir comment l'iſochroniſme des arcs de la cicloïde découle de cette propriété, quoique ce ne ſoit pas par là qu'on l'a découvert, car la gravité agira ſur le corps au point de cette courbe où il ſe trouve, de la même maniére qu'elle y agiroit ſur la corde du cercle générateur qui correſpond à ce point, puiſque chaque point de la cicloïde a la même inclinaiſon que la corde du cercle générateur qui lui correſpond: or on a vû que ſur toutes les cordes d'un cercle tirées des extrémités de ſon diametre, le corps reçoit des impulſions de la peſanteur proportionnelles aux cordes qu'il parcourt, c'eſt-à-dire, d'autant plus grandes que ces cordes ſont plus longues: ainſi, dans la cicloïde chaque point de cette courbe ayant la même inclinaiſon que la corde du cercle générateur qui lui correſpond, le corps reçoit à chacun de ces points des impulſions de la peſanteur proportionnelles à la corde, ou au double de cette corde, c'eſt-à-dire à l'arc qui lui reſte à parcourir; car chacun de ces arcs eſt double de la corde du cercle générateur qui lui correſpond: ces impulſions ſont par conſéquent d'autant moindres que ces arcs ſont plus courts, & d'autant plus grandes

Hughens de Horol Oſcil. p. 3. prop. 5. & 7.

Fig. 62.

grandes qu'ils ſont plus grands, ces arcs étant d'autant plus inclinés qu'ils ſont plus courts. Suivant cela, deux corps qui partent en même tems des points H. & B. de la cicloïde DFO. avec des vîteſſes initiales proportionnelles aux arcs HF. BF. qu'ils ont à parcourir, arriveroient en même tems au point F. s'ils continuoient à ſe mouvoir avec les vîteſſes initiales de H. en F. & de B. en F. d'un mouvement uniforme ; or comme on peut faire le même raiſonnement ſur tous les points qui ſont entre H. & F. & entre B. & F. les corps qui partent de ces différens points, doivent atteindre le ſommet F. en même tems.

Je me ſuis arrêté à prouver cette quatriéme propriété de la cicloïde, & ſurtout à en faire ſentir la raiſon Phyſique, parce que c'eſt celle qui ſert le plus à la juſteſſe des Pendules qui oſcillent dans des arcs de cicloïde.

Cinquiéme propriété.

§. 467. Je ne puis paſſer ſous ſilence une des plus belles propriétés de la cicloïde, & aſſurément celle qui eſt la plus ſurprenante de toutes, c'eſt que cette courbe eſt la ligne de la plus vîte deſcente d'un point à un autre.

La cicloïde eſt la ligne de la plus vîte deſcente.

§. 468. Le problême de la ligne de la plus vîte deſcente d'un corps tombant obliquement à l'horiſon par l'action de la peſanteur d'un point donné à un autre point donné, eſt fameux par l'erreur du grand Galilée, qui a crû que cette ligne

ligne étoit un arc de cercle, & par les différentes ſolutions que les plus grands Géometres de l'Europe en ont donné; vous lirez un jour ces ſolutions dans les *Acta Eruditorum*, & dans les *Tranſactions Philoſophiques*, & vous verrez que tous ces grands hommes arriverent au même but par différens chemins, & que tous trouverent que cette ligne étoit une demi-cicloïde renverſée, qui a pour origine & pour ſommet les deux points donnés.

Cette propriété de la cicloïde ſemble d'abord un paradoxe.

§. 469. La ſolution de ce problême ſemble une eſpece de paradoxe, puiſqu'il s'enſuit que la ligne droite qui eſt toujours la plus courte entre deux points donnés, n'eſt pas celle qui eſt parcourue dans un moindre eſpace de tems, & cela étonne d'abord un peu l'imagination, cependant la géometrie le démontre, & il n'y a pas à en appeller, & cela dépend de cette proprieté de la cicloïde, par laquelle les vîteſſes initiales d'un corps à un point quelconque de cette courbe, ſont proportionnelles aux arcs qui lui reſtent à parcourir.

§. 470. Ainſi la ligne de la plus vîte deſcente eſt auſſi celle dont tous les arcs ſont parcourus en temps égaux, & il eſt utile de remarquer que ces deux proprietés qui dépendent viſiblement du même principe, je veux dire des vîteſſes initiales proportionnelles aux arcs à parcourir, ne ſe trouvent réunies dans une même

courbe, qu'en ſuivant le ſiſtême, ou pour mieux dire, les découvertes de Galilée ſur la progreſſion de la chute des corps.

Solution du problême de la cicloïde par la dioptrique donnée par Jean Bernoulli.

§. 471. M. Jean Bernoulli, ce fameux Mathématicien qui avoit propoſé le problême de la ligne de la plus vîte deſcente, le réſolut par la dioptrique, en démontrant que tout rayon rompu dans l'atmoſphére doit décrire une cicloïde ; ce grand Géometre ſupoſoit dans ſa ſolution que la lumiére en traverſant des milieux d'une denſité héterogene, devoit ſe tranſmetre par le chemin du plus court tems, comme Fermat l'avoit prétendu contre Deſcartes, & comme Meſſieurs Hughens & Leibnits l'avoient ſoutenu depuis Fermat.

Acta Erudit. 1697. p. 206.

§. 472. On ſent aiſément avec quel plaiſir M. de Leibnits adopta une opinion qui prenoit ſa ſource dans le principe d'une raiſon ſuffiſante ; car Fermat prétendoit que puiſque le rayon ne va d'un point à un autre, ni par le chemin direct, ni par le plus court, il étoit convenable à la Sageſſe de l'auteur de la Nature qu'il y allât par le chemin qu'il parcourt dans le moins de tems poſſible.

Ce n'eſt pas ici le lieu d'entrer dans cette diſcuſſion ; vous pouvez voir ce que M. de Mairan a rapporté de la diſpute de Deſcartes & de Fermat dans les Mémoires de l'Académie des Sciences Année 1722. en attendant que je vous

vous en parle, lorſque je vous expliquerai la réfraction de la lumiére.

§. 473. Vous avez vû ci-deſſus qu'afin qu'un Pendule décrive des arcs de cicloïde, il eſt néceſſaire qu'il ſoit ſuſpendu entre deux demi-cicloïdes, comme dans la Fig. 60. leſquelles étant ordinairement de métal, l'empêchent de décrire un arc de cercle.

Or, quoique les deux demi-cicloïdes C A. C N. empêchent le corps P. de décrire l'arc de cercle E F L. cependant il y a vers le ſommet de la cicloïde un petit eſpace PFP. dans lequel le Pendule ſe meut de la même façon que s'il oſcilloit librement dans le cercle EFL. & c'eſt là la véritable raiſon pour laquelle les oſcillations du Pendule dans de très-petits arcs de cercle différens, s'achevent cependant dans des tems ſenſiblement égaux, comme je l'ai dit. *Fig. 63.*

Voilà pourquoi on ne ſuſpend guéres les grands Pendules entre des arcs de cicloïde; la petiteſſe des arcs qu'ils décrivent, ſuffiſant pour rendre leurs vibrations iſochrones, & ce n'eſt que pour les petits Horloges dont le Pendule eſt très-court, que l'on ſe ſert de la cicloïde.

§. 474. Il ſuit de l'égalité du petit arc de cercle P F P. & de cette portion de la cicloïde AFN. que le tems pendant lequel un corps fait une oſcillation dans un très-petit arc de cercle, eſt au tems de la chute perpendiculaire par la demie

Proportion entre le tems d'une oſcillation & celui de la chute verticale

par la demie longueur du Pendule.

demie longueur du Pendule, comme la circonférence du cercle eſt à ſon diametre, puiſque le tems d'une oſcillation dans une cicloïde ſuit cette proportion.

Fig. 63.

Cette égalité du tems des oſcillations dans un petit arc de cercle aux tems des oſcillations dans de petits arcs de cicloïde, étoit néceſſaire à trouver, pour en déduire, comme fit M. Hughens, l'eſpace que la gravité fait parcourir ici-bas dans la premiere ſeconde aux corps qu'elle fait tomber vers la terre; car les Pendules qui font leurs oſcillations par la ſeule force de la gravité, décrivent des arcs de cercle, & non pas des arcs de cicloïde.

§. 475. La durée des oſcillations de deux Pendules qui oſcillent dans des arcs de cercle ſemblables, ſont en raiſon ſous-doublée de la longueur de ces Pendules.

Vous avez vû dans le chapitre 13. (§. 315. *num.* 4°.) qu'un corps qui tombe vers la terre par la ſeule force de la gravité, parcourt en tombant des eſpaces qui ſont comme les quarrés des tems employés à tomber, ou des vîteſſes acquiſes en tombant, à la fin de chacun de ces tems.

Or dans les oſcillations des Pendules les eſpaces parcourus ſont des arcs de cercle, dont les rayons ſont les longueurs des Pendules: ainſi, le tems de la chute par l'arc EB. eſt au tems de la chute par l'arc ſemblable GD. en raiſon

raiſon ſous-doublée de EB. à GD. & par conſéquent en raiſon ſous-doublée de AB. à CD. car les arcs ſont entr'eux comme leurs rayons. On voit aiſément que ce qui eſt vrai par les demi-oſcillations EB. GD. l'eſt auſſi par les oſcillations entiéres EBF. GDH. Ainſi, les longueurs des Pendules qui décrivent des arcs de cercle ſemblables, ſont entr'elles en raiſon double inverſe du nombre de leurs oſcillations, en tems égal, & par conſéquent le Pendule AB. qui a 9. pieds, par exemple, fera deux oſcillations dans le même tems dans lequel le Pendule CD. qui a quatre pieds en fera trois; car les quarrés de ces oſcillations ſont 9. & 4. reſpectivement, ce qui eſt la longueur des Pendules. Les vibrations qui ſe font dans des arcs de cicloïde, ſuivent les mêmes proportions.

Malezieu Liv. 8. Coroll. de la Prop. 5.

Fig. 64.

Les longueurs des Pendules ſont entre elles comme les quarrés des tems de leurs oſcillations dans des arcs ſemblables.

§. 476. Il ſuit de-là que dans les Pendules qui oſcillent dans des arcs de cercle ſemblables, les plus longs ſont ceux dont les oſcillations ſont les plus lentes; car ils ſe meuvent ſur un arc ſemblable, & plus incliné que les Pendules plus courts. Donc il faut que le Pendule qui fera ſes vibrations en une ſeconde, ait une certaine longueur déterminée, puiſque la longueur des Pendules décide du tems qu'ils employent à faire leurs oſcillations.

§. 477. M. Picard avoit déterminé cette longueur

Longueur

du Pendule qui bat les ſecondes à Paris, déterminée par M. Picard.

gueur pour le Pendule qui bat les ſecondes à Paris, à 3. pieds de Paris, 8. l. $\frac{5}{12}$. & ce fut cette longueur & la proportion que M. Hughens avoit trouvé entre le tems d'une oſcillation, & la quantité de la chute verticale (§. 328.) qui fit naître à M. Hughens l'idée de faire de la longueur du Pendule qui fait ſes vibrations en une ſeconde à Paris, une meſure univerſelle pour tous les pays & pour tous les tems, & pour rendre cette meſure univoque, il avoit donné le nom de *pied horaire* au tiers de cette longueur.

Meſure univerſelle propoſée par M. Hughens.

Ce qu'on appelle *pied horaire*.

§. 478. Mais afin que cette meſure fût univerſelle, il faudroit que la peſanteur fût la même à tous les points de la ſurface de la terre; car la peſanteur étant la ſeule cauſe de l'oſcillation des Pendules (§. 444.) & cette cauſe étant ſuppoſée reſter la même, il eſt certain que la longueur du Pendule qui bat les ſecondes devroit être invariable, puiſque la durée des vibrations dépend de cette longueur, & de la force avec laquelle les corps tombent vers la terre, & que par conſéquent la meſure qui en réſulte ſeroit univerſelle pour tous les pays, & pour tous les tems, car nous n'avons aucune obſervation, qui puiſſe nous porter à croire que l'action de la gravité ſoit différente dans les mêmes lieux en différens tems.

§. 479. Il faut avouer que cette idée eſt très-belle

belle, & qu'une meſure univerſelle ſeroit très-deſirable, mais la ſuppoſition néceſſaire pour la rendre telle, je veux dire la peſanteur égale dans toutes les regions de la terre, ſe trouve entierement fauſſe; car des obſervations inconteſtables ont fait connoître que l'action de la peſanteur eſt différente dans différens climats, & qu'il faut toujours allonger le Pendule vers le Pole, & le racourcir vers l'Equateur, afin qu'il faſſe ſes vibrations en tems égal: ainſi, cette meſure propoſée par M. Hughens ne peut être univerſelle par tous les endroits de la terre, mais ſeulement pour les pays ſitués dans la même latitude que Paris, puiſque c'eſt à Paris que la longueur du Pendule qui bat les ſecondes a été déterminée, & pour rendre cette meſure univerſelle, il faudroit avoir par l'expérience des tables des différences des longueurs du Pendule, qui battroit les ſecondes dans les différentes latitudes ſur les deux hemiſpheres, comme nous en avons par la théorie pour notre hemiſphere, & en rapportant toutes ces longueurs à la longueur du Pendule qui bat les ſecondes à Paris, ce qui ſerviroit auſſi à déterminer la figure de la terre (§. 377.)

Cette meſure ne peut être univerſelle, & pourquoi.

C'eſt un projet dont l'exécution auroit plus d'une utilité pour la Phyſique, mais il faut pour ces opérations des mains très-exercées, & des eſprits très attentifs, & il n'eſt nullement aiſé de déterminer ces longueurs par l'expérience avec la préciſion néceſſaire pour en faire ſentir

les différences qui dépendent quelquefois de moins d'un quart de ligne.

§. 480. Il faut ſurtout pour y parvenir avoir établi bien ſurément la longueur du Pendule qui bat les ſecondes dans une certaine latitude, & c'eſt ce que nous pouvons nous flatter d'avoir pour la latitude de Paris depuis les expériences que M. de Mairan a faites en 1735. pour la déterminer.

M. Picard & M. Richer avoient déja donné cette longueur; mais dans les choſes qui dépendent de l'expérience, il ne ſuffit pas d'avoir raiſon, il faut être bien ſûr de l'avoir, & on n'avoit point encore ſur la longueur du Pendule avant 1735. cette ſorte de certitude qui ne laiſſe rien à deſirer.

Comment on connoît la longueur du Pendule qui bat les ſecondes dans un lieu quelconque par la ſeule force de la peſanteur.

§. 481. Pour connoître la quantité de l'action de la peſanteur, dans un certain lieu, il ne ſuffit pas d'avoir une Horloge à Pendule qui batte les ſecondes avec juſteſſe dans ce lieu; car ce n'eſt pas la ſeule peſanteur qui meut le Pendule d'une Horloge, mais l'action du reſſort, & en général tout l'aſſemblage de la machine agit ſur lui, & ſe mêle à l'action de la gravité pour le mouvoir, & c'eſt un problême très-difficile & très-délicat de déterminer combien en vertu de la conſtruction de l'Horloge, la longueur du pendule qui bat les ſecondes de cette Horloge, eſt altéré

altérée par rapport à celle d'un pendule qui fait ſes oſcillations dans le même tems par l'action de la ſeule peſanteur ; cependant c'eſt cette longueur qu'il faut trouver pour connoître la quantité de l'action de la ſeule peſanteur, dans l'endroit pour lequel on veut déterminer la longueur du Pendule à ſecondes.

On ſe ſert pour y parvenir d'un corps grave ſuſpendu à un fil, lequel étant tiré de ſon point de repos, fait les oſcillations dans de petits arcs de cercle par la ſeule action de la peſanteur, & pour connoître combien ce pendule fait d'oſcilations en un tems donné, on ſe ſert d'un Horloge à pendule bien reglé ſur le tems moyen, & qui bat les ſecondes de ce tems bien exactement, & l'on compte le nombre d'oſcillations que le pendule ſur qui la ſeule peſanteur agit, & qu'on appelle *Pendule d'expérience*, a fait pendant que le pendule de l'Horloge a battu un certain nombre de ſecondes ; car le nombre des oſcillations que les pendules font en tems égal étant en raiſon ſous-double inverſe de leurs longueurs (§. 475.) lorſqu'on connoît le nombre d'oſcillations que deux pendules font en un tems donné, on connoît en quelle raiſon ſont leurs longueurs, en quarrant ces nombres ; ainſi les quarrés des oſcillations que le pendule de l'Horloge & le pendule d'expérience font en tems égal, donnent le rapport entre la longueur du pendule d'expérience, & celle du

pendule

pendule ſimple qui feroit ſes oſcillations par la ſeule force de la peſanteur, & qui feroit iſochrone au pendule compoſé de l'Horloge, & qui par conſéquent battroit les ſecondes dans la latitude, où l'on fait l'expérience, & cette longueur eſt celle du pendule que l'on cherche.

Détermination de la longueur du Pendule qui bat les ſecondes à Paris, par M. de Mairan en 1735.

§. 481. C'eſt de cette façon que M. de Mairan à déterminé la longueur néceſſaire au pendule pour battre les ſecondes à Paris par la ſeule action de la peſanteur à 3. pieds, 8 lignes, $\frac{17}{30}$. ou environ $\frac{5}{9}$. d'un fil de pite (fil tiré de la feuille d'une eſpéce d'aloës) preſque auſſi délié qu'un cheveu, & auquel une boule de cuivre d'un pouce de diametre étoit ſuſpendue.

§. 482. Cette longueur tient à peu près le milieu entre celles que Meſſieurs Picard & Richer avoient données, & ſi on la prend de 3. pieds 8. lignes $\frac{5}{9}$. elle eſt la même que celle que M. Newton rapporte au troiſiéme Livre de ſes Principes, d'après les meſures de Meſſieurs Varin & des Hayes priſes en 1682.

§. 483. On peut voir dans l'excellent Mémoire de M. de Mairan toutes les précautions qu'il a priſes pour s'aſſurer de la juſteſſe de ſes expériences, & on verra que les deſirs de ceux qui ne prennent que la peine de deſirer, ne peuvent pas même aller au de-là.

C'eſt

C'eſt à ces meſures que les Académiciens qui ont été meſurer un degré du Méridien ſous l'équateur, & au cercle polaire, rapportent toutes les obſervations qu'ils ont faites ſur la longueur du Pendule, dans ces différens climats.

C'eſt à cette longueur que les Académiciens qui ont été au Pole, & à l'Equateur, ont rapporté leurs obſervations ſur le Pendule

§. 484. Tout ce que j'ai dit juſqu'à préſent des Pendules, ne doit s'entendre que des Pendules ſimples, c'eſt-à-dire, des Pendules auſquels un ſeul poids eſt ſuſpendu, & dont le fil eſt ſuppoſé exempt de toute peſanteur; car lorſque le fil auquel le poids eſt attaché, a une peſanteur ſenſible par rapport à ce poids, alors le Pendule ſimple devient un pendule compoſé (§. 449.) puiſque le poids du fil qu'il faut alors compter, fait le même effet qu'un ſecond poids qui tiendroit au même fil, & que les Pendules compoſés ne ſont autre choſe que des Pendules auſquels pluſieurs poids ſont attachés à des diſtances invariables tant les uns des autres que du point de ſuſpenſion, &c.

§. 485. Les Pendules compoſés ſuivent les mêmes loix que les Pendules ſimples, mais ils les ſuivent avec de certaines modifications.

Des Pendules compoſés.

§. 486. Pour déterminer le tems des oſcillations d'un Pendule compoſé, & les arcs qu'il décrit, il faut conſidérer une choſe dont je n'ai point encore parlé, parce qu'elle appartient principalement

lement aux Pendules compoſés, c'eſt le *centre d'oſcillation.*

Du centre d'oſcillation.

§. 487. Le centre d'oſcillation d'un Pendule compoſé, eſt le point dans lequel les efforts ou actions des poids qui le compoſent, ſe réuniſſent pour faire faire à ce Pendule ſes vibrations dans un certain tems; ainſi, le centre d'oſcillation & le centre de gravité ont un rapport néceſſaire.

Du centre de gravité.

§. 488. On appelle *centre de gravité* le point par lequel paſſe néceſſairement la ligne qui partageroit le corps en deux parties également peſantes, enſorte que ſi chaque moitié étoit miſe dans le baſſin d'une balance, elles ſe tiendroient en équilibre.

§. 489. Toute la gravité d'un Corps peut être conçuë raſſemblée dans ce ſeul point, enſorte que les autres parties ſont conſiderées comme en étant entierement privées, & c'eſt ainſi que l'on conçoit la peſanteur des Pendules ſimples.

§. 490. Le centre de gravité d'un Corps eſt toujours dans une ligne perpendiculaire à l'horiſon, enſorte que ce Corps peut être ſoutenu, ſoit qu'il ſoit ſuſpendu par le point même de ſon centre de gravité, ſoit qu'il le ſoit par un point quelconque de cette ligne qu'on appelle *ligne du centre.*

§. 491.

§. 491. Le centre d'oſcillation eſt toujours dans cette ligne du centre de gravité.

Quand deux ou pluſieurs corps tiennent enſemble, ſoit qu'ils ſoient contigus, ſoit qu'ils ſoient ſéparés, ils ont un centre de gravité commun, ce centre eſt un point quelconque dans la ligne droite qui joindroit les centres de ces corps; & ce point eſt toujours ſitué de façon que la diſtance des corps à ce point, eſt toujours en raiſon réciproque de leur gravité.

Du centre d'oſcillation des Pendules ſimples dont le fil eſt ſans poids ſenſible.

§. 492. Le centre d'oſcillation d'un Pendule ſimple dont le fil eſt ſuppoſé ſans peſanteur (ce qui eſt le cas ordinaire), n'eſt point dans le point de ſon centre de gravité, comme on le croiroit d'abord, mais dans la ligne de ce centre de gravité, un peu plus bas que le point du centre, duquel il eſt plus loin ou plus près, ſelon une certaine proportion entre le rayon de la boule qui compoſe le pendule, & la longueur du fil auquel elle eſt attachée, & cela, parce qu'il faut avoir égard à la diſtance du centre de gravité de la boule au point de ſuſpenſion; car cette diſtance ſera d'autant plus grande, la longueur du fil reſtant la même, que le rayon de la boule ſera plus grand, & au contraire. C'eſt à M. Hughens à qui l'on doit encore cette remarque; & c'eſt lui qui a déterminé cette proportion entre le rayon de la boule, & la longueur du pendule pour trouver le centre d'oſcillation.

§. 493.

§. 493. La véritable longueur du Pendule ſimple, dont le fil eſt ſuppoſé ſans peſanteur, n'eſt donc pas la longueur du fil depuis le point de ſuſpenſion juſqu'au point auquel la boule y eſt attachée, ni juſqu'au centre de gravité de cette boule ; mais cette longueur eſt à compter depuis le point de ſuſpenſion, juſqu'au centre d'oſcillation, lequel n'eſt le même que le centre de gravité, que lorſque la longueur du fil excede à un certain point le rayon de la boule ; car alors l'abaiſſement du centre d'oſcillation devient inſenſible, & n'eſt plus à compter.

Quel eſt le centre d'oſcillation d'un Pendule ſimple quand le fil a un poids ſenſible.

§. 494. Quand le fil du Pendule ſimple a une peſanteur qui peut être ſenſible par rapport à celle du poids qui y eſt attaché, alors ce Pendule n'eſt plus conſidéré comme un pendule ſimple, mais comme un pendule compoſé (§. 484.); & ſon centre d'oſcillation n'eſt plus alors dans la boule ſuſpendue ; il eſt ſur le fil même dans un point quelconque au-deſſus de cette boule, c'eſt-à-dire, dans un point où l'on conçoit que l'action de la gravité du fil, & du poids, ſe raſſemble, & ce point eſt d'autant plus haut que le poids du fil eſt plus grand par rapport à celui de la boule, & au contraire.

Dans ce cas, la vraie longueur eſt la diſtance qui ſe trouve entre le point de ſuſpenſion, & ce centre d'oſcillation, & les oſcillations de ce pendule ſeront plus promptes, que ſi ce fil étoit ſans peſanteur ; car alors la vraie longueur du

du Pendule ſera moins grande (§. 476.)

§.495. On a vû (§.476.) qu'un poids ſuſpendu à un fil, fait ſes oſcillations d'autant plus lentes que ce fil eſt plus long, ou, ce qui revient au même, que le corps eſt plus loin du point de ſuſpenſion, & au contraire; ainſi, ſi à un fil C A. long de quatre pieds, par exemple, qui porte un poids P. à ſon extrémité A. on ajoute en O. un ſecond poids R. un pied plus haut, c'eſt-à-dire, à 3. pieds du point de ſuſpenſion, le corps P. qui eſt à 4. pieds du point de ſuſpenſion doit faire ſes oſcillations plus lentes que le corps B. qui n'en eſt qu'à trois pieds, cependant ces deux poids tenant à un même fil, ce fil ne peut pas faire ſes vibrations plus longues & plus courtes en même tems; il les fera donc dans un tems qui tiendra le milieu entre la lenteur avec laquelle il eût oſcillé, ſi le poids P. attaché à quatre pieds du point de ſuſpenſion y eût été ſeul, & la promptitude dont ces oſcillations euſſent été, s'il n'avoit eû que le poids R. attaché en O. Ainſi, le ſecond poids hâte les vibrations du premier, & le premier retarde celles du ſecond, & le centre d'oſcillation de ce pendule ſera dans le point dans lequel, ſi ces deux poids étoient réunis, le Pendule ſimple qu'ils compoſeroient alors, feroit ſes vibrations dans un tems égal au tems des vibrations du Pendule compoſé, auquel ils tiennent ſéparement. Ainſi, chercher le centre d'oſcillation d'un

Comment on connoît le centre d'oſcillation d'un Pendule compoſé.

Fig. 65.

d'un Pendule composé, c'eſt chercher la longueur d'un pendule ſimple qui feroit ſes vibrations dans un tems égal à celles de ce Pendule, & la véritable longueur du Pendule composé eſt celle du Pendule ſimple qui lui ſeroit iſochrone comme le Pendule CB. par exemple, au Pendule COA. Or comme les longueurs des Pendules ſont comme les quarrés des tems de leurs oſcillations, on voit aiſément que le Pendule ſimple CB. dont les vibrations ſeroient iſochrones à celles du Pendule compoſé COA. auroit plus de trois pieds, & moins de quatre, puiſque ſes oſcillations ne ſeroient ni ſi lentes que celles du poids attaché à quatre pieds, ni ſi promptes que celles du poids attaché à trois pieds: par conſéquent, un pendule ſimple eſt toujours plus court que le pendule compoſé auquel il eſt iſochrone, & le centre d'oſcillation du pendule compoſé COA. ſera entre les deux poids P. & R. c'eſt-à-dire, environ au point Q.

Fig. 65.

§. 496. On voit de-là que pour déterminer ce qui arrive aux pendules compoſés, il faut que nous les décompoſions; car nous ne pouvons voir les objets que par parties, & pour conſidérer le compoſé, il faut toujours que nous le ſimplifions.

§. 497. On ſent aiſément que dans le pendule COA. compoſé de deux poids, plus l'un des

des poids eſt près du point de ſuſpenſion, c'eſt-à-dire, plus les deux poids ſont loin l'un de l'autre, plus le centre d'oſcillation eſt près du point de ſuſpenſion, & au contraire, enſorte que ſi ces deux poids étoient également loin du point de ſuſpenſion, leurs centres d'oſcillations ſe confondroient, & le pendule compoſé deviendroit un pendule ſimple, puiſque le pendule ſimple qui lui ſeroit iſochrone, ſeroit de la même longueur que lui.

§. 498. Ainſi, tout pendule auquel un ſeul poids eſt ſuſpendu, peut être conſidéré comme un pendule compoſé, en ſuppoſant le poids ſuſpendu diviſé en pluſieurs parties, dont les différentes gravités ſont réunies dans le centre d'oſcillation de ce pendule.

§. 499. Tout ce qu'on dit d'un pendule compoſé de deux poids, on peut le dire d'un pendule compoſé de trois, de quatre, ou d'un nombre quelconque de poids; car les proportions ſont toujours inviolablement les mêmes.

§. 500. Dans tout ce que je vous ai dit ſur les pendules dans ce chapitre, je n'ai point déterminé le poids, ni l'eſpéce des corps ſuſpendus, car la réſiſtance de l'air étant preſque inſenſible ſur les pendules, & la gravité ſe proportionnant aux maſſes, tous les corps, de quelque eſpéce qu'ils ſoient, font leurs vibra-

Le poids & la matiére des corps qui compoſent le pendule, ſont indifférens.

Et cela parce que la gravité

Se proportionne aux masses.

tions également vîte, toutes choſes d'ailleurs égales, ce qui eſt encore une preuve que la gravitation agit ſelon la quantité directe de la matiére propre des corps (§. 361.) car toutes les vérités ſe donnent mutuellement la main.

CHAP.



CHAPITRE XIX.

Du Mouvement des Projectiles.

§. 501.

JE n'ai conſidéré dans les deux Chapitres précédens que le mouvement des corps qui tombent vers la terre par la ſeule force de la gravité ; mais lorſque quelque force étrangére ſe mêle à ſon action ; comme quand je jette une pierre, alors le mouvement de cette pierre doit être néceſſairement différent de celui qu'elle auroit eû, ſi elle étoit tombée vers la terre par ſon propre poids ſeulement.

§. 502. La force que j'imprime à la pierre

que je jette, s'appelle la *force projectile*. Cette force peut être dirigée perpendiculairement ou parallelement à l'horiſon, ou bien elle peut faire un angle quelconque avec lui.

Quel eſt le chemin du mobile, quand la force qui le pouſſe, eſt dirigée perpendiculairement vers l'horiſon.

Ou lorſque cette force eſt dirigée perpendiculairement en en haut.

§. 503. Lorſque cette force eſt dirigée perpendiculairement à l'horiſon, le chemin du mobile n'eſt point changé ; mais ſon mouvement vers la terre eſt ſeulement accéléré.

Si cette force pouſſe le corps ſelon une ligne qui tende perpendiculairement en enhaut, alors ce corps montera perpendiculairement ; mais ſon mouvement de projectile qui le porte en enhaut, s'affoiblira à chaque inſtant, & lorſqu'il l'aura perdu entiérement, il deſcendra vers la terre par la force de la gravité, qui alors agira ſeule ſur lui (§. 319. *num.* 3°.)

Pourquoi les corps que l'on jette perpendiculairement, retombent au même lieu.

§. 504. Les corps que l'on jette perpendiculairement, ne tombent cependant pas perpendiculairement vers la terre, mais ils retombent en décrivant une courbe ; car les corps ont déja acquis un mouvement par la rotation de la terre, lorſqu'on commence à les jetter : ainſi, ils retombent vers la terre par un mouvement compoſé du mouvement que la gravité leur imprime, & du mouvement qu'ils avoient acquis par la rotation de la terre : voilà pourquoi ils retombent au même point d'où on les avoit projettés, quoique la terre ait marché pendant le tems qu'ils ont employé à tomber.

§. 505.

§. 505. Si le corps eſt pouſſé ſelon une ligne qui ſoit parallele à l'horiſon, ou bien ſi cette ligne fait avec l'horiſon un angle quelconque, alors le mouvement de ce corps deviendra un mouvement compoſé du mouvement, que la force extérieure qui agit ſur lui, lui a communiqué, & du mouvement que la gravité lui imprime à chaque inſtant (§. 315. *num.* 1°.)

Quel eſt le chemin du mobile, lorſque la force projectile fait un angle avec l'horiſon.

§. 506. La force de projectile imprimée au corps reſte toujours uniforme, dans un milieu non réſiſtant (§. 315. *num.* 1°.) (& c'eſt dans un tel milieu que je conſidére ici le mouvement de projectile) la force de projectile reſtant donc toujours la même, & la gravité renouvellant à chaque inſtant ſon action (§. 315.) le corps en obéiſſant à ces deux forces, qui agiſſent à la fois ſur lui, & dont l'une eſt uniforme, & l'autre accelerée, changera à tout moment ſa direction; & par conſequent la ligne qu'il décrira, ſera néceſſairement une ligne courbe (§. 286.)

§. 507. Je vais commencer par examiner quelle eſt cette courbe dans un milieu qui ne réſiſte point, lorſque la direction de la force projectile eſt parallele à l'horiſon.

On a vû dans le chap. 12. (§. 274.) que tout corps mû par deux forces dont les directions font entre elles un angle quelconque, décrit en leur obéiſſant la diagonale du parallelogramme, formé par les lignes qui repréſentent ces forces.

Ainſi, ſoit le corps B. jetté dans la direction horiſontale BR, & ſoit cette ligne BR. qui repréſente la force projectile diviſée dans les parties égales BM. MG. GR. le corps par la force d'inertie doit parcourir dans un milieu non réſiſtant des eſpaces égaux en tems égaux, en ſuivant le mouvement de projectile imprimé dans la direction BR. (§. 234.) puiſque la force qui le pouſſe vers BR. eſt ſuppoſée reſter toujours la même; ainſi, le tems du mouvement de ce corps vers le point R. peut être ſuppoſé diviſé comme cette ligne en trois parties égales; or ſuppoſé que dans le premier moment la force projectile eût fait aller le corps de B. en M. ſi elle avoit ſeule agi ſur lui, & que pendant ce même tems la gravité l'eût fait aller de B. en E. ſi ſon action eût été ſans mêlange, il eſt clair que le mobile en obéiſſant à ces deux forces, décrira dans le premier moment la diagonale BS. du parallelogramme BEMS.

Planche 10. Fig. 66.

Dans le ſecond moment pendant lequel la force projectile (qui eſt toujours la même) feroit parcourir au corps l'eſpace ST. égal à BM. la gravité lui auroit fait parcourir l'eſpace SP. triple de BE. ſelon la progreſſion de Galilée (§. 305.)

Ainſi, le corps dans le ſecond moment en obéiſſant à chacune de ces deux forces ſelon la quantité de ſon action ſur lui, décrira la diagonale SL. du parallelogramme STPL.

Fig. 66.

De même dans le troiſiéme moment l'eſpace que

que la gravité feroit parcourir au corps étant quintuple du premier, & la force projectile reſtant la même, le corps décrira la diagonale LD. Or les diagonales BS. SL. LD. réunies ne forment pas une ligne droite, & cela, parce que le mouvement de projectile imprimé au corps eſt uniforme, ou ſuppoſé tel, & que le mouvement imprimé par la gravité eſt un mouvement également accéléré: ainſi le corps à chaque inſtant infiniment petit, s'approchera du centre de la terre par une diagonale infiniment petite, & toutes ces diagonales infiniment petites étant jointes les unes aux autres, formeront une courbe, laquelle ſe trouve être une demi-parabole.

§. 508. Vous avez aſſez étudié les ſections coniques pour ſçavoir qu'une de propriétés de la parabole eſt que les parties de ſon axe priſes entre ſon origine, & les ordonnées à cet axe ſont entr'elles comme les quarrés de ces ordonnées; ainſi dans la parabole EAC. les parties AP. AM. de l'axe AR. ſont entr'elles comme les quarrés des ordonnées BP. & DM. Fig. 67.

§. 509. Or, il eſt aiſé de voir que les mêmes propriétés ſe trouvent dans la courbe que les projectiles décrivent en tombant; car les parties BE. BH. BK. de la ligne BK. qui repréſentent les eſpaces parcourus par l'action de gravité ſont entr'elles comme les quarrés des lignes

La ligne que le corps décrit quand il eſt jetté dans une direction oblique ou

parallele à l'horiſon, eſt une parabole.

ES. HL. KD. qui repréſentent les tems des chutes; car BE. eſt 1. BH. eſt 4. & BK. eſt 9: & ES. eſt 1. HL. 2. & KD. 3. & par conſéquent la ligne BK. peut être conſidérée comme l'axe de la demi-parabole BD. & les lignes ES. HL. KD. comme les ordonnées à cet axe. La courbe que les projectiles décrivent en tombent vers la terre dans un milieu non réſiſtant, eſt donc une parabole, puiſqu'elle en a les propriétés.

Fig. 66.

§. 510. Lorſque la direction de la force qui a jetté le corps eſt oblique à l'horiſon, la courbe qu'il décrit eſt encore une parabole, ſoit que l'angle formé par l'horiſon & par la ligne qui repréſente cette direction, ſoit obtus, ſoit qu'il ſoit aigu; car le mouvement imprimé par la force projectile étant toujours uniforme dans un milieu non réſiſtant, & celui de la gravité étant toujours également accelcré en tems égal; la courbe qui réſulte de la combinaiſon de ces deux forces, doit être la même dans toutes les directions, puiſque les forces ſont les mêmes.

§. 511. Une des propriétés de la parabole eſt encore que le parametre de ſon axe ou d'un de ſes diametres * eſt troiſiéme proportionnelle à

Fig. 67. * On appelle Diametres d'une parabole toutes les lignes menées d'un des points de la parabole parallelement à ſon axe, comme

à l'abſciſſe de ce diametre & ſon ordonnée, c'eſt-à-dire, à la ligne BE. qui repréſente l'eſpace dont le corps eſt tombé par l'action de la gravité dans le premier tems de la chute, & la ligne SE. qui repréſente l'eſpace parcouru dans le même tems par la vîteſſe imprimée par la force projectile : ainſi, puiſque l'on connoît que l'eſpace parcouru dans la premiere ſeconde par l'action de la gravité eſt de quinze pieds, ſi on connoît l'eſpace que la force projectile peut faire parcourir au corps dans le même tems d'une ſeconde, le quarré de ce dernier eſpace qui repréſente l'ordonnée, étant diviſé par quinze pieds, qui eſt l'eſpace parcouru par la gravité, lequel eſpace eſt repréſenté par l'abſciſſe, donnera le parametre de la parabole que le corps doit décrire : or quand on connoît le parametre d'une parabole, on peut la décrire : par conſéquent on connoît le chemin du mobile, quand on connoît l'eſpace que la force projectile peut lui faire parcourir en un tems donné, car celui qu'il parcourt par la force de la gravité eſt toujours le même.

Wolf. Arithm. (§. 302.)

Il ſuit de cette propoſition, que ſi le mouvement de projectile de deux corps leur fait parcourir des eſpaces égaux en tems égaux, les

---

comme la figure NO. Le parametre eſt la ligne quadruple de la partie de l'axe compriſe entre le foyer & le ſommet de la parabole, & l'abſciſſe eſt la partie de l'axe compriſe entre le ſommet de la parabole, & l'ordonnée à ſon axe ou à un de ſes diametres.

paraboles

paraboles qu'ils décriront, auront le même parametre.

Fig. 66. §. 512. La ligne de direction du mouvement de projectile eſt toujours tangente de la parabole que le corps décrit; ainſi, la ligne BR. touche la parabole BD. au point B. ſeulement, car la gravité agiſſant ſur le corps dans le premier inſtant de ſon mouvement, elle change la direction de ce corps dans ce premier inſtant; par conſequent, la ligne qui repréſente la force qui pouſſe ce corps, étant une ligne droite, elle ne peut toucher la courbe que ce corps décrit qu'en un ſeul point.

Fig. 68. §. 513. La parabole BED. s'appelle le chemin du mobile, & la ligne droite ST. qui ſouſtent cette parabole BD. décrite par ce corps dans ſon mouvement, s'appelle l'amplitude de ce chemin, & l'angle CBT. s'appelle l'angle d'élevation.

Suppoſition néceſſaire pour que le chemin du projectile ſoit une parabole.

§. 514. En déterminant que le chemin des projectiles étoit une parabole, on a été obligé de faire pluſieurs ſuppoſitions: car pour réduire les effets Phyſiques aux calculs Mathématiques, on eſt toujours obligé de ſuppoſer bien des choſes, & lorſqu'enſuite on veut repaſſer des calculs Mathematiques aux effets Phyſiques, on trouve bien du déchet ſur l'exactitude, & ſur la préciſion.

1º. On a ſuppoſé que les lignes M S. G L. R D. qui repréſentent l'action de la gravité ſur les corps étoient paralleles entr'elles, car ſi elles n'étoient pas paralleles, la courbe décrite par le corps ne ſeroit plus une parabole ; mais l'action de la gravité étant toujours dirigée vers le centre de la terre, les lignes M S. G L. R D. qui repréſentent cette action, ne ſont point paralleles, puiſqu'elles ſe réuniroient au centre de la terre, ſi elles étoient prolongées. *Fig. 66.*

2º. On a ſuppoſé de plus, que les eſpaces parcourus par la force projectile étoient égaux en tems égaux, mais ils ne le ſont point à cauſe de la réſiſtance de l'air, qui diminue ſans ceſſe cette force, & par conſéquent, les eſpaces qu'elle fait parcourir.

3º. Enfin, on a encore ſuppoſé que les eſpaces parcourus par l'action de la gravité, ſont tous en raiſon du quarré des tems, mais c'eſt ce qui n'eſt point exactement vrai ; car cette même réſiſtance de l'air altére auſſi la proportion de ces eſpaces.

§. 515. La premiere ſuppoſition peut être faite ſans erreur ſenſible, car l'étendue des plus grandes projections que nous puiſſions faire ſont ſi courtes, par rapport à la diſtance qu'il y a de la ſurface de la terre à ſon centre, que les différences qui réſultent du manque de parallelíſme dans les lignes, qui repréſentent l'action de la gravité, ſont une parfaite égalité pour nous.

M,

Hiſt. de l'Acad. 1678.

M. Blondel a calculé qu'une piéce d'artillerie pointée horiſontalement ſur une montagne élevée de cent toiſes, & qui chaſſera à la longueur de deux mille cinq cent toiſes, en comptant les lignes verticales paralleles, chaſſera à la longueur de 2499. toiſes, 5. pieds, 6. pouces $\frac{1}{2}$. en comptant le changement cauſé par le manque de paralleliſme dans les lignes, qui repréſentent l'action de la gravité, & par quelque altération inévitable, qui ſe trouve toujours dans la ligne horiſontale de projection. Or que ſont pour nous 5. pouces $\frac{1}{2}$. ſur 2500. toiſes? Cette différence eſt encore bien plus petite dans les projections ordinaires; ainſi l'on voit que l'on peut ſans erreur la compter entierement pour rien.

Dans l'air la ligne que décrivent les corps projettés, devient une courbe très-approchante de l'hiperbole.

Newton Principia Liv. 2. prop. 4.

§. 516. A l'égard de la réſiſtance de l'air au mouvement vertical, & à l'horiſontal que l'on ſuppoſe nulle, lorſque l'on détermine que la courbe décrite par les projectiles en tombant eſt une parabole, ſon effet eſt ſi ſenſible dans la chute des corps ordinaires, que la courbe qu'ils décrivent en tombant dans l'air, n'eſt plus une parabole; mais une courbe fort approchante de l'hiperbole, laquelle reçoit des altérations ſelon la maſſe & la forme des corps, & ſelon la nature de l'air dans lequel ils tombent.

La parabo-

§. 517. Ainſi, la parabole ne ſert à déterminer

ner le mouvement des projectiles que dans un milieu non réſiſtant, & c'eſt cependant cette courbe qui eſt le fondement de l'art de l'artillerie, car la réſiſtance de l'air eſt preſque inſenſible ſur un corps auſſi peſant qu'un boulet de canon, & il eſt d'ailleurs aiſé de remedier dans ce cas aux petites irrégularités que cette réſiſtance peut cauſer.

le que les projectiles décriroient dans un eſpace non reſiſtant, eſt le fondement de l'art de l'artillerie.

CHAP.



CHAPITRE XX.

Des Forces Mortes, ou Forces Preſſantes; & de l'Equilibre des Puiſſances.

§. 518.

LA Force motrice qui eſt le principe du mouvement fait parcourir au corps un certain eſpace, ou lui fait déranger un certain nombre d'obſtacles, quand ſon action n'eſt point arrêtée, ſelon qu'elle s'exerce plus ou moins ; mais lorſque ſon action eſt arrêtée par quelque obſtacle invincible, alors elle ne fait parcourir aucun eſpace

pace au corps ſur lequel elle agit, mais elle lui fait faire un effort, elle lui imprime une tendance pour déranger cet obſtacle, & pour lui imprimer un mouvement.

§. 519. On diſtingue ces deux Forces, par ces mots *de Force morte*, ou *Force virtuelle*, & de *Force vive*. La *Force morte* conſiſte dans une ſimple tendance au mouvement: telle eſt celle d'un reſſort prêt à ſe détendre, & la *Force vive* eſt celle qu'un corps a lorſqu'il eſt dans un mouvement actuel.

Il y a deux ſortes de Forces, comment il faut les diſtinguer.

§. 520. Les Forces mortes s'appellent encore *Forces preſſantes*, parce qu'elles preſſent les corps qui leur réſiſtent, & qu'elles font effort pour les déranger de leur place.

§. 521. Les Forces preſſantes peuvent ou reſter en repos avec les corps qu'elles preſſent, ou bien parcourir avec eux un certain eſpace.

§. 522. Les Forces preſſantes, qui reſtent en repos avec les corps ſur leſquels elles agiſſent, ſont:

1°. Le poids des corps, lequel les porte vers le centre de la terre, c'eſt par cette force que tout corps preſſe l'obſtacle qui le ſoutient.

Quelles ſont les forces preſſantes en repos.

2°. L'effort que fait un reſſort tendu pour ſe détendre, & pour éloigner de lui les puiſſances qui le retiennent.

3°.

3°. La cohéſion & la force magnetique par leſquelles deux corps ſe preſſent mutuellement l'un l'autre, à peu près comme nos mains s'appliquent l'une contre l'autre, lorſque nous les ſerrons.

Quelles ſont les forces preſſantes, qui changent de lieu avec le corps.

§. 523. Les Forces preſſantes qui, en reſtant appliquées au corps ſur lequel elles agiſſent, ſe meuvent avec lui, ſont:

1°. Le poids qui eſt dans le baſſin d'une balance, & qui force ce baſſin à deſcendre avec lui.

2°. Un reſſort qui vient à ſe détendre, & à pouſſer devant lui les obſtacles qui le retenoient.

3°. Ma main qui preſſe un corps poſé ſur une table, & qui parcourt cette table avec lui.

4°. Un corps attaché à un autre corps avec lequel il tourne en rond, & qu'il tire par ſa force centrifuge, &c.

§. 524. Ainſi, on appelle également *Force preſſante*, la force par laquelle un corps en tire un autre, & celle par laquelle un corps preſſe ſur un autre: en un mot tout ce qui fait effort pour déranger de ſa place un corps auquel il tient, ſoit qu'il le touche immédiatement, comme le poids qui eſt dans le baſſin d'une balance, ſoit qu'il lui tienne par un autre corps, comme le corps tourné en rond, qui tire celui auquel une corde l'attache; ſoit enfin qu'il le preſſe ſimplement comme une pierre poſée ſur une table.

§. 525.

§. 525. Toute Force motrice produit une preſſion ; mais la preſſion de la force morte eſt détruite à tout moment, & celle de la force vive ne l'eſt pas.

§. 526. Les obſtacles ſur leſquels les forces preſſantes agiſſent, peuvent être ou invincibles, ou de nature à céder.

§. 527. Quand les obſtacles ſont invincibles, l'action de la force qui tend à les déplacer, eſt à tout moment détruite par ces obſtacles, & à tout moment reproduite par l'effort continuel que fait la force preſſante pour vaincre cette réſiſtance. Ainſi, les petits degrés que la force preſſante imprime à l'obſtacle qui retient ſon action, périſſent en naiſſant, & naiſſent en périſſant ; & c'eſt dans cette réciprocation conſtante, dans ce retour de production & de deſtruction que conſiſte l'effet de la peſanteur d'un corps, lorſqu'il eſt retenu par un obſtacle invincible ; & c'eſt cette preſſion auſſi-tôt détruite que produite, qu'on appelle *force morte*.

§. 528. Quoique les forces mortes ne produiſent aucun effet, elles peuvent cependant être conſidérées comme actives ou comme paſſives.

§. 529. La Force morte que je conſidére

comme active, eſt la force que les corps ont pour tenir quelque puiſſance en équilibre.

En quoi conſiſtent les forces mortes.

§. 530. La Force morte que je conſidére comme paſſive, eſt celle que reçoit un corps ſans mouvement, lorſqu'il eſt ſollicité de ſe mouvoir, & qu'il reſte cependant en repos.

Quel eſt leur effet.

§. 531. Lorſque la force morte eſt détruite par un obſtacle invincible, ſon effet eſt le même, ſoit que ſon action dure un moment, ſoit qu'elle ſoit continuée des millions d'années; car dans l'un & dans l'autre cas, elle ne produit aucun effet réel; mais elle tend ſeulement, à chaque inſtant, à en produire un: ainſi, quelque long-tems que la preſſion contre un obſtacle invincible puiſſe être continuée, la force qui la produit, ne s'épuiſe jamais.

§. 532. Dès que l'action de la Force morte ſur un obſtacle invincible ceſſe, ſon effet, qui eſt la preſſion du corps qui lui réſiſte, ceſſe auſſi, & ſon effet ne ſurvit jamais à ſon action.

Toute preſſion ſe conſume pendant qu'elle agit, & ſon effet, dans un moment, ne dépend point de ſon effet dans un autre, de ſorte qu'elle eſt toujours détruite dans un inſtant infiniment petit, ſoit par la preſſion contraire d'un obſtacle invincible, ſoit en communiquant ou en détruiſant de la force.

On appelle réſiſtance ce qui détruit la preſſion,

ſion, & c'eſt pour cela que la réaction eſt toujours égale à l'action, ce qui veut dire ſeulement que la réſiſtance eſt égale à la preſſion qu'elle détruit.

§. 533. Un obſtacle invincible pour une force, ne l'eſt pas pour une autre, ſi cette force eſt ſupérieure à la premiere.

§. 534. Lorſque les obſtacles ſur leſquels la force motrice agit, ne ſont pas invincibles, l'action de cette force ſur ces obſtacles eſt de les faire ſortir de leur place, & alors les petits degrés de mouvement, que cette force communique, à chaque inſtant infiniment petit, au corps ſur qui elle agit, s'y accumulent, & s'y conſervent, & cette force oblige le corps à changer de place; & dans ce cas la *force morte* ſe change en *force vive*.

Quand l'obſtacle céde, les forces preſſantes ou *forces mortes*, deviennent forces vives.

§. 535. On voit déja que la force morte & la force vive différent entr'elles eſſentiellement, puiſque l'une ne produit aucun effet, & que l'autre produit un effet réel, qui eſt le déplacement de l'obſtacle: ainſi, ces deux eſpéces de force ne peuvent pas plus être comparées qu'une ligne & une ſurface: ce ſont des quantités hétérogénes, & entre leſquelles il y a l'infini.

Je parlerai des forces vives dans le Chapitre 21. Je n'examine ici que l'effet de la ſimple preſſion.

Comment les forces mortes doivent etre estimées.

§. 536. Dans les corps en repos on estime la force qu'ils ont pour tenir quelque puissance en équilibre, par le produit de leur masse ou de leur matiére propre multipliée par leur vîtesse virtuelle ou élémentaire, c'est-à-dire, par la vîtesse initiale qu'ils auroient, si cette puissance qui les retient, venoit à faire quelque mouvement.

§. 537. Le corps est quelque tems à acquérir la force motrice; car tout effet suppose un tems dans lequel il s'opére.

§. 538. La puissance qui agit sur le corps, & qui lui communique la force motrice, reste appliquée à ce corps, jusqu'à ce qu'il ait acquis cette force qu'elle lui communique.

La puissance motrice reste appliquée au corps, & parcourt avec lui un certain espace dans le premier instant, dans lequel la puissance transporte l'obstacle.

§. 539. Dans ce premier instant, dans lequel la puissance motrice reste appliquée au corps sur qui elle agit, l'intensité de cette puissance est le produit de la masse par la vîtesse initiale; car tant que le corps pressé n'a pas encore acquis tout son mouvement la puissance qui lui communique le mouvement, est alors une force morte.

§. 540.

Les puiſſances peuvent différer entr'elles ſelon la grandeur des maſſes qu'elles peuvent tranſporter, & ſelon l'eſpace infiniment petit qu'elles peuvent parcourir avec elles en tems égal ; & c'eſt ce qu'on appelle *l'intenſité des puiſſances*.

§. 540. On ne peut point connoître la grandeur d'une ſeule puiſſance : il faut comparer l'action momentanée de deux puiſſances qui agiſſent ſur des maſſes égales ou inégales, & qui les pouſſent avec un increment de vîteſſe plus ou moins grand, afin de pouvoir connoître en quelle raiſon ces puiſſances agiſſent ; car toutes nos connoiſſances ne ſont que comparatives. De la comparaiſon des puiſſances.

§. 541. Si dans un eſpace égal, les puiſſances déplacent des maſſes inégales, leurs intenſités ſeront comme les maſſes deplacées, multipliées par leurs vîteſſes initiales.

§. 542. Si les maſſes deplacées ſont égales & les eſpaces inégaux, les intenſités ſeront comme les eſpaces.

§. 543. Si les maſſes & les eſpaces ſont inégales, les intenſités des puiſſances ſeront comme ces maſſes, & ces eſpaces, c'eſt-à-dire, en raiſon compoſée des deux.

§. 544. Les masses déplacées sont toujours en raison directe de la grandeur des puissances, & en raison inverse des espaces.

§. 545. Ainsi, les intensités des puissances sont égales, si les espaces parcourus sont en raison réciproque des masses déplacées. Par exemple, si les masses déplacées sont 8. & 6. & les espaces parcourus 3. & 4. respectivement, l'intensité de chacune de ces deux puissances sera 24. car dans ce cas, la premiere masse est à la seconde, comme la vîtesse initiale de la seconde est à la vîtesse initiale de la premiere : ainsi, le produit des espaces parcourus, & des masses déplacées, multipliés l'un par l'autre, représente l'intensité des puissances qui communiquent la force motrice.

§. 546. Les puissances égales qui agissent dans une direction directement opposée, se servent l'une à l'autre d'un obstacle invincible, & détruisent mutuellement l'effet l'une de l'autre ; ainsi, toute puissance opposée peut être considérée comme un obstacle invincible, par rapport à la puissance qu'elle contrebalance ; & tout obstacle invincible peut être considéré comme une puissance égale à la puissance dont il arrête l'effet.

§. 547. Dans l'équilibre des puissances, les forces

forces mortes ſont en raiſon compoſée des maſſes, & de leur vîteſſe virtuelle.

Ainſi, quand 10. livres paroiſſent en équilibre avec 2. livres, comme dans une romaine, ce n'eſt en effet qu'une illuſion; car ce n'eſt pas entre 2. & 10. qu'eſt l'équilibre, mais entre 2. & 10. diſpoſées de façon, que les deux livres, auroient 5. fois plus de vîteſſe que les 10. ſi elles venoient à ſe mouvoir, ce qui rétablit l'équilibre.

Pourquoi 2. livres & 10. livres paroiſſent en équilibre.

L'équilibre eſt donc un repos cauſé par l'oppoſition & l'égalité de deux ou de pluſieurs forces.

§. 548. Deux forces ne peuvent être en équilibre, & ſe détruire mutuellement, que lorſqu'elles feroient parcourir à la même maſſe des eſpaces égaux en tems égaux, ſi elle venoit à céder à leur action, dans le premier moment quelle y céderoit, car ces forces pourroient déranger les mêmes maſſes, quoiqu'elles ne puſſent pas les tranſporter également loin en tems égal; & ſi une de ces puiſſances, par exemple, pouvoit faire parcourir au même corps un eſpace infiniment petit, double de l'eſpace infiniment petit que l'autre puiſſance lui feroit parcourir dans un même tems, l'intenſité de cette puiſſance ſeroit double de celle de l'autre puiſſance; car lorſque les maſſes ſont égales, les puiſſances ſont comme les eſpaces. (§. 542.)

§. 549. Les puiſſances égales & oppoſées ſe détruiſent mutuellement, & alors leur deſtruction eſt le ſeul effet qu'elles produiſent.

Lorſque deux puiſſances ſont en équilibre, elles ſont égales.

De l'équilibre des puiſſances.

§. 550. Afin que deux puiſſances puiſſent être en équilibre, il faut que leurs directions ſe réuniſſent en un point, & concourent dans la même ligne, ſans quoi elles ne ſeroient point oppoſées, ou bien elles ne le ſeroient qu'en partie.

§. 551. Si deux puiſſances agiſſent ſur le même corps dans une direction contraire, & avec des forces inégales, la force de la puiſſance plus foible ſera détruite, ainſi qu'une égale partie de la force de la puiſſance ſupérieure, enſorte que la plus forte puiſſance pouſſera la plus foible devant elle avec la force qui lui reſtera; & l'effet produit ſera égal à la force reſtée à la puiſſance ſupérieure.

§. 552. Si les directions oppoſées de deux puiſſances égales en tout, ſe réuniſſent ſur un même obſtacle, ni ces puiſſances, ni cet obſtacle ne ſortiront de leur place; & ces puiſſances détruiront mutuellement l'effet l'une de l'autre, tant qu'elles continueront à preſſer cet obſtacle dans une direction oppoſée.

§. 553.

Planche II.

Fig. 69.

§. 553. Afin que les trois puiſſances ABC. dont les directions ſe réuniſſent au point D. ſoient en équilibre, il faut que leurs intenſités ſoient entr'elles comme les trois lignes DG. GE. ED. paralleles aux directions des trois puiſſances ABC. leſquelles forment entr'elles le triangle DGE. ou DEF. car ſi la puiſſance B. en tirant le point D. lui eût donné la vîteſſe DG. & que la puiſſance C. lui eût donné la vîteſſe DF = GE. le point D. eût parcouru la diagonale DE. du parallelogramme GDFE.

En quel proportion les puiſſances qui ſont en équilibre, doivent être entr'elles.

Donc afin que la puiſſance A. tienne le point D. en repos, & contrebalance les puiſſances C. & B. il faut qu'elle puiſſe donner au corps B. la vîteſſe ED. car alors la force vers DE. ſera égale aux deux forces vers DG. & vers DF = GE. puiſque les forces ſont entr'elles comme les vîteſſes qu'elles communiqueroient au même corps (257.) Les côtés du triangle DGE. expriment donc en quelle raiſon ces trois puiſſances qui ſe tiennent en équilibre, ſont entr'elles.

Fig. 69.

§. 554. Une puiſſance eſt en équilibre avec 4. 5. ou un nombre quelconque de puiſſances, lorſque toutes les puiſſances qui la contrebalancent, peuvent être renfermées dans une ſeule puiſſance, dont l'intenſité ſoit égale à l'intenſité de la puiſſance contrebalancée, & ſi de plus elles concourent avec elle dans la même ligne.

Soit ce point A. tiré par les cinq puiſſances

D.

D. E. F. G. B. enſorte que la puiſſance B. ſoit en équilibre avec les quatre autres puiſſances D. E. F. G. Si ces cinq puiſſances ſont reſpectivement proportionnelles aux lignes AD. AE. AF. AG. AB. ayant formé le triangle ADC. ou le parallelogramme ADCE. les puiſſances AE. AD. ſeront renfermées dans la ſeule puiſſance AC. qui agira dans la direction AC. ainſi les puiſſances AD. AE. AC. ſeront en équilibre par la §. précédente.

Fig. 70.

L'action de toute puiſſance peut ſe réſoudre en deux autres puiſſances.

Les puiſſances AG. AF. étant enſuite renfermées de la même façon dans la puiſſance Ah. ces deux nouvelles puiſſances AC. & Ah. ſeront réduites par le même moyen à la ſeule puiſſance Ab. qui ſe trouvera égale & directement oppoſée à AB. puiſqu'elle ſera dans la même ligne, & qu'elle repréſente les forces AE. AD. AF. & AG. qui étoient en équilibre avec AB.

Fig. 70.

§. 555. Il ſuit de la §. 553. que l'action de toute puiſſance peut ſe réſoudre en l'action de deux ou. de pluſieurs puiſſances ; & cela d'une infinité de maniéres différentes, à cauſe de la quantité infinie de triangles qui peuvent avoir le même côté. (§. 281.)

Ainſi, on peut conſidérer l'effet opéré par pluſieurs puiſſances, comme étant l'effet d'une ſeule force qui leur eſt égale, & au contraire.

Preuve

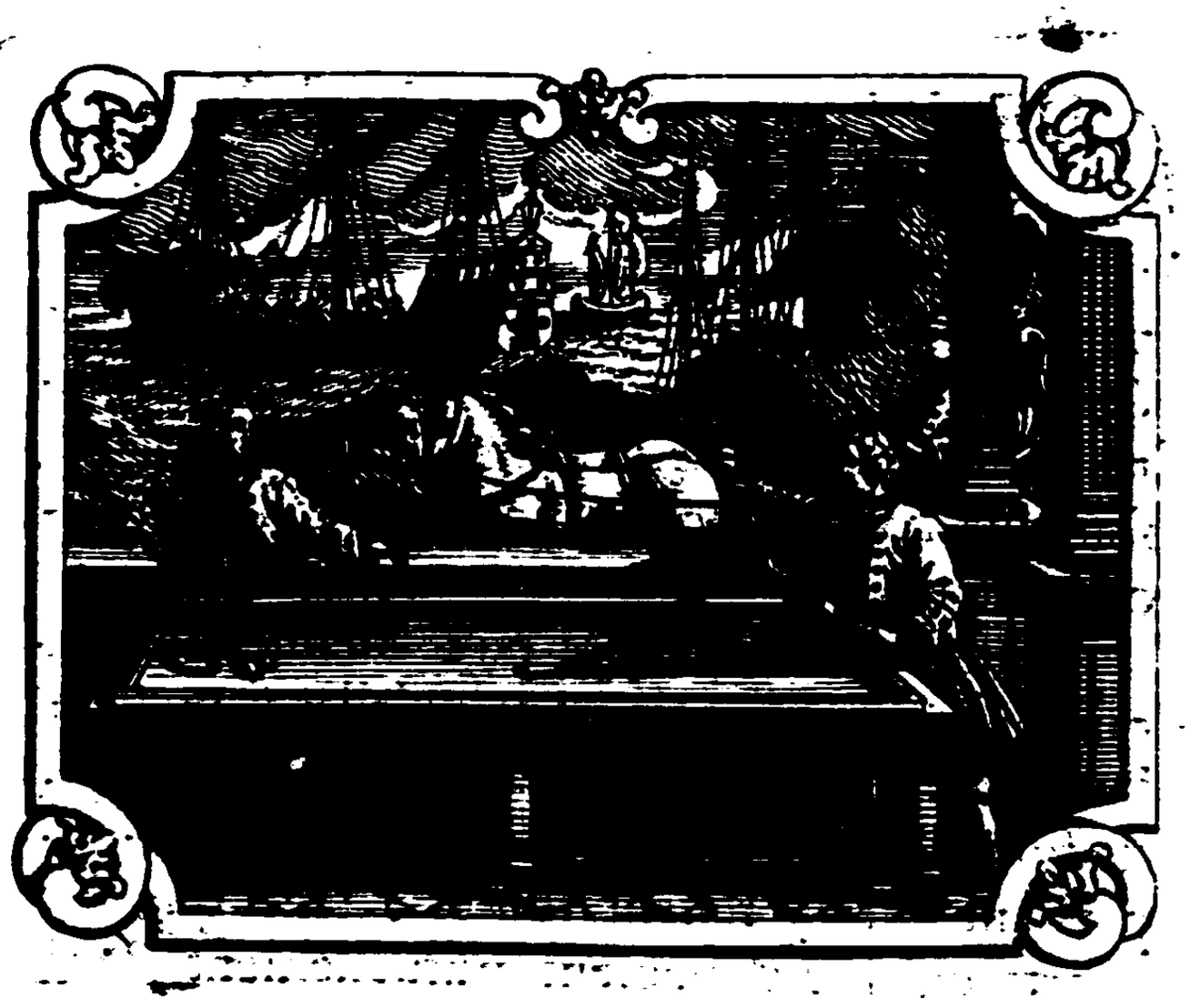
§. 556. C'eſt ſur tout dans la combinaiſon de l'action

l'action des forces preſſantes que l'on trouve l'accompliſſement de la troiſiéme Loi du mouvement, par laquelle la réaction eſt toujours égale à l'action (§. 258.) car les forces preſſantes n'agiſſent jamais ſans une réſiſtance égale, ſoit que l'obſtacle céde, ſoit qu'il réſiſte invinciblement.

de l'égalité de l'action & de la réaction par l'équilibre des puiſſances

Ainſi, dans l'équilibre où ſe tiennent deux ou pluſieurs puiſſances, quoiqu'elles ſe preſſent l'une l'autre, & que la moindre augmentation de force les pût faire ſortir de leur place, cependant elles y reſtent toutes, tant que les efforts qu'elles s'oppoſent mutuellement, ſont égaux.

CHAPITRE



CHAPITRE XXI.

De la Force des Corps.

§. 557.

VOus avez vû dans le Chapitre premier, que le principe de la continuité, fondé ſur celui de la raiſon ſuffiſante, ne ſouffre point de ſaut dans la nature, & qu'un corps ne ſçauroit paſſer d'un état à un autre, ſans paſſer par tous les degrés qui ſont entre deux; ainſi, par cette Loi un corps qui eſt en repos, ne ſçauroit paſſer ſubitement au mouvement, il faut qu'il y aille ſucceſſivement, & comme par nuances, en acquerant l'un après l'autre tous les degrés de mouvement qui ſont entre

Un corps ne peut paſſer ſubitement du mouvement au repos, ni du repos au mouvement.

entre le repos, & le mouvement qu'il doit acquérir.

§. 558. Un corps qui eſt en mouvement, poſſede une certaine force qui augmente, lorſque la vîteſſe de ce corps augmente, & qui diminue, lorſque la vîteſſe diminue. Donc puiſque l'on vient de voir qu'un corps ne reçoit point ſa vîteſſe totale tout d'un coup; mais qu'il l'acquert par gradation, la force qui accompagne cette vîteſſe, paſſe auſſi ſucceſſivement de la cauſe preſſante, dans le corps qu'elle met en mouvement.

Les corps acquerent la force ſucceſſivement comme la viteſſe.

§. 559. Ainſi, il ſe preſente naturellement deux façons de conſidérer la force des corps, la premiere, lorſque la force eſt encore naiſſante, ou prête à naître, & la ſeconde, lorſque la force eſt déja née dans le corps, c'eſt-à-dire, lorſque le corps eſt dans l'état d'un mouvement actuel, & fini.

Deux façons de conſidérer la force des corps.

§. 560. Lorſque la force eſt encore dans ſa naiſſance, elle eſt l'effet de la preſſion d'une cauſe étrangére ſur le corps qui la reçoit, cette preſſion imprime au corps un élement de mouvement, s'il peut céder, & obéir à la cauſe qui le ſollicite, & ſi le corps eſt retenu par un obſtacle invincible, qui ne lui permette point d'acquérir de la vîteſſe, & d'accumuler en lui les degrés de force, que la cauſe qui agit ſur lui

Toute preſſion produit ou une tendance au mouvement ou une vîteſſe infiniment petite.

lui, peut lui donner, cette cauſe lui communique ſimplement une tendance au mouvement ; de cette eſpéce, eſt la force de la gravité, quand ſon action eſt retenue.

Tout le monde convient que c'eſt cette force qui fait deſcendre les corps vers la terre ; or un corps qui eſt ſur une table, ou ſuſpendu à un fil, ne ſçauroit deſcendre vers la terre, parce que la réſiſtance de la table, ou du fil l'en empêche, cependant il preſſe la table, & il tend le fil, & il montre par-là ſa tendance au mouvement, qui ne peut avoir d'effet, tandis que ces obſtacles qu'il ne ſçauroit vaincre, s'y oppoſent. La preſſion du corps peſant eſt donc ſans effet dans ces deux cas, ou plûtôt les effets qu'elle produit, c'eſt-à-dire, la tenſion du fil, & la preſſion de la table, ſont *des effets non nuiſibles*, qui n'épuiſent point la cauſe preſſante : ainſi, la cauſe preſſante ne perd rien alors de ſa force parce qu'elle ne la déploye point ; mais elle tend ſimplement à la déployer, & *cette force* demeureroit éternellement en elle ſans s'altérer, ſi les obſtacles reſtoient toujours invincibles. L'on appelle cette force que la cauſe preſſante déploye ſans ſuccès, *force morte*.

Ce qu'on appelle *force morte*.

De l'élément de la force vive.

§. 561. Lorſqu'on ôte l'obſtacle invincible qui empêchoit l'effet de la cauſe preſſante, & qu'on lui donne la liberté de ſe déployer, & de transferer de la force dans le corps preſſé ; auſſi-tôt le corps céde, & ne renvoye plus les preſſions

preſſions de cette cauſe, mais il les reçoit & les accumule dans lui, & alors ces preſſions qui n'étoient que de ſimples efforts, une force morte, deviennent une force vive, mais une force vive infiniment petite, l'élément de la force vive, ſon commencement qui ne peut devenir une force vive finie, que lorſqu'elle eſt répetée une infinité de fois, & accumulée par une infinité de preſſions ſucceſſives dans le corps qui reçoit le mouvement, & comme cette force infiniment petite qui eſt l'élément de la force vive, eſt l'effet de la preſſion qui étoit une force morte, lorſque ce corps étoit encore retenu, & qu'il ne pouvoit point recevoir le mouvement, & que ces deux forces, c'eſt-à-dire, la force morte & l'élément de la vive ont une même meſure qui eſt la maſſe du corps multipliée par la vîteſſe infiniment petite que la preſſion lui communique, à chaque inſtant infiniment petit, on les confond ordinairement, & on le peut faire ſans erreur; mais j'aime cependant mieux les diſtinguer ici, parce qu'il y a une différence réelle entre elles; car dans le premier cas les degrés de force infiniment petits ſont détruits à tout moment, au lieu que dans le ſecond, ils s'accumulent dans le corps qui reçoit le mouvement.

La meſure de la force morte eſt le produit de la maſſe par la viteſſe initiale.

§. 562. Lorſque la preſſion imprime au corps qui lui céde, le premier degré de force, ou l'élement de la force vive, cet élement eſt proportionnel

La meſure de cet élement de viteſſe eſt

la même que celle de la force morte.

portionnel au petit espace que la pression fait parcourir au corps dans un petit tems donné, ou à la vîtesse infiniment petite qu'elle lui communique dans ce petit tems, & une pression qui feroit parcourir au même corps un espace double, en même tems, seroit double, (§. 541.) & comme cette pression, qui produit dans le premier moment un élément de force vive lorsque l'obstacle céde infiniment peu, est la même qui produisoit une force morte, lorsque cet obstacle ne cedoit point du tout à son effort; on connoît la quantité de la pression qu'un obstacle invincible détruit, par rapport à une autre pression à laquelle l'obstacle céde infiniment peu dans un tems infiniment petit, par l'espace, que cette pression, qui agit contre un obstacle invincible, feroit parcourir à cet obstacle dans un tems donné, si la force qu'elle communique au corps sur qui elle agit, devenoit vive de morte qu'elle étoit auparavant; comparé à l'espace, que l'autre pression à laquelle l'obstacle céde infiniment peu, fait parcourir dans le même tems à un corps égal en masse au premier, en considérant toujours les effets dans un instant infiniment petit.

Comment on connoît l'effort des Machines, & ce qu'elles peuvent produire d'effets.

§. 563. C'est de cette maniére qu'on mesure les efforts des Machines, par les petits espaces que les masses pressées parcoureroient, si on leur donnoit la liberté de céder aux efforts qui les pressent, & en examinant le rapport que ces petits espaces ont entre eux.

La

La force des Machines eſt du genre des forces mortes, de même que la force de tous les corps qui tendent à un mouvement actuel, mais qui n'y ſont point encore, & on doit eſtimer leur rapport, lorſqu'on les compare entr'elles par le produit de leur maſſe dans leurs viteſſes initiales, leſquelles ſont toujours proportionnelles à l'effort que ces corps font pour ſe mouvoir.

Planche 11. Fig. 71.

Exemple de l'effet des Machines pres de la Romaine.

Ainſi, ſoient les deux bras d'une Romaine M.E. N. E. chargés à leurs extrémités de deux poids M. & N. qui s'y tiennent en équilibre : on ſçaura le rapport de ces forces, ſi on conſidére ce qui arriveroit ſi l'un des bras obéiſſoit à l'effort du corps qui le preſſe, on voit qu'alors le bras ME. viendroit en mE. & le bras NE. en nE. & que par conſequent le corps M. décriroit le petit arc Mm. pendant que le corps N. décriroit le petit arc Nn. dans le même tems, leurs efforts ſeront donc comme ces petits eſpaces Mm. Nn. multipliés par leurs maſſes; car ces petits eſpaces ſont comme leur viteſſe initiale : mais les efforts ſont égaux par la ſuppoſition, ainſi, la maſſe M. eſt à la maſſe N. comme l'eſpace Nu. eſt à l'eſpace Mm, c'eſt-à-dire, que les maſſes ſont en raiſon renverſée des eſpaces par la propoſition ſeize du ſixiéme Livre d'Euclide; mais comme les triangles MmE. NnE. ſont ſemblables, leurs côtés ſont proportionnels (Euclide Prop. 4. Liv. 6.) Ainſi, Nn. Mm. = NE. ME. c'eſt à-dire, les eſpaces

parcourus ſont entr'eux comme la longueur des bras de la Romaine, mettant donc à la place de la raiſon des petits eſpaces Nn. à Mm.
Fig. 71. la raiſon de la longueur des bras NE. ME. qui lui eſt égal, on aura M : N = NE : ME. c'eſt-à-dire, que les poids M. & N. ſont en raiſon réciproque de la longueur des bras de la Romaine, ce qui eſt la propoſition fondamentale de la Statique.

Exemple tiré de la propoſition fondamentale de l'Hydroſtatique.

§. 564. On démontrera de la même maniére la propoſition fondamentale de l'Hydroſtatique, que les fluides ſont en équilibre, lorſque leurs ſurfaces ſont à une hauteur égale dans les vaſes, & les tuyaux qui les contiennent; car ſuppoſons que dans le vaſe AT. la ſurperficie AB. ſoit dix fois plus grande que celle du tuyau CD. & que cette ſuperficie deſcende en ab. il eſt clair que la ſuperficie CD. du tuyau communiquant montera en cd. d'autant plus haut que la ſurperficie du vaſe eſt plus grande que celle du tube : or ſi ces deux quantités d'eau doivent être en équilibre, il eſt néceſſaire que les produits de leurs maſſes multipliés dans leurs viteſſes initiales ſoient égaux ; or puiſque la viteſſe initiale de l'eau du tube eſt 10. tandis que celle du vaſe eſt 1. il faut que la maſſe dans le tube ſoit auſſi 10. fois plus petite, & par conſéquent que les hauteurs des fluides ſoient égales, puiſque la ſurface CD. eſt ſeulement la dixiéme partie de la ſurface AB.
Fig. 72.

§. 565.

§. 565. De cette maniére on parvient toujours à déterminer le rapport de toutes ſortes de puiſſances, qui ſe tiennent en équilibre au moyen de leurs vîteſſes initiales, & toute la Statique, tant des fluides que des ſolides, eſt compriſe ſous cette régle.

Tous les Mathématiciens conviennent de ce principe, ils meſurent toujours le rapport des efforts ou des forces mortes par les produits des maſſes multipliés par les vîteſſes initiales, & perſonne ne s'eſt jamais aviſé de révoquer cette vérité en doute; mais il n'en eſt pas de même de la force vive, c'eſt-à-dire, de la force qui réſide dans un corps qui eſt dans un mouvement actuel, & qui a une vîteſſe finie, c'eſt-à-dire, une vîteſſe infiniment plus grande que cette vîteſſe initiale dont je viens de parler.

§. 566. Sans entrer encore dans la diſcuſſion de la meſure de cette force vive, on s'apperçoit aiſément qu'elle eſt d'un autre genre que la force morte; qu'elle doit être infiniment plus grande que ſon élement, & qu'elle doit lui être comme une ligne eſt à un point, ou comme une ſurface eſt à une ligne.

M. de Leibnits qui a découvert le premier la véritable meſure de la force vive, a diſtingué avec beaucoup de ſoin ces deux forces, & il a ſi bien expliqué leurs différences qu'il eût été

M. de Leibnits eſt l'inventeur des forces vives. *Acta E-*

rud. Année 1686. & suiv.

été impossible de s'y méprendre, & de les confondre, si au lieu de se révolter contre cette découverte, on l'avoit examinée.

Il faut distinguer avec soin la force vive de son élement.

§. 567. On a vû (§. 560.) qu'une pression imprime au corps qui lui céde, une vîtesse initiale, & une force infiniment petite, & que cette force infiniment petite passe dans le corps sur qui la cause pressante agit; à cette pression succéde une autre pression, & à celle-ci encore une autre, & ainsi de suite jusqu'à ce que le corps ayant reçu successivement une infinité de pressions toutes efficaces, & qu'il conserve toutes, ce corps se meuve avec une vîtesse finie, & qu'il ait acquis une force, qui est la somme de toutes ces pressions accumulées & assemblées dans lui.

Fig. 73.

Or personne ne peut nier que de trois ressorts AB. CD. EF. également forts, & également tendus, chacun posséde la même force, & que je puis mettre l'un à la place de l'autre, sans alterer l'effet qui doit résulter de la force de ces ressorts: ainsi, si un corps a acquis toute la force qui résidoit dans le ressort AB. & qu'un autre corps ait acquis toute la force qui résidoit dans les deux autres ressorts égaux CD. EF. ce second corps aura deux fois plus de force que le premier, & un corps qui auroit la force de trois de ces ressorts égaux & semblables, auroit trois fois plus de force que celui qui n'auroit que la force d'un de ces ressorts, & ainsi de suite.

Rien

Rien ne paroît plus évident que cette proposition, & si on vouloit la nier, je ne sçais plus ce qu'il y auroit de sur dans les connoissances humaines, ni sur quel principe on pourroit bâtir en Philosophie; il vaudroit autant, ce me semble, renoncer à toute recherche.

Fig. 74. Les forces vives des corps sont comme le quarré des vitesses. Preuves de cette vérité par la chute des corps.

La gravité presse uniformement les corps graves à chaque instant, & dans tous les points où ils se trouvent pendant leur chute vers la terre; je puis donc considérer la gravité, quant à ses effets, comme un ressort infini NR. qui presse également un corps A. dans tout l'espace AB. & qui le suit en le pressant toujours également, & en accelérant continuellement son mouvement vers B. par les nouvelles pressions qu'il lui imprime dans tous les points qui sont entre A. & B. Or si on exprime la pression que le corps éprouve en A. par la ligne A m, celle qu'il reçoit dans le moment le plus proche a. par la ligne a n, la pression suivante par b p. & ainsi de suite jusqu'en B. où le corps se trouve actuellement, on voit que toutes ces lignes A m, a n, b p. &c. font le rectangle Ab. & que la force vive acquise en B. doit être représentée par ce rectangle, puisqu'elle est composée de la somme de toutes les pressions reçûes pendant le tems AB. lesquelles pressions les lignes A m, a n, b p, B b. représentent: ainsi, la force vive du corps A. arrivée au point B. sera à celle d'un corps R. qui seroit descendu de A. en R. comme le rectangle Ab. au rectangle A L. c'est-

à-dire, comme les eſpaces A B. A R. car les rectangles qui ont la même hauteur, ſont entr'eux comme leurs baſes (Euclide Livre 6. Prop. premiere.)

Les forces que les corps ont reçuës en A. & en R. doivent être néceſſairement comme ces lignes AB. AR. car par la §. précédente, les forces vives doivent être entre elles comme le nombre des reſſorts égaux, & ſemblables qui ſe ſont détendus, & qui ont communiqué leurs forces aux corps en mouvement; or le nombre de ces reſſorts eſt évidemment ici comme les eſpaces AB. AR. puiſque dans un eſpace double il y a deux fois plus de reſſorts que dans un eſpace ſous double. Donc les forces vives des corps que la gravité fait deſcendre, doivent être entre elles comme les eſpaces AB. AR.

Fig. 74.

On a vû au chap. 13. qu'il eſt démontré par la théorie de Galilée que les eſpaces que la gravité fait parcourir aux corps qui tombent vers la terre, ſont comme les quarrés des vîteſſes: donc les forces vives que les corps acquerent en tombant, ſont auſſi comme les quarrés de leurs vîteſſes, puiſque ces forces ſont comme les eſpaces.

Combien cette découverte fut combatue dans les commencemens.

Cette aſſertion parut d'abord une eſpece d'Héreſie Phyſique. D'*où viendroit ce quarré*, diſoit-on? mais on voit qu'il eſt aiſé par ce qui vient d'être dit dans les ſections précédentes, de le déduire de l'accumulation de toutes les preſſions

ſions qui ont agi ſur le corps dans un tems infini.

Toutes les expériences l'ont confirmée.

§. 568. Toutes les expériences ont confirmé depuis cette découverte, dont on a l'obligation à M. de Leibnits, & elles ont fait voir que dans tous les cas, la force des corps qui ſont dans un mouvement actuel, & fini, eſt proportionnelle aux quarrés de leurs vîteſſes multipliées dans leur maſſe, & cette eſtimation des forces eſt devenue un des principes les plus féconds de la Méchanique.

Les Philoſophes ſont d'accord ſur les expériences qui prouvent cette eſtimation des forces vives, & ils conviennent tous, que les matiéres déplacées, les reſſorts tendus, les fibres aplaties, les forces communiquées, &c. que tous les effets des corps en mouvement enfin, ſont toujours comme le quarré de leur vîteſſe multipliée par leur maſſe.

Il ſembleroit dabord qu'il ne devroit y avoir aucune diſpute ſur cette matiére; car puiſque de l'aveu de tout le monde, toute force eſt égale à ſon effet pleinement exécuté, & que des expériences non conteſtées prouvent que tous les effets des corps en mouvement, ſont comme les quarrés de leurs vîteſſes multipliées par leurs maſſes, il paroît indiſpenſable de conclure que les forces de ces corps ſont auſſi comme le quarré de leurs vîteſſes.

Objection contre les forces vives tirées de la considération du tems.

§. 569. Les adverſaires des forces vives ont crû pouvoir ſe dérober à cette concluſion par la conſidération du tems, lequel, diſent-ils, doit toujours être la meſure commune de deux forces que l'on compare; or les corps qui avec des vîteſſes doubles font des effets quadruples, ne les font que dans un tems double: donc, conclue-t'on, leur force n'eſt que double en tems égal, c'eſt-à-dire, en raiſon de la ſimple vîteſſe, & non du quarré de cette vîteſſe.

Reponſe à cette Objection.

Il me ſemble qu'il y a une reponſe bien ſimple à cette Objection; car pouvoir produire plus d'effets, & agir pendant plus de tems, c'eſt là ce que j'appelle, & ce que je crois que tout le monde doit appeller, *avoir plus de force*, & la meſure totale de cette force doit être ce que le corps peut faire, depuis le tems qu'il commence à ſe mouvoir, juſqu'à celui où il aura épuiſé toute ſa force, quelque ſoit le tems qu'il y employe, & le tems ne doit pas plus entrer dans cette conſidération que dans la meſure de la richeſſe d'un homme, qui doit avoir été toujours la même, ſoit qu'il ait dépenſé ſon bien dans un jour, ou dans un an, ou dans cent ans.

§. 570. La queſtion de la force des corps ne doit pas rouler ſur une force métaphiſique ſans emploi & ſans réſiſtance, car je ne ſçais quelle eſt la force de celui qui ne ſe bat point; ſi donc

donc rien ne reſiſte à la force d'un corps, s'il ſe meut ſeulement avec ſa maſſe & ſa vîteſſe, je ne le connois que comme *vîte*, & je ne puis découvrir quelle eſt ſa force, ni ce que c'eſt.

Mais ſi ce corps vient à rencontrer d'autres corps qu'il fait mouvoir, des reſſorts qu'il tend, des maſſes qu'il tranſporte, qu'il déplace, ou qu'il comprime, alors je le connois comme *fort*, & je puis eſtimer ſa force par la quantité d'effets qu'il produit en la conſumant, & je ne puis craindre de me tromper en eſtimant cette force, par les effets qui l'ont conſumée.

En quelles circonſtances le tems eſt à conſidérer.

Le tems eſt à conſidérer dans les occaſions, dans leſquelles pendant un plus long-tems il peut y avoir un plus grand effet produit, comme dans le mouvement uniforme; car alors l'eſpace total parcouru qui eſt le ſeul effet produit, ſera plus ou moins grand, ſelon que le mouvement du corps ſera continué plus ou moins de tems; mais un corps qui a eû la force de fermer un tel nombre de reſſorts, ou de remonter à une telle hauteur, ne fermera jamais une plus grande quantité de reſſorts ſemblables, & ne remontera jamais plus haut, quelque tems qu'il y employe.

Le mouvement perpétuel méchanique ſeroit poſſible, ſi dans un tems plus

Si avec un tems plus long le corps pouvoit produire un plus grand effet, comme, par exemple, de remonter à une plus grande hauteur que celle dont il eſt tombé, alors l'effet ſeroit plus grand que ſa cauſe, & le mouvement perpétuel méchanique ſeroit poſſible; car il ne ſeroit

long, la même force pouvoit produire plus d'effets.

roit queſtion que d'employer un tems d'une longueur ſuffiſante; mais tout le monde regarde le mouvement perpétuel méchanique comme impoſſible; donc quand il s'agit d'eſtimer la force d'un corps, les obſtacles ſurmontés ſont ſeuls à compter.

§. 571. Ainſi, la force détruite eſt toujours égale à l'effet qu'elle a produit, quelque ſoit le tems dans lequel elle l'a produit; car ſi ce tems a été plus court, & la réſiſtance égale, le corps aura conſumé plus de force, & ſurmonté par conſéquent une plus grande partie de cette réſiſtance à chaque inſtant, & ſi le tems a été plus long, il ſera arrivé tout au contraire; mais dans l'un & l'autre cas, il y a eu la même force dépenſée & la même quantité d'effets produits, enſorte que pour ſurmonter une réſiſtance qui eſt 100. il faut toujours cent degrés de force, quelque tems que l'on mette à la ſurmonter.

Abſurdités qui s'enſuivroient de la conſidération du tems dans l'eſtimation des forces.

§. 572. Je demanderai, de plus, aux perſonnes qui appuyent tant ſur cette diſtinction du tems, ſi un corps, qui en vertu d'une double vîteſſe produit des effets quadruples pendant un tems double, n'agit pas dans le ſecond tems par ſa force, ſi ce n'eſt pas ſa force qui le fait agir alors, ſi ce n'eſt pas enfin ſa force qu'il conſume dans ce ſecond tems comme dans le premier.

Il faut bien qu'ils repondent que *oui*, or un corps avec une vîteſſe *deux* fermera trois reſſorts dans la premiere ſeconde, tandis qu'un corps dont la vîteſſe eſt ſous-double de la ſienne, n'en fermera qu'un, & dans la deuxiéme ſeconde, le corps qui avoit la vîteſſe *deux* fermera un quatriéme reſſort, tandis que celui dont la vîteſſe étoit un, reſtera dans un parfait repos; or, je demande comment il peut reſter quelque force dans la deuxiéme ſeconde, au corps qui avoit *deux* de vîteſſe, s'il n'a eu en commençant à ſe mouvoir qu'une force double du corps qui avoit *un* de vîteſſe, puiſque dans la premiere ſeconde il a depenſé le triple de force, & produit le triple d'effets ſemblables; il ne lui devroit aſſurément rien reſter, puiſque même il a plus depenſé dans la premiere ſeconde qu'il n'étoit cenſé avoir: il faut donc convenir que l'effet quadruple que le corps qui avoit *deux* de vîteſſe, a produit en deux ſecondes, a été produit par une force quadruple, ou bien il faudra dire que l'effet a été plus grand que ſa cauſe, ce qui eſt abſurde.

Si l'on admettoit que la force ſupérieure, qui ferme quatre reſſorts, ne fût que double de la force inférieure, qui s'eſt conſumée en fermant un reſſort ſeulement, il s'enſuivroit que le corps qui a *deux* de vîteſſe, ne conſume dans le premier inſtant que la même force du corps qui a *un* de vîteſſe, quoiqu'il dérange dans ce premier inſtant le triple d'obſtacles égaux, & que par conſéquent

conſéquent un homme qui au bout d'une lieue ſeroit tombé de laſſitude, auroit cependant eu la même force que celui qui ne ſe ſeroit laſſé qu'après avoir parcouru trois lieues dans le même tems : il faut avoüer que ce ſont là des aſſertions un peu étrangéres.

Il eſt donc bien difficile de ſe réſoudre à eſtimer les forces autrement que par les effets, dans leſquels elles ſe ſont conſumées, puiſque ſi elles avoient été plus grandes que ces effets, elles ne ſe ſeroient point conſumées en les produiſant, & que ſi elles avoient été moindres, elles ne les auroient point produits.

On refuſe d'admettre les forces vives en convenant des expériences qui les établiſſent.

§. 573. Les forces vives ſont peut-être le ſeul point de Phyſique, ſur lequel on diſpute encore en convenant des expériences qui le prouvent ; car ſi vous demandez à ceux qui les combattent quels ſeront ſur des obſtacles égaux les effets de deux corps égaux en maſſe, mais dont les vîteſſes ſont 4. & 3. ils vous repondront que l'un fera un effet, comme 16. & l'autre comme 9. or, l'on ſent aiſément que quelque diſtinction, & quelque modification qu'ils apportent enſuite à cet aveu que la force de la vérité leur arrache, il reſte toujours certain que l'effet étant quadruple, il a fallu une force quadruple pour le produire.

§. 574. Il ſeroit inutile de vous rapporter ici toutes les expériences qui prouvent cette vérité,

té, vous les verrez un jour dans l'excellent Mémoire que M. Bernoulli a préſenté à l'Académie des Sciences en 1724. & en 1726. & que l'on trouve dans le Recueil des Piéces qui ont remporté, ou merité les Prix qu'elle diſtribue, & vous en avez déja vû une partie dans le Mémoire que M. de Mairan a donné en 1728. à l'Académie contre les forces vives, & que nous avons lû enſemble, & dans lequel ce fameux Procès eſt expoſé avec beaucoup de clarté, & d'éloquence.

Examen de quelques endroits du Mémoire de M. de Mairan, contre les forces vives.

Comme cet ouvrage me paroît être ce que l'on a fait de plus ingénieux contre les forces vives, je m'arrêterai à vous en rappeller ici quelques endroits, & à les réfuter.

M. de Mairan dit, n°. 38. & 40. de ſon Mémoire: » Qu'il ne faut pas eſtimer la force des » corps par les eſpaces parcourus par le mobile » dans le mouvement retardé, ni par les obſta- » cles ſurmontés, les reſſorts fermés, &c. mais » par les eſpaces non parcourus, par les parties » de matiéres non déplacées, les reſſorts non » fermés, ou non aplatis: or dit-il, ces eſpa- » ces, ces parties de matiére, & ces reſſorts » ſont comme la ſimple vîteſſe. Donc, &c.

Un des exemples qu'il apporte, eſt celui d'un corps qui remonte par la force acquiſe en tombant à la même hauteur d'où il étoit tombé, & qui ſurmonte en remontant les obſtacles de la peſanteur: » Car un corps tombé de la hau- » teur 4. & qui a acquis 2. de vîteſſe en tom- » bant,

» bant, parcoureroit en remontant par un mou-
» vement uniforme, & avec cette vîteſſe 2. un
» eſpace 4. dans la premiere ſeconde ; mais la
» peſanteur qui le retire en en-bas, lui faiſant
» perdre dans cette premiere ſeconde 1. de
» force & 1. de vîteſſe, il ne parcourt que
» 3. dans la premiere ſeconde, de même dans
» la deuxiéme ſeconde où il lui reſte encore 1.
» de vîteſſe & 1. de force, & où il parcoureroit 2.
» par un mouvement uniforme, il ne parcourt
Num. 39. & 44. » qu'un, parce que la peſanteur lui fait encore
» perdre *un*, quelles ſont donc les pertes de ce
» corps, *un*, dans la premiere ſeconde, & *un*
» dans la deuxiéme? ce corps qui avoit 2. de vîteſ-
» ſe, a donc perdu 2. de force, ſes forces étoient
» donc comme ſes vîteſſes, conclud M. de Mai-
» ran, & non comme le quarré de ſes vîteſſes.

Mais pour ſentir le vice de ce raiſonnement, il ſuffit de conſidérer (comme dans la §. 567.) l'action de la peſanteur comme une ſuite infinie de reſſorts égaux, qui communiquent leur force aux corps en deſcendant, & que le corps referme en remontant ; car alors on verra que les pertes d'un corps qui remonte, ſont comme le nombre des reſſorts fermés, c'eſt-à-dire, comme les eſpaces parcourus, & non pas comme les eſpaces non parcourus.

Dans les obſtacles ſurmontés comme les déplacemens de matiére, les reſſorts fermés, &c. on ne peut réduire, même par voix d'hipothéſe ou de ſuppoſition, le mouvement retardé en uniforme,

uniforme, comme M. de Mairan l'avance dans ſon Mémoire, & quelque eſtime que j'aie pour ce Philoſophe, j'oſe aſſurer que lorſqu'il dit n°. 40. 41. & 42. *qu'un corps, qui par un mouvement retardé, ferme trois reſſorts dans la premiere ſeconde, & 1. dans la deuxiéme, en fermeroit 4. dans cette premiere ſeconde, & 2. dans la deuxiéme par un mouvement uniforme, & une force conſtante*, il dit, je ne crains point de l'avancer, une choſe entiérement impoſſible; car il eſt auſſi impoſſible qu'un corps avec la force néceſſaire pour fermer 4. reſſorts en ferme 6. (quelque ſuppoſition que l'on faſſe) qu'il eſt impoſſible que 2. & 2. faſſent 6. car ſi on ſuppoſe avec M. de Mairan que le corps n'auroit conſumé aucune partie de ſa force pour fermer 4. reſſorts dans la premiere ſeconde d'un mouvement uniforme, je dis que ces 4. reſſorts ne ſeroient point fermés, ou qu'ils le ſeroient par quelqu'autre agent; que ſi on ſuppoſe au contraire, qu'ayant épuiſé une partie de ſa force à fermer ces trois premiers reſſorts dans la premiere ſeconde, & n'ayant plus que la force capable de lui faire fermer un reſſort dans la deuxiéme ſeconde, le corps, reprendroit une partie de ſa force pour en fermer deux dans cette deuxiéme ſeconde par un mouvement uniforme, (car il faut faire l'une ou l'autre de ces ſuppoſitions) on ſuppoſe viſiblement dans le dernier cas, que le corps a renouvellé ſa force; ce qui ſort entiérement de

la

la queſtion ; ainſi, il n'eſt point vrai que la force totale d'un corps ſoit repréſentée, par ce qu'elle eût fait, ſi elle ne ſe fût point conſumée ; car elle ne pouvoit jamais faire un effet plus grand que celui qui l'a détruite, & elle ne contenoit en puiſſance que ce qu'elle a déployé dans l'effet produit : ainſi ce raiſonnement très-ſubtile, & qui pourroit d'abord ſéduire, ne porte que ſur ce faux principe, que la quantité de mouvement & la quantité de la force ſont une même choſe, & que la force peut être ſuppoſée uniforme comme le mouvement, quoiqu'elle ait ſurmonté une partie des obſtacles qui doivent la conſumer : mais c'eſt ce qui eſt entiérement faux, & ce qui ne peut être admis, même par ſuppoſition ; car ſuppoſer en même tems qu'une force reſte la même, & que cependant elle a produit une partie des effets qui doivent la conſumer, c'eſt ſuppoſer en même tems les contradictoires : ainſi, la meſure de la force des corps dans les mouvemens retardés, *n'eſt point les parties de matiére non déplacées, les reſſorts non tendus ; les eſpaces non parcourus en remontant* ; mais, *les eſpaces parcourus en remontant, les parties de matiére déplacées, & les reſſorts tendus.*

M. de Mairan dit encore n°. 33. que, » de » même qu'une force n'eſt pas infinie, parce » que le mouvement uniforme qu'elle produi- » roit dans un eſpace non réſiſtant, ne ceſſeroit » jamais, il ne s'enſuit pas non plus à la rigueur,

» que

» que la force motrice de ce même corps en
» soit plus grande, parce qu'elle dure plus long-
» tems. Mais on voit aisément que dans le mou-
vement uniforme supposé éternel, il n'y a nulle
destruction de force, au lieu que lorsque la force
motrice pendant un tems double a dérangé
des obstacles quadruples, il y a eû une dé-
pense réelle de force, laquelle n'a pû se faire
sans un fond de force quadruple, & qu'ainsi,
ces deux cas ne peuvent se comparer.

Je me flatte que M. de Mairan regardera les remarques que je viens de faire sur son Mémoire, comme une preuve du cas que je fais de cet ouvrage; j'avoue qu'il a dit tout ce que l'on pouvoit dire en faveur d'une mauvaise cause: ainsi, plus ces raisonnemens sont séduisans, plus je me suis crû obligé de vous faire sentir qu'ils ne portent aucune atteinte à la doctrine des forces vives.

Raisonnement très-sensible qui prouve les forces vives.

§. 575. Cette doctrine peut être confirmée par un raisonnement fort simple, & que tout le monde fait naturellement quand l'occasion s'en présente: que deux voyageurs marchent également vîte, & que l'un marche pendant une heure, & fasse une lieue, & l'autre deux lieues pendant deux heures, tout le monde convient que le second a fait le double du chemin du premier, & que la force qu'il a employé à faire deux lieues, est double de celle que le premier a employé pour faire une lieue: or, supposant

maintenant qu'un troiſiéme voyageur faſſe ces deux lieues en une heure, c'eſt-à-dire, qu'il marche avec une vîteſſe double, il eſt encore évident que le troiſiéme voyageur, qui fait deux lieues dans une heure, employe deux fois autant de force que celui qui fait ces deux lieues en deux heures : car on ſçait que plus un courier doit marcher vîte, & faire le même chemin en moins de tems, plus il lui faut de force, ce que tout courier ſent ſi bien qu'il n'y en a point qui ne veuille être d'autant mieux payé, qu'il va plus vîte ; or puiſque le troiſiéme voyageur employe deux fois plus de force que le ſecond, & que le ſecond en employe deux fois plus que le premier, il eſt évident que le voyageur qui marche avec une double vîteſſe pendant le même tems, employe quatre fois plus ; & que par conſéquent les forces que ces voyageurs auront dépenſées, ſeront comme le quarré de leurs vîteſſes.

§. 476. Les ennemis des forces vives trouvent le moyen d'éluder la plûpart des expériences qui les prouvent, parce qu'ils ne peuvent les nier ; ils rejettent, par exemple, toutes celles que l'on fait ſur les enfoncemens des corps dans des matiéres molles, & il eſt vrai qu'il ſe mêle toujours inévitablement dans ces expériences, & dans les exemples que l'on tire des créatures animales, des circonſtances étrangéres qui éternaiſent les diſputes.

§. 477.

§. 577. Mais M. Herman rapporte un cas qui ne laiſſe lieu à aucun ſubterfuge, & dans lequel on ne peut diſputer que la force du corps n'ait été quadruple en vertu d'une double vîteſſe; ce cas eſt celui dans lequel une boule A. qui a *un* de maſſe, par exemple, & *deux* de vîteſſe, frappe ſucceſſivement ſur un plan horiſontal, ſuppoſé parfaitement poli, une boule B. en repos, qui a 3. de maſſe, & une boule C. qui a 1. de maſſe; car ce corps A. donnera un degré de vîteſſe à la boule B. dont la maſſe eſt 3. & il donnera le degré de vîteſſe qui lui reſte à la boule C. qu'il rencontre enſuite, & dont la maſſe eſt *un*, c'eſt-à-dire, égale à la ſienne, & ce corps A. ayant alors perdu toute ſa vîteſſe reſtera en repos.

Académie de Petersbourg, Tome premier.

Expérience déciſive de M. Herman en faveur des forces vives.

Fig. 75.

Or, examinons quelle eſt la force des corps B. & C. auſquels le corps A. a communiqué toute ſa force, & toute ſa vîteſſe, certainement la maſſe du corps B. étant 3. & ſa vîteſſe *un*, ſa force ſera *trois* de l'aveu même de ceux qui refuſent d'admettre les forces vives, le corps C. dont la vîteſſe eſt *un*, & la maſſe *un*, aura auſſi *un* de force: donc le corps A. aura communiqué la force *trois* au corps B. & la force *un* au corps C.: donc le corps A. avec 2. de vîteſſes a donné 4. de force: donc il avoit cette force; car s'il ne l'avoit pas eû, il n'auroit pû la donner: donc la force du corps A. qui avoit 2. de vîteſſe & *un* de maſſe, étoit 4. c'eſt-à-

Fig. 75.

dire, comme le quarré de cette vîteſſe multiplié par ſa maſſe.

§. 578. Il y a un rapport admirable entre la façon dont le corps A. perd ſa force par le choc dans cette expérience, & celle dont un corps, qui remonte par la force acquiſe en deſcendant, perd la ſienne par les coups redoublés de la gravité; car un corps qui avec la vîteſſe 2. remontera à la hauteur 4. perd *un* de vîteſſe, quand il a remonté à la hauteur *trois*, de même que la boule A. perd *un* de vîteſſe, en mettant en mouvement la boule B. dont la maſſe eſt *trois*; & le corps qui remonte, perd le deuxiéme degré de vîteſſe qui lui reſte, en remontant de la hauteur 3. à la hauteur 4. c'eſt-à-dire, en parcourant un eſpace ſous-triple du premier, de même que le corps A. perd le degré de vîteſſe, qui lui reſte, en frappant le corps C. ſous-triple du corps B. Ainſi, la même choſe arrive, ſoit que la force des corps leur ſoit communiquée par l'impulſion, ſoit qu'elle ſoit l'effet de leur gravité.

Fig. 75.

Cependant la difficulté du tems reſte toujours dans cette expérience.

§. 579. Quoique dans cette expérience de M. Herman, un corps avec deux de vîteſſe ait communiqué 4. degrés de force à des corps égaux à lui qui peuvent exercer cette force, & la communiquer à d'autres corps, ce qui ne laiſſe aucun lieu aux prétextes que l'on allégue contre la plûpart des autres expériences qui prouvent les forces vives, cependant la difficulté

ficulté du tems (ſi c'en eſt une) reſte toujours dans cette expérience, puiſque la boule A. n'a communiqué ſa force aux boules B. & C. que ſucceſſivement, auſſi tous les adverſaires des forces vives, & M. Papin qui les combattit contre M. de Leibnits leur inventeur, & M. Jurin qui s'eſt déclaré en dernier lieu contre cette opinion, ont-ils toujours défié M. de Leibnits, & les partiſans des forces vives de leur faire voir un cas dans lequel une vîteſſe double produiſit un effet quadruple dans le même temps, dans lequel une vîteſſe ſimple produit un effet ſimple, juſques là même qu'ils ont tous promis d'admettre les forces vives, ſi on pouvoit leur trouver un tel cas dans la nature: voici comme s'exprime M. Jurin. *Id ſi facere dignati fuerint me ipſis diſcipulum, parum id quidem eſt, at multos ægregios viros auſim promittere.**

§. 580. Comme les loix du mouvement ne permettent pas, lorſqu'un corps en choque un ſeul autre, de tranſporter toute la force de ce corps dans un autre de maſſe quadruple par un ſeul coup, M. de Leibnits pour ſatisfaire à cet eſpéce de défi eut recours au levier, par le moyen duquel il vint à bout de tranſporter

* Et s'ils peuvent trouver un tel effet dans la nature, je leur promets, non ſeulement d'être leur diſciple, ce qui ſeroit peu de choſe; mais de leur en procurer de beaucoup plus dignes que moi.

par un ſeul coup toute la force d'un corps dans un autre de maſſe quadruple, auquel il communiquoit la moitié de ſa vîteſſe, mais la conſidération du levier donna encore lieu à des exceptions qui rendirent cette expérience de M. de Leibnits infructueuſe pour la converſion de ſes adverſaires : ainſi, l'objection tirée de la conſidération du tems ſubſiſtoit toujours.

Expérience qui détruit entierement l'objection tirée du tems

§. 581. Mais on a renverſé entierement cette objection en trouvant le cas que les adverſaires des forces vives croyoient introuvable, ce cas eſt celui dans lequel un corps A. ſuſpendu librement dans l'air, & dont la viteſſe eſt *deux*, & la maſſe ſuppoſée *un*, choque en même tems ſous un angle de 60. degrés, *deux* corps B. & B. dont la maſſe de chacun eſt *deux*; car dans ce cas le corps choquant A. demeure en repos après le choc, & les corps B. & B. partagent entr'eux ſa vîteſſe, & ſe meuvent chacun avec un degré de vîteſſe: or ces corps B. & B. dont la maſſe eſt *deux*, & qui ont reçu chacun un degré de vîteſſe ont chacun *deux* de force, quelque parti que l'on prenne: donc le corps A. avec une vîteſſe 2. a communiqué une force 4. dans un ſeul & même tems, ce qui eſt préciſément le cas éxigé par les adverſaires des forces vives; ainſi, cette expérience fait tomber entierement l'objection tirée de la conſidération du tems, dont les ennemis des forces vives ont fait juſqu'à préſent tant de bruit.

Fig. 76.

Fig. 76.

§. 582.

§. 582. De plus, la force eſt toujours la même, ſoit qu'elle ait été communiquée dans un petit tems ou dans un grand tems; le tems dans lequel les reſſorts communiquent leur force, par exemple, dépend des circonſtances dans leſquelles ils ſe déploient; car il y a des circonſtances dans leſquelles la force d'un reſſort peut ſe tranſmettre dans un même corps plus vîte que dans d'autres circonſtances, cependant la force que ce reſſort lui communique, eſt toujours la même: ainſi, quatre reſſorts égaux communiqueront la même force au même corps, ſoit qu'ils la lui communiquent en une, en deux, ou en trois minutes, comme dans les Fig. 77. 78. & 79. & ce tems pourroit être varié à l'infini, ſelon qu'on laiſſeroit à ces reſſorts plus ou moins de liberté d'agir, quoique la force communiquée fût toujours la même; ainſi, le tems n'a rien à faire dans la communication du mouvement.

Autre preuve tirée du tems dans lequel les reſſorts communiquent leur force.

Fig. 77. 78. & 79.

§. 583. On fait encore une objection contre les forces vives, qui paroît d'abord aſſez forte; elle eſt tirée de la conſidération de ce qui arrive à 2. corps qui ſe choquent avec des vîteſſes qui ſont en raiſon inverſe de leur maſſe, car ſi ces corps ſont ſans reſſorts ſenſibles, ils reſteront en repos après le choc; or il ſembleroit d'abord que le corps, qui a le plus de vîteſſe ayant plus de force dans la doctrine des

Autre objection contre les forces vives.

forces vives, devroit pouſſer l'autre corps devant lui.

Reponſe. Mais pour entendre comment deux corps avec des forces inégales peuvent cependant reſter en repos après le choc, conſidérons un reſſort R. qui ſe détend en même tems des deux côtés, & qui pouſſe de part & d'autre des corps de maſſe inégale, l'inertie de ces corps étant le ſeul obſtacle, qu'ils oppoſent à la détence du reſſort, & cette inertie étant proportionnelle à leur maſſe, les vîteſſes que le reſſort communiquera à ces corps, feront en raiſon inverſe de leur maſſe; & par conſéquent ils auront des quantités égales de mouvement, mais leurs forces ne feront pas égales, comme M. Jurin & quelques autres voudroient l'inferer, ces forces ſeront entr'elles comme la longueur CB. & la longueur CA. c'eſt-à-dire, comme le nombre des reſſorts qui ont agi ſur eux; ainſi, leurs forces ſeront inégales, & ſe trouveront entre elles, comme le quarré de la vîteſſe de ces corps multiplié par leur maſſe.

fig. 80.

Mac-Laurin Piéces des Prix de l'Académie.

Bernoulli Piéces des Prix. Diſc. ſur le Mouvement.

Or, lorſque le reſſort R. s'eſt détendu juſqu'à un certain point, ſi ces corps retournoient vers lui avec les vîteſſes qu'il leur a communiquées en ſe détendant, on voit aiſément que chacun de ces corps auroit préciſément la force néceſſaire, pour remettre les parties du reſſort qui ont agi contre lui dans leur premier état de compreſſion, & qu'ils employeroient à fermer ce reſſort des forces inégales, puiſqu'en

ſe

ſe détendant il leur avoit communiqué des forces inégales, qu'ils ont conſumées à le fermer, & ſi le reſſort étoit arrêté dans ſon état de compreſſion, lorſque ces corps viennent de le refermer, les deux corps, dont toute la force a été employée à le fermer, reſteroient alors en repos.

Or, quand deux corps qui ne ſont point élaſtiques, ſe rencontrent avec des vîteſſes qui ſont en raiſon inverſe de leurs maſſes, ils font l'un ſur l'autre le même effet que l'on vient de voir, que le corps A. & le corps B. auroient fait ſur les parties du reſſort R. pour le fermer, & il eſt aiſé de voir par cet exemple comment les corps peuvent conſumer des forces inégales dans l'enfoncement de leurs parties, & reſter en repos après le choc. *Fig.* 20.

Expérience qui confirme cette reponſe.

§. 584. M. de s'Graveſande a imaginé une expérience qui confirme merveilleuſement cette théorie, il affermit dans la Machine de Mariotte une boule de terre glaiſe, & la fit choquer ſucceſſivement par une boule de cuivre, dont la maſſe étoit trois & la vîteſſe *un*, & par une autre boule de même métal dont la vîteſſe étoit 3. & la maſſe *un*, & il arriva que l'enfoncement fait par la boule *un*, dont la vîteſſe étoit *trois*, fut toujours beauconp plus grand que celui que faiſoit la boule 3. avec la vîteſſe *un*, ce qui marque l'inégalité des forces; mais quand ces deux boules avec les mêmes vîteſſes

que

que ci devant choquoient en même tems, la boule de terre glaiſe ſuſpendue librement à un fil, alors la boule de terre glaiſe n'étoit point ébranlée, & les deux boules de cuivre reſtoient en repos & également enfoncées dans la terre glaiſe, & ces enfoncemens égaux ayant été meſurés, ils ſe trouverent plus grands que l'enfoncement que la boule *trois* avec la vîteſſe *un* avoit fait, lorſqu'elle avoit frappé ſeule la boule de terre glaiſe affermie, & moindre que celui qui y avoit été fait par la boule 1. avec la vîteſſe 3. car la boule 3. avoit employé ſa force à enfoncer la terre glaiſe, & ſon enfoncement avoit été augmenté par l'effort de la boule 1. qui a preſſé la boule de terre glaiſe contre la boule 3. ce qui a diminué l'enfoncement de cette boule *un*; ainſi, les corps mous qui ſe rencontrent avec des vîteſſes en raiſon inverſe de leurs maſſes, reſtent en repos après le choc, parce qu'ils employent leurs forces à enfoncer mutuellement leurs parties; car ce n'eſt pas un ſimple repos qui joint ces parties, mais une véritable force, & pour aplatir un corps & enfoncer ſes parties, il faut ſurmonter cette force qu'on appelle *cohérence*, & il ne ſe conſume dans le choc que la force qui eſt employée à enfoncer ces parties.

Raiſonnement de M. Jurin contre les forces vives.

§. 585. Le raiſonnement le plus ſpécieux que l'on ait fait contre les forces vives, eſt celui de M. Jurin rapporté dans les *Tranſactions Philoſophiques*. Il

Il ſuppoſe un corps placé ſur un plan mobile, que l'on fait mouvoir en ligne droite avec la vîteſſe *un*, par exemple, il eſt ſur qu'un corps poſé ſur ce plan, & dont on ſuppoſe que la maſſe eſt *un*, acquiert la vîteſſe *un*, & par conſéquent la force *un* par le mouvement du plan.

Il ſuppoſe enſuite, qu'un reſſort capable de donner à ce même corps la vîteſſe *un*, ſoit aſſujetti ſur ce plan, & vienne à ſe détendre & à pouſſer ce corps dans la même direction dans laquelle il ſe meut déja avec le plan, ce reſſort en ſe détendant communiquera un dégré de vîteſſe à ce corps; & par conſéquent un degré de force: or dit M. Jurin, quelle ſera la force totale de ce corps? elle ſera *deux*, mais ſa vîteſſe ſera auſſi *deux*, donc la force de ce corps ſera comme ſa ſimple vîteſſe multipliée par ſa maſſe, & non comme le quarré de cette vîteſſe.

Fig. 81.

En quoi conſiſte le vice de ce raiſonnement.

Voici en quoi conſiſte le vice de ce raiſonnement: ſuppoſons pour plus de facilité, au lieu du plan mobile de M. Jurin un bateau, AB. qui avance ſur une riviere dans la direction BC. & avec la vîteſſe *un*, & le corps P. tranſporté avec le bateau; ce corps acquert la même vîteſſe que le bateau: ainſi, ſa vîteſſe eſt *un*. Si l'on attache dans ce bateau un reſſort capable de donner à ce corps P. un degré de vîteſſe, ce reſſort, qui communiquoit au corps P. hors du bateau la vîteſſe *un*, ne la lui communiquera plus

plus, lorſqu'il ſera tranſporté dans le bateau ; car l'appui contre lequel le reſſort s'appuye dans le bateau, n'étant pas un appui inébranlable, & le bateau cédant à l'effort, que le reſſort fait vers A. ce reſſort ſe détend en même tems des deux côtés, & il faut alors avoir égard à la réaction ; ainſi, ce reſſort ne communiquera pas au corps P. la vîteſſe *un* dans le bateau, mais il lui communiquera cette vîteſſe moins quelque choſe, & cette différence ſera plus ou moins grande, ſelon la proportion qui ſe trouvera entre la maſſe du bateau AB. & celle du corps P. & la même quantité de force vive, qui étoit dans le bateau AB. dans le reſſort R. & dans le corps P. avant que le reſſort R. ſe fût détendu, ſe retrouvera après ſa détente dans le bateau & dans le corps pris enſemble. Ainſi, ce cas que M. Jurin défie tous les Philoſophes de concilier avec la doctrine des forces vives, n'eſt fondé que ſur cette fauſſe ſuppoſition que le reſſort R. communiquera au corps P. tranſporté ſur un plan mobile ou dans un bateau, la même force qu'il lui communiqueroit, ſi le reſſort étoit appuyé contre un obſtacle inébranlable & en repos, mais c'eſt ce qui n'eſt point, & ce qui ne peut point être, que dans le ſeul cas où la maſſe du vaiſſeau ſeroit infinie par rapport à celle du corps.

Fig. 81.

M. Newton faiſoit la force des corps pro-

§. 586. Quoique l'autorité ne doive point être comptée lorſqu'il s'agit de la vérité, cependant je me crois obligé de vous dire que M.

M. Newton n'admettoit point les forces vives, car le nom de M. Newton vaut preſque une objection : ce Philoſophe examine dans la derniére Queſtion de ſon Optique le mouvement d'un bâton infléxible AB. aux deux bouts duquel on a attaché les corps A. & B. & il ſuppoſe que que le centre de gravité de ce bâton AB. qu'il ne conſidére que comme une ligne, ſe meuve le long de la droite CD. tandis que les corps A. & B. tournent ſans ceſſe autour de ce centre, il arrive que lorſque la ligne AB. eſt perpendiculaire à CD. (comme dans la Figure 82.) la vîteſſe du corps A. eſt nulle, & celle du corps B. eſt *deux* ; ainſi, le mouvement de ces corps eſt alors *deux* : mais quand cette ligne AB. eſt coïncidente ou preſque coïncidente avec la ligne CD. (comme dans la Figure 83.) alors la ſomme des mouvemens des corps A. & B. devient 4. M. Newton conclut de cette conſidération, & de celle de l'inertie de la matiére que le mouvement va ſans ceſſe en diminuant dans l'Univers ; & qu'enfin notre Syſtême aura beſoin quelque jour d'être reformé par ſon Auteur ; & cette concluſion étoit une ſuite néceſſaire de l'inertie de la matiére, & de l'opinion dans laquelle étoit M. Newton, que la quantité de la force étoit égale à la quantité du mouvement ; mais quand on prend pour force le produit de la maſſe par le quarré de la vîteſſe, il eſt aiſé de prouver que la force vive demeure toujours la même, quoique la quantité

portionnelle à leur quantité de mouvement.

Fig. 82.

Fig. 82.

Fig. 82 & 83.

Phenoméne inexplicable ſans la doctrine des forces vives, & qui a fait conclure à M. Newton que la force étoit variable dans l'Univers.

Fig. 82. & 83.

quantité du mouvement varie peut être à chaque instant dans l'Univers, & que dans tous les cas, & spécialement dans celui que je viens de citer d'après M. Newton, la force vive demeure inébranlable, quelque soit la position de la ligne AB. par rapport à la ligne CD. que parcourt son centre de gravité. Ainsi les miracles continuels qui résultent de la position de cette ligne AB. n'ont plus lieu dans la doctrine des forces vives.

§. 587. La force des corps en mouvement étant proportionnelle à leur masse & au quarré de leurs vitesses, il s'ensuit qu'en augmentant également la vitesse & la masse d'un corps, on augmente sa force inégalement.

Différence de nos Machines de guerre & de celles des Anciens.

Les Anciens avoient fait des machines pour rompre les murs dont la masse étoit immense, & qui avec une très-petite vîtesse faisoient un très-grand effet: nous nous servons d'une industrie toute contraire dans les nôtres; car la poudre fait un très-grand effet en augmentant la vîtesse d'une très-petite masse; & une des raisons de la supériorité de nos Machines sur celles des Anciens, c'est que la force des corps augmentant en raison du quarré de la vîtesse, & seulement en raison directe de la masse, cette sorte d'augmentation fait un bien plus grand effet.

§. 588. On a vû dans ce Chapitre que toutes les

les expériences concourent à prouver les forces vives, mais la Méthaphyſique parle preſque auſſi fortement que la Phyſique en leur faveur.

Pourquoi Deſcartes à donné desLoix de mouvement fauſſes.

Deſcartes en donnant des Loix du mouvement fauſſes, s'étoit égaré en ſuivant un beau principe, celui de la conſervation d'une égale quantité de force dans l'Univers; ce grand Philoſophe penſoit que le *ſemel juſſit, ſemper paret*, * de Seneque, étoit plus convenable à la Puiſſance & à la Sageſſe du Créateur, que d'être obligé de renouveller ſans ceſſe le mouvement qu'il avoit une fois imprimé à ſon Ouvrage comme le penſoit M. Newton.

Cette idée ſi belle, ſi vrai-ſemblable, ſi digne de la grandeur de la Sageſſe de l'Auteur de la Nature, ne peut cependant ſe ſoutenir, quand on fait la force des corps égale à leur quantité de mouvement: car, indépendamment du cas que j'ai rapporté d'après M. Newton à la §. 586. & dans lequel il ſe fait une production & un anéantiſſement continuel de mouvement par le ſeul changement de poſition; Meſſieurs Hughens, Wren & autres ont démontré, que l'on peut augmenter ou diminuer le mouvement à l'infini dans le choc des corps, en plaçant les corps, qui ſe choquent d'une cer-

* Il a commandé une fois, & il obéit toujours à ce qu'il a ordonné.

taine maniére, & en leur donnant de certaines masses.

Mais M. de Leibnits par sa nouvelle estimation des forces, a accordé la raison Métaphisique trouvée par Descartes & qu'il n'appliquoit pas bien & les effets Physiques découverts en partie depuis Descartes; car en distinguant, comme a fait M. de Leibnits, la quantité du mouvement & la quantité de la force des corps en mouvement, & en faisant cette force proportionnelle au produit de la masse par le quarré de la vîtesse, on trouve que quoique le mouvement varie à chaque instant dans l'Univers, la même quantité de force vive s'y conserve cependant toujours; car la force ne se détruit point sans un effet qui la détruise, & cet effet ne peut être que le même degré de force communiqué à un autre corps, puisque celui qui prend, ôte toujours à celui à qui il prend, autant de force qu'il en retient pour lui; ainsi, la production du moindre degré de force dans un corps, emporte nécessairement la perte d'un égal degré de force dans un autre corps & reciproquement: ainsi, la force ne sçauroit périr en tout, ni en partie, qu'elle ne se retrouve dans l'effet qu'elle a produit, & l'on peut tirer de-là toutes les Loix du mouvement.

L'égale conservation des forces vi-

Or, cette conservation des forces seroit une raison Métaphysique très-forte, toutes choses d'ailleurs égales, pour déterminer & estimer la

la force des corps en mouvement par le quarré de leurs vîteſſes; car ce n'eſt pas le produit de la maſſe par la vîteſſe qui ſe trouve, quand on pourſuit la force dans ſes effets, mais le produit de la maſſe par le quarré de la vîteſſe; or, que le mouvement périſſe & renaiſſe, il n'y a rien là de contraire aux bons principes, pourvû que la force qui le produit, reſte la même; car vous avez vû au Chapitre 8. que la vîteſſe eſt un mode de la force motrice: or quand la vîteſſe devient plus ou moins grande, il n'y a rien de ſubſtantiel créé, ou annihilé, la force motrice qui étoit dans les corps, eſt ſeulement modifiée par la variation de la vîteſſe, & cette force elle-même, qui eſt quelque choſe de réel, & qui dure comme la matiére, ne ſçauroit être détruite, ni produite de nouveau; car il eſt aiſé de faire voir géometriquement que dans tout ce qui ſe paſſe entre des corps à reſſort de quelque maniére qu'ils ſe choquent, la même quantité de force ſe conſerve inaltérable, ſi l'on prend pour force le produit du quarré de la vîteſſe par la maſſe, mais ſi les forces des corps en mouvement n'euſſent pas été dans cette raiſon, la même quantité des forces vives, qui ſont la ſource du mouvement dans l'Univers, ne ſe ſeroit pas conſervée.

ves eſt une raiſon trés-forte en leur faveur

§. 589. Il eſt vrai qu'il n'y a que dans les corps à reſſort, dans leſquels la force des corps en

De l'emploi de la force dans

le choc des corps à reſſort.

en mouvement puiſſe ſe pourſuivre & ſe calculer toute entiére, parce qu'après le choc ces corps ſe reſtituent dans le même état où ils étoient auparavant, & l'on peut trouver l'emploi de leurs forces dans d'autres corps qu'ils ont mis en mouvement, ou dont ils ont augmenté le mouvement ſans altérer leur figure.

Et dans le choc des corps qui n'ont point de reſſort.

§. 590. Quant à ce qui ſe paſſe entre des corps incapables de reſtitution, c'eſt là un de ces cas où il n'eſt pas aiſé de ſuivre la force vive, parce qu'elle a été conſumée à déplacer les parties des corps, à ſurmonter leur cohérence, à rompre leur contexture, à tendre peut être des reſſorts qui ſont entre leurs parties, & que ſçait-on à quoi? Mais ce qui eſt de bien certain c'eſt que la force ne périt point, elle peut à la vérité paroître perdue, mais on la retrouveroit toujours dans les effets qu'elle a produits, ſi l'on pouvoit toujours appercevoir ces effets.

TABLE
DES MATIERES
Contenuës en cet Ouvrage.

A

ABSTRACTIONS. Utilité des Abſtractions; Page 105.

Action & reaction. De leur égalité. 233, Il ne peut y avoir d'action ſans reſiſtance, 233. Objection contre l'égalité de l'action & de la réaction, 234. Réponſe, 234. C'eſt l'égalité de l'action & de la réaction qui fait aller un Navire par des rames, 236.

Ame. Notre ame a des repreſentations obſcures de tout ce qui arrive dans l'Univers, 143

Analogies de Kepler. (Explication des deux,) 292. Démonſtrations que M. Neuton a tirées des Loix de Kepler, 292. Toutes les Planetes obſervent les Loix de Kepler dans leurs cours, 293

Atômes, ne peuvent être les Etres ſimples, dont la matiere eſt compoſée, 133. Le principe de la raiſon ſuffiſante, montre que les Atômes ſont in-admiſſibles, 131

Attraction. Diſcuſſion ſur l'Attraction, 7. Ce que les Neutoniens entendent par Attraction. 315. Comment l'Attraction opére la chute des Corps & les Phénomenes Aſtronomiques, quand on l'a une fois admiſe, 317. L'Attraction produit auſſi, ſuivant le Neutoniens les effets chimiques, la cohéſion des

corps, &c. 320. Maisalors elle décroit dans une plus grande raiſon que celle des quarrés, 320. C'eſt cette Attraction qui éleve l'Eau dans les Tubes Capillaires, 322. *Et ſuivantes.* Les effets de la Lumiere dépendent auſſi de l'Attraction, ſelon les Neutoniens, 323. Uſage que Meſſieurs Freind & Keill ont fait de ce principe d'Attraction, 325. Idée de M. de Maupertuis, ſur la Loi qui fait l'Attraction dans notre ſyſtéme planetaire, 326. Phénomene ſingulier, qui reſulteroit de l'Attraction en raiſon inverſe du quarré des diſtances, dans une Sphére concave, 327. Le principe de la raiſon ſuffiſante fait voir que l'Attraction n'eſt qu'un Phénomene, 328. L'Attraction ne peut être une proprieté inherente, ni donnée de Dieu à la Matiere, 330 C'eſt ce qui découle neceſſairement de la Doctrine des Eſſences, 332. Expérience faite au Perou par Monſieur Bouguer, ſur le fil à Plomb, 333. *& ſuiv.* Il faut chercher la cauſe méchanique qui opére les Phénomenes, qu'on attribuë à l'Attraction, 334. Précaution néceſſaire pour admettre l'Attraction Neutonienne, 177.

Attributs. (Les) ſont incommunicables, 65. Les attributs ou proprietés découlent de l'Eſſence, 59. Difference entre déterminations eſſentielles & attributs, 60

C

CICLOIDE. Ses proprietés, 364. Comment la Cicloide ſe Décrit, 363. La Cicloïde eſt la ligne de la plus vîte Deſcente, 368. Cette proprieté de la Cicloïde, ſemble d'abord un paradoxe 369. Solution du problême de la Cicloïde, par la Dioptrique, donnée par Jean Bernoulli, 370.

Coheſion. (La) vient des mouvemens conſpirans, 188

Connoiſſances. Sur quoi nos connoiſſances ſont fondées, 154
Continu (Ce que l'on appelle,) 101
Continuité. (De la Loi de,) 30. Exemples de cette Loi dans la Géometrie, 31. Ce principe ſert à démontrer les Loix du mouvement, 34. Ce principe de la Continuité, prouve qu'il n'y a point de corps durs dans l'Univers, 34. Mépriſe de Deſcartes, pour n'avoir pas fait attention à cette Loi, 36.
Contradiction (Du principe de,) 18. Il eſt le fondement de toute certitude, 18.
Corps. Quatre attributs principaux des corps, 153. Deſcartes & le Pere Mallebranche faiſoient conſiſter l'eſſence du corps dans l'étenduë, 153. Et ils otoient toute activité aux créatures, 154. Mais cette opinion ſe trouve fauſſe, lorſqu'on admet le principe d'une raiſon ſuffiſante, 155. Il faut ajouter à l'étenduë, la force active & paſſive, pour avoir une idée juſte de l'eſſence du corps, 155. Tout ce qui arrive dans les corps, peut ſe déduire de l'étenduë & de la force active & paſſive, 159. Et c'eſt dans ces trois principes que conſiſte leur eſſence, 160. Ces trois principes ne dépendent point l'un de l'autre, 161. De la Poroſité des corps, 205. Experience qui la prouve, 205. En quel ſens on peut dire qu'un corps eſt plus ou moins ſolide qu'un autre, 207. Les corps ſuivent les mêmes Loix dans leur chute, par un plan incliné, que dans leur chute perpendiculaire, 144. Mais les eſpaces qu'ils parcourent, & les viteſſes qu'ils acquierent, ne ſont pas égales en tems égal, 144. Erreur d'Ariſtote ſur la viteſſe des corps qui tombent, 257. Galilée combatit cette erreur, 257. Experience qui fit penſer à Galilée que tous les corps tomberoient en même tems, ſans la reſiſtance du milieu, 258. Lucrece avoit deviné cette verité, 258. Expérience qui fit ſoupçonner à Galilée,

que les corps avoient en tombant un mouvement acceleré vers la terre, 258. *& ſuivantes.* Demonſtrations qui naiſſent de cette ſuppoſition, 260. Experience que fit Galilée, & dans laquelle il trouva que les corps, en tombant vers la Terre par leur ſeule peſanteur, parcourent des eſpaces qui ſont entre eux, comme les quarrés des tems, 264. *& ſuiv.* Expérience de Riccioli & de Grimaldo, qui confirme celle de Galilée, 265. *& ſuiv.* Les oſcillations des Pendules, confirment cette découverte, 266. La verité de cette découverte de Galilée, eſt unanimement reconnuë, 266. Machine du P. Sebaſtien, qui démontre aux yeux cette découverte de Galilée, 267. Vérités qui naiſſent de la découverte de Galilée, 267. Les corps commencent à tomber avec une viteſſe infiniment petite, 268. Les corps en tombant d'une hauteur quelconque, acquierent la force néceſſaire pour remonter à la même hauteur, 270. Quel eſt l'eſpace que les corps parcourent ici bas en tombant dans la premiere ſeconde, 279. L'air retarde la chute de tous les corps, 280. Expérience du Docteur Deſaguliers, ſur la chute des corps dans l'air, 281. Expérience de M. Mariotte, ſur la même matiére, 282. Les corps en tombant dans l'air, n'accelerent pas ſans ceſſe leur mouvement, 284. Expérience de M. Frenicle, qui le prouve, 284. *& ſuiv.* Mépriſe de M. Frenicle ſur le tems de la chute des differens corps, 285. Les corps tombent perpendiculairement à la ſurface de la terre, 286. Et tendent par conſequent à ſon centre, 287. Comment Deſcartes expliquoit la chute des corps vers la Terre, 289. Cette explication eſt ſujette à de grandes difficultés, 289. De quelle façon M. Huguens a remedié aux deux principales, 290 Les corps ſuivent dans les courbes les mêmes loix, que dans les plans inclinés, 352.

Courbe. (Une) peut être conſiderée comme une

infinité de Plans inclinés contigus, 351. Les corps céleſtes échaperoient tous par la tangente, ſi quelque force ne les en retiroit, 291

D

DECISIONS précipitées (précaution contre les,) 195
Deſcartes Combien nous lui avons d'obligation, 5. Pourquoi Deſcartes a donné des Loix de mouvement fauſſes, 447
Dieu. Ses attributs, 41. Il eſt éternel, 41. Immuable, 41. Simple, 41. Le monde ni notre ame ne peuvent être l'Etre néceſſaire, 42. L'Etre néceſſaire, c'eſt-à-dire, Dieu doit être unique, 43. Dieu eſt un être intelligent, 44. Et ſon intelligence eſt infiniment au deſſus de la notre, 45. Il eſt libre, 46. Infiniment ſage, 46. Infiniment bon, 52. Infiniment puiſſant 52. Son entendement eſt le principe de la poſſibilité, & ſa volonté la ſource de l'actualité des choſes, 53. Dieu n'eſt point dans le tems, & toute ſucceſſion eſt immuable pour lui, l'actualité des choſes dépend de la volonté de Dieu, 69.
Direction. Par quelles cauſes un corps qui tombe vers la Terre, change ſa direction, 355.
Dureté. (Définition de la) & de la Moleſſe, 212.

E

ELASTICITE' (De l') des corps. 239.
Equilibre. Pourquoi 2. livres, & 10. livres paroiſſent en équilibre, 407.
Eſſence. Ce que c'eſt qu'Eſſence, & en quoi elle conſiſte, 57. Les Eſſences ſont néceſſaires, 64. Elles ſont invariables comme les nombres. *Idem.* Elles ne dépendent point de la volonté de Dieu. *Idem.*

TABLE

Abſurdité inſéparable de l'opinion qui fait les eſſences des choſes arbitraires, 68.

Eſpace. Définitions de l'eſpace très-oppoſées, 90. La moitié des Philoſophes a crû & croit encore l'Eſpace vuide, & l'autre le croit rempli de matiére, 91. Opinion ſinguliere de M. *Newton*, ſur l'Eſpace, 93. Diſpute de M. de *Leibnits*, & du Docteur *Clarke*, ſur l'Eſpace, *Idem.* Difficultés qui naiſſent de l'opinion de l'Eſpace pur, 94. & 95. Comment nous nous formons l'idée de l'Eſpace, & de ſes proprietés, 96. L'Eſpace eſt l'ordre des choſes qui coëxiſtent, 100. L'Eſpace eſt aux Etres, comme le nombre aux choſes nombrées, 107. De l'Eſpace parcouru, 225.

Etenduë. Toute Etenduë finie a une figure, 200. Comment nous pouvons nous former l'idée de la longueur, de la largeur, & de la profondeur, 180. De la Diviſibilité de l'Etenduë, 181. Il faut diſtinguer avec ſoin l'Etenduë Géométrique, & l'Etenduë Phiſique, *Idem.* Toute Etenduë Géométrique eſt diviſible à l'infini 182. Mais il n'en eſt pas de même de l'Etenduë Phiſique, qui eſt à la fin compoſée d'Etres ſimples, *Idem.* Comment l'Etenduë peut réſulter de l'aſſemblage des Etres ſimples, 149.

Difference entre la diviſibilité & l'extenſibilité à l'infini, 184. Il eſt vraiſemblable qu'il y a dans l'Univers des parties étenduës, que la nature ne réſout plus en d'autres, 185.

Eternité. Comment nous acquérons l'idée de l'Eternité, 128.

Etre. Définition de ce qu'on appelle un Etre, 56. Les Etres ont des Déterminations variables, & des déterminations conſtantes. *Idem.* Les Etres ſimples contiennent la raiſon ſuffiſante de tout ce qui ſe trouve dans les Etres compoſés, 136. Les Etres ſimples ont un principe d'action, & c'eſt ce qu'on appelle *Force*, 137. Les Etres ſimples ſont dans

un mouvement continuel, 138. Il n'y a de véritables ſubſtances, que les Etres ſimples, 139. Tout Etre compoſé n'eſt point une ſubſtance, mais un aggregat de ſubſtances, c'eſt-à-dire, d'Etres ſimples, 148. Pourquoi les Etres ſimples révoltent tant l'imagination, 150. Les Etres ſimples, ſont des Phénoménes, qui réſultent de la confuſion des réalités, *Idem*. Exemple de cette confuſion pris des couleurs, 167. Comment les Phénoménes de l'Etenduë, de la Force active, & de la Force paſſive, peuvent réſulter de la confuſion des Etres ſimples, 169. Il n'y a de véritables ſubſtances que les Etres ſimples, 165.

Expérience, Utilité de l'expérience, 19.

FLUIDE, comment un corps devient fluide. 213.

Forces, la Force paſſive eſt néceſſaire pour que le mouvement s'exécute avec raiſon ſuffiſante, 157. Pourquoi la Force active doit nous paroître une ſubſtance, 162. La viteſſe & la direction ſont des modes de la Force motrice, 163. Et non de la matiére, *ibid.* De la Force primitive, & de la Force dérivative, 172. C'eſt par la Force dérivative qu'on peut rendre raiſon de ce qui arrive dans le choc des corps, 163. Il faut plus de force pour accélérer le mouvement que pour l'imprimer, 229. *& ſuiv.* De la Force motrice, 224. de la Force des corps en mouvement, 240. Des différences que les directions des Forces qui pouſſent un corps, apportent dans ſon mouvement, 244. Un corps mû par deux Forces parcourt la diagonale d'un parallelogramme, 246. La Force qui retient la Lune dans ſon orbite, & qui fait tomber les corps décroît comme le quarré de la diſtance au centre de la Terre, 301. Cette Force ſe proportionne aux

maſſes, 302. Il y a deux ſortes de Forces, comment il les faut diſtinguer, 399. Quelles ſont les Forces preſſantes en repos, *idem.* Quelles ſont les Forces preſſantes, qui changent de lieu avec le corps, 400. En quoi conſiſtent les Forces mortes, 402. Quel eſt leur effet, *idem.* Quand l'obſtacle céde, les Forces preſſantes ou Forces mortes, deviennent Forces vives, 403. Comment les Forces mortes doivent être eſtimées, 404. Les corps acquiérent la force ſucceſſivement comme la vîteſſe, 413. Deux façons de conſidérer la Force des corps, *idem.* De l'Element de la Force morte, 414. De l'Element de la Force vive, 414. La meſure de la Force morte eſt le produit de la maſſe par la vîteſſe initiale, 415. La meſure de cet Elément de vîteſſe eſt la même que celle de la Force morte, *ibidem. & ſuiv.* M. de Leibnits eſt l'inventeur des Forces vives, 419. Il faut diſtinguer avec ſoin la Force vive de ſon Element, 420. Les Forces vives des corps ſont comme le quarré des viteſſes, 421. Preuves de cette vérité par la chute des corps, *idem.* Combien cette découverte fut combatue dans les commencemens, 422. Toutes les expériences l'ont confirmé, 423. On refuſe d'admettre les Forces vives en convenant des expériences qui les établiſſent, 428. Objection contre les Forces vives tirée de la conſidération du Tems, 424. Réponſe à cette Objection, *idem.* En quelles circonſtances le tems eſt à conſidérer, 425. Abſurdités qui s'enſuivroient de la conſidération du tems dans l'eſtimation des Forces, 426. Expérience qui détruit entiérement l'objection tirée du tems, 438. Autre preuve tirée du tems dans lequel les reſſorts communiquent leur force, 439. Objection contre les Forces vives, 439. Réponſe, 440. Expérience qui confirme cette Réponſe, 441. Phénoméne inexpliquable ſans la doctrine des Forces vives, & qui a fait conclure à

M. Newton que la Force étoit variable dans l'Univers, 445. De l'emploi de la Force dans le choc des corps à reſſort, 449. *& ſuiv.* Et dans le choc des corps qui n'ont point de reſſort, 450.

G

GEOMETRIE (utilité de la) 3.
Gravité, la gravité eſt ce qui fait peſer les corps, 268. Elle agit également ſur les corps en mouvement, & ſur les corps en repos, *idem.* Du centre de Gravité, 380.

H

HERMAN, Expérience déciſive de M. Herman en faveur des Forces vives, 435.
Hipotheſes. Définition des Hipotheſes, 86. Elles ſont néceſſaires en Phyſique, 9, quand elles peuvent devenir dangereuſes, *idem.* Ce qui les rend probables, 87. Ce qui les infirme, *idem.* Les Hipotheſes ſont un des grands moyens de l'art d'inventer, 88. Les bonnes Hipotheſes ont toujours été faites par les plus grands hommes, 89. Utilité des Hipotheſes, 75. Abus des Hipotheſes par les Diſciples de M. Deſcartes, *idem.* Les Diſciples de M. Newton ſont tombés dans le défaut contraire, *idem.* Comment on fait une Hipotheſe, 76. Les Hipotheſes ſont le fil qui nous a conduit aux plus ſublimes découvertes, *idem.* Sans Hipotheſe on auroit fait peu de découvertes dans l'Aſtronomie, 77. C'eſt à elles que l'on doit le véritable ſyſtême du Monde, *idem.* Elles donnent ſouvent l'idée de faire de nouvelles expériences tres-utiles, 78. C'eſt par le moyen des Hipotheſes que M. Hughens a découvert que Saturne étoit entouré d'un Anneau, 80. La Diviſion n'eſt fondée que ſur des Hipotheſes, 81. Les Hipotheſes ſont non ſeulement très-utiles, mais même

quelquefois très-néceſſaires, *idem*. Comment il faut ſe conduire quand on fait une Hipotheſe, 82. Ecueil à éviter dans les Hipotheſes, 83. Une ſeule expérience contraire, ſuffit pour rejetter une Hipotheſe, 84. Une Hipotheſe peut être vraye dans une de ſes parties & fauſſe dans l'autre, *idem*. Preuves tirées des tourbillons de Deſcartes, 85.

I

IDE'ES. Exemples d'idées déceptrices, 19. Il faut ſe défier de ſon imagination, & ne ſe rendre qu'à l'évidence, 17.

Indiſcernables: Du principe des indiſcernables, 28. Comment il découle de celui d'une raiſon ſuffiſante, 29. Il bannit toute matiére ſimilaire de l'Univers. *idem*.

Jurin. Raiſonnement de M. Jurin contre les Forces vives, 442. En quoi conſiſte le vice de ce raiſonnement, 443.

L

LIEU, définition du lieu, 108. Du lieu abſolu & du lieu rélatif, 109. Comment on détermine le lieu d'un Etre, 110.

Lune, comment M. Newton eſt parvenu à découvrir que la Lune en tournant autour de la Terre obſerve la ſeconde Loi de Kepler, 294.

M

MACHINES. Comment on connoît l'effort des Machines, & ce qu'elles peuvent produire d'effets, 416. Exemple de l'effort des Machines près de la Romaine, 417. Différence des Machines de guerre & de celles des Anciens, 446.

Mairan, (M. de) Examen de quelques endroits du Mé-

DES MATIERES.

moire de M. de Mairan, contre les Forces vives, 429.
Maſſe des Corps, 232. Nons ne connoiſſons la maſſe réelle d'aucun corps, 209.
Modes, ce qu'on appelle Modes, 62. Leur poſſibilité découle de l'eſſence, mais non de leur actualité, *idem.*
Monades. Expoſition du ſyſtême de M. de Leibnits ſur les Monades ou Elemens de la matiére, 131. Les Etres ſimples ou Monades n'ont point de parties, 134. Ni de figure, 135. La raiſon ſuffiſante des Etres ſimples eſt dans Dieu, 135.
Matiére, quelles étoient ſelon les Anciens Philoſophes les principes des choſes, 129. Idée de Deſcartes ſur les Elemens de la matiére, 130. Opinion nouvelle ſur les Elemens, qui s'eſt formée de celle de Deſcartes, *idem.* Cette opinion eſt à peu près celle d'Epicure ſur les Atômes, *idem.* Nous ne ſçavons point quelle eſt la forme des parties indiviſées de la Matiére, 201. Obſervations qui portent à admettre différens ordres de particules dans l'Univers, 202. L'étendue jointe à la Force d'inertie, eſt ce qu'on appelle *Matiére*, 159. Mais c'eſt improprement, car il faut ajoûter la Force motrice, qui eſt la raiſon ſuffiſante de l'actualité du Mouvement, *idem.* De l'extrême ſubtilité de la matiére, 189. Les Corps contiennent deux ſortes de matiéres, l'une qui agit & péſe avec eux, l'autre qui n'agit ni ne péſe, 192. Il n'y a point de matiére ſans force, ni de force ſans matiére, 156. *& ſuiv.*
Monde. Ce Monde-ci eſt le meilleur des Mondes poſſibles, 49.
Mouvement. Définition du Mouvement, 215. Trois ſortes de Mouvement, *idem.* Du Mouvement abſolu, *idem.* Du Mouvement rélatif commun, 216. Du Mouvement rélatif propre, *idem.* Exemples des différentes ſortes de Mouvement, *idem.* 216. Pourquoi le rivage paroît s'enfuir, lorſqu'on s'en éloigne, 219. Loix générales du mouvement, 221. Ce qu'il faut

considérer dans le mouvement, 223. Il n'y a point de mouvement ſans une viteſſe déterminée, 226. Du Mouvement uniforme, 227. Preuve de l'impoſſibilité du Mouvement perpétuel méchanique, 228. Nous ne connoiſſons point de Mouvement parfaitement égal, *idem.* Du Mouvement non uniforme, *idem.* Du Mouvement accéléré, 229. Du Mouvement retardé, *idem.* De la quantité du Mouvement, 236. De la détermination du Mouvement, 237. Du Mouvement ſimple, *idem.* Du Mouvement compoſé, 143. De la comparaiſon du Mouvement des corps, 231. Pourquoi nous ne nous appercevons point du Mouvement, lorſqu'il eſt trop lent ou trop prompt, 123. *& ſuiv.* Du tems pendant lequel le corps ſe meut, 226. Origine des Sophiſmes des Anciens contre le Mouvement, 182. *& ſuiv.* Le Mouvement ſeroit éternel dans le vuide, 225. De la communication du Mouvement, 240. De la réſolution & de la compoſition du Mouvement, 250. Utilité de cette méthode, *idem.* Comment on connoît le chemin du mobile dans toutes les compoſitions du Mouvement, *idem.* Du Mouvement en ligne courbe, 252. Le Mouvement eſt toujours en ligne droite dans un inſtant infiniment petit, *idem.* Les Corps parcourent en tems égal toutes les cordes d'un Cercle, dont le diametre eſt perpendiculaire à l'horiſon, 347. Quel eſt le chemin du mobile, quand la force qui le pouſſe, eſt dirigée perpendiculairement vers l'horiſon, 388. ou lorſque cette force eſt dirigée perpendiculairement en en-haut, *idem.* Pourquoi les Corps que l'on jette perpendiculairement retombent au même lieu, *idem.* Quel eſt le chemin du mobile, lorſque la Force projectile fait un angle avec l'horiſon,

DES MATIERES.

N

NATURE. Ce qu'on doit entendre par *Nature*, 174. Fauſſe idée de quelques Philoſophes, ſur la Nature, *Idem.*
M. *Newton* faiſoit la force des corps proportionelle à leur quantité de mouvement, 444. *& ſuiv.*

O

OR. Ce metal ſert ordinairement de meſure comparative de la ſolidité des corps, 210.
Oſcillation. Du centre d'Oſcillation, 380. Du centre d'oſcillation des Pendules ſimples, dont le fil eſt ſans poids ſenſible, 381. Quel eſt le centre d'Oſcillation d'un Pendule ſimple, quand le fil a un poids ſenſible, 282. Comment on connoit le centre d'oſcillation d'un Pendule compoſé, 383.

P

PARABOLE. La ligne qu'un corps décrit quand il eſt jetté dans une direction oblique ou parallele à l'horiſon, eſt une Parabole, 391. & 392. Suppoſition néceſſaire, pour que le chemin du projectile, ſoit une Parabole, 394. Dans l'air, la ligne que décrivent les corps projectés, devient une courbe très approchante de l'hiperbole 396. La Parabole que les projectiles décriroient dans un eſpace non reſiſtant, eſt le fondement de l'art de l'Artillerie, 396.
Peſanteur. Définition de la peſanteur, 255. La gravité produit une force morte, ou une force vive, ſelon les circonſtances dans leſquelles elle agit, 256. Opinion d'Ariſtote ſur la peſanteur, *Idem.* La peſanteur appartient à tous les corps, 257. Différence entre la peſanteur des corps & leur poids, 276.

TABLE

Maniére de connoître la peſanteur ſpécifique des différens corps, 277. La même cauſe produit la peſanteur des corps ſur la Terre, & dirige la Lune dans ſon cours, 297. Démonſtration de cette vérité, par le moyen mouvement de la Lune, comparé à la chute des corps, 298. Quelles ſont les cauſes de la diminution de la peſanteur, 308. *& ſuiv.*

Pendule. Ce que c'eſt qu'un Pendule, 354. Quelle eſt la cauſe de ſes vibrations. *Idem.* Des Pendules ſimples, 257. Des Pendules compoſés. *Idem.* Un Pendule feroit des Oſcillations pendant toute l'Eternité, dans un milieu non réſiſtant, ſans les frottemens. *Idem.* Les Oſcillations dans de très petits Arcs de Cercle inégaux, ſe font dans des tems ſenſiblement égaux, 359. Les viteſſes acquiſes par des Arcs inégaux, ſont comme leurs ſous-tendantes, *Idem.* Galilée eſt l'inventeur des Pendules, 360. Et M. Hughens, des Horloges à Pendule, *Idem.* Pourquoi M. Hughens imagina de faire oſciller des Pendules dans des arcs de Cicloïde, 363. Expérience de M. Richer ſur le Pendule, 307. Conſéquences qui naiſſent de cette expérience, *idem.* Expérience de M. Newton ſur les oſcillations des différens Pendules, 274. Vérités qui naiſſent de cette expérience, 275. Les Pendules dans leurs vibrations décrivent des arcs de Cercle, 356. Proportion entre le tems d'une oſcillation, & celui de la chute verticale par la demie longueur du Pendule, 371. & 372. Les longueurs des Pendules ſont entre elles comme les quarrés des oſcillations dans des arcs ſemblables, 373. Longueur du Pendule qui bat les ſecondes à Paris, déterminée par M. Picard, *idem. & ſuiv.* Meſure univerſelle propoſée par M. Hughens, 374. Ce qu'on appelle *pied horaire*, *idem.* Cette meſure ne peut être univerſelle, & pourquoi, 375. Comment on connoît la longueur du Pendule qui bat les ſecondes dans un lieu quelconque, par la ſeule force de la pe-

ſanteur, 378. C'eſt à cette longueur que les Académiciens qui ont été au Pole, & à l Equateur, ont rapporté leurs obſervations ſur le Pendule, 379. Des Pendules compoſés, *Idem.*

Penſée. La penſée ne peut être l'attribut de la matiére, 66.

Phénoménes. Comment on doit rendre raiſon des Phénoménes, 175. Précaution à prendre dans l'explication méchanique des Phénoménes, 196.

Phiſique. L'étenduë de la Phiſique, nous conduit à la connoiſſance d'un Dieu, 83. Précis des preuves de cette grande vérité, *Idem.*

Place. Ce que l'on appelle place, 111.

Plans inclinés. Ils changent la direction des corps en s'oppoſant à leur chute, 337. La gravité reſpective, eſt à la gravité abſoluë dans un Plan incliné, comme la hauteur du Plan eſt à ſa longueur, 338. Du repos des corps ſur un Plan incliné, 339. Comment un corps peut être tenu en équilibre ſur un Plan incliné, *Idem.* Quelle proportion la force qui ſoûtient le corps ſur un Plan incliné, doit avoir au poids dans les différentes directions, *Idem.* Les viteſſes dans le Plan incliné, ſont aux viteſſes perpendiculaires en tems égal, comme la hauteur du Plan à ſa longueur, 345. Ainſi les corps tombent plus lentement dans un Plan incliné que par une ligne perpendiculaire, *Idem.* Les corps acquiérent dans les Plans inclinés, la viteſſe néceſſaire pour remonter à la même hauteur, dont ils ſont tombés, 353. De la chute des corps, par un Plan incliné, 342.

Plein. Trois principales objections contre le plein, auſquelles il eſt facile de répondre, 95.

Poſſible. Définition du poſſible & de l'impoſſible, 19. De quelle maniere l'entendement Divin eſt la ſource des poſſibles, 67. Différence entre poſſible & actuel, 26.

Poids. Fauſſe opinion ſur le poids des corps, 305. Le

poids des corps eſt comme leur maſſe, 176.
Preſſion. Toute preſſion produit ou une tendance au mouvement, ou une viteſſe infiniment petite, 413.
Principe. Ce que c'eſt que principe, 16. Abus de ce mot par M. Deſcartes, 17.
Probabilité. Utilité des Probabilités dans la Phiſique, 47.
Puiſſance. De la comparaiſon des Puiſſances, 405. De l'équilibre des Puiſſances. 408. En quelle proportion les puiſſances qui ſont en équilibre, doivent être entr'elles, 409. L'action de toute puiſſance peut ſe réſoudre en deux autres puiſſances, 410. Preuve de l'égalité de l'Action & de la Réaction, par l'équilibre des puiſſances, *Idem & ſuiv.*

R

RAISON *ſuffiſante.* Du principe d'une raiſon ſuffiſante, 22. Il eſt le fondement de toutes les vérités contingentes, *Idem.* Abſurdités qui naîtroient de la négation de ce Principe, *Idem.* Ce principe eſt la ſeule choſe qui nous faſſe diſcerner la veille, & le ſommeil. 24. Archiméde a le premier employé ce principe dans la méchanique, 25. Mais c'eſt M. de *Leibnitz*, qui en a fait voir toute l'étenduë & toute l'utilité, *Idem.* Le principe d'une raiſon ſuffiſante bannit de la Philoſophie tous les raiſonnemens à la ſcholaſtique, 27. Il eſt le fondement de la morale, 28.
Raréfaction. Cauſes de la Raréfaction, & de la Condenſation, 212.
Repos. Du repos en général, 219. Du repos rélatif, *Idem* Du repos abſolu, *Idem.* Exemple de ces deux ſortes de repos, 220.

DES MATIERES.

S

SANG. Observation singuliere sur nôtre Sang; 202.

Situation. Ce que c'est que situation. 111.

Solidité. Nous n'avons l'idée de la solidité que par le tact. 207.

Substance. De la substance, 70. Définition de la substance par les Scholastiques, 71. Idée de M. Locke, sur la substance. *Idem.* Véritable notion de la substance 72. Tout Etre durable & modifiable est une substance, 73 Ni l'étenduë ni la force ne sont de véritables substances, 166.

T

TEMS. Analogie entre le tems & l'espace, 113. L'idée ordinaire que l'on se fait du tems est fausse. 114. Elle mene dans les mêmes difficultés que celle de l'espace pur, *Idem.* Le principe de la raison suffisante, prouve que le tems n'est rien hors des choses, *Idem.* Comment on vient à se former l'idée du tems comme d'un Etre absolu, qui existe indépendamment des Etres successifs, 115. Le tems n'est autre chose que l'ordre des coexistans; 119. Il est différent des Etres successifs, comme le lieu & le nombre différent des choses nombrées & coexistantes, *Idem. & suiv.* Mépriſe de M. de Crousas sur le tems, 125. Il y auroit un tems, quand même il n'y auroit pas de mouvement, *Idem.* Il faut distinguer avec soin le tems de ses mesures, *Idem.* Pourquoi l'on mesure le tems par le mouvement des corps extérieurs, 126. Il n'y a point de mesure du tems exactement juste, & pourquoi, 127. C'est la succession de nos idées, & non le mouvement des corps qui nous fait naître l'idée du tems, 128.

Terre. Digression sur la Figure de la Terre, 309. La

forme actuelle de la Terre, dépend de la pesanteur primitive, & de la force centrifuge combinées, 310. Mais sa forme primitive a depandu de la seule pesanteur, *Idem.* Messieurs Hughens & Newton croyoient la terre un sphéroide aplati, 311. Les mesures de Messieurs Cassini donnoient un sphéroïde oblong, pour la forme de la Terre, 312. Les mesures des Académiciens qui ont été au Pole, donnent à la Terre la figure d'un sphéroïde aplati vers les Poles, 314. Les travaux des François ont fait naitre les découvertes de M. Newton, *Idem.*

V

VIBRATION: (Ce que c'est qu'une), 356. *Vitesse.* Ce que l'on entend par *vitesse absoluë & vitesse respective*, 231. De la viteſſe du mobile, 226. Les viteſſes acquiſes à la fin de la chute perpendiculaire, & de la chute oblique, ſont égales; mais les tems de ces chutes ſont inégaux, 349.

Univers. Les imperfections des parties contribuent à la perfection du tout dans cet Univers, 49. Tout eſt lié l'un à l'autre dans cet Univers, 141.

Vaiſſeau. Pourquoi le Roulis d'un Vaiſſeau cauſe des vomiſſemens. 241.

Vuide. Le principe de la raiſon ſuffiſante bannit le vuide de l'Univers, 92.

Z

ZENON. De l'Achille de Zenon 183.

Fin de la Table des Matiéres.

Figures des Chapitres 1. 2. et 3.

Fig. 1

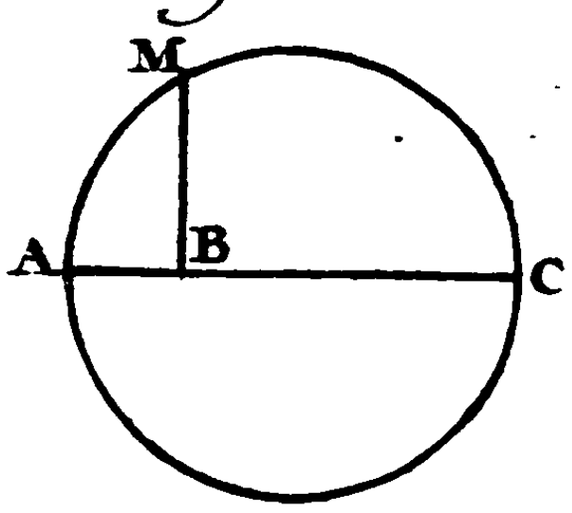


Fig. 2.

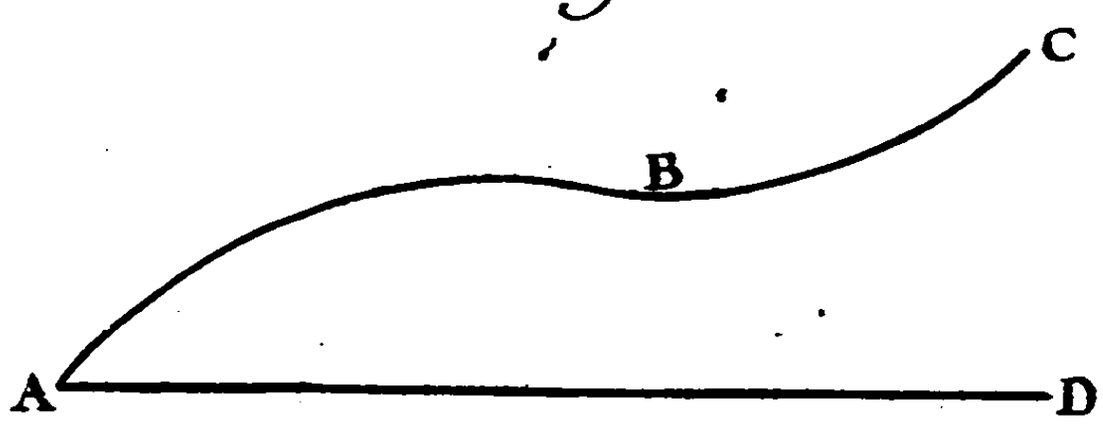


Fig. 3.

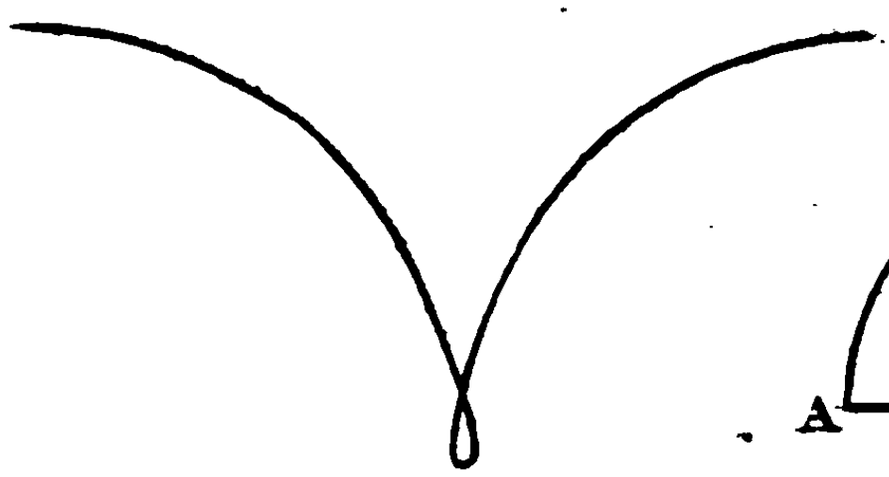


Fig. 4

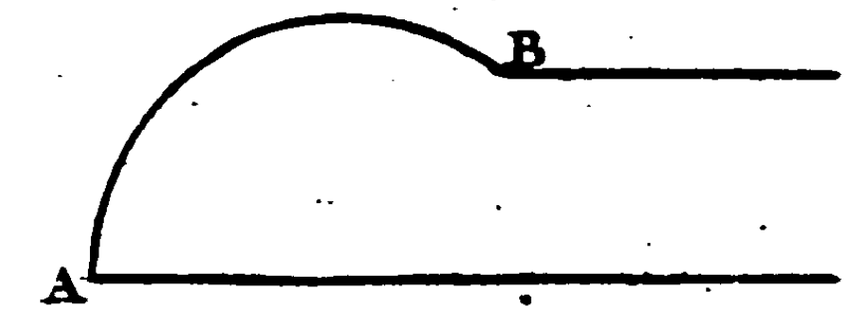


Fig. 5 num.1°

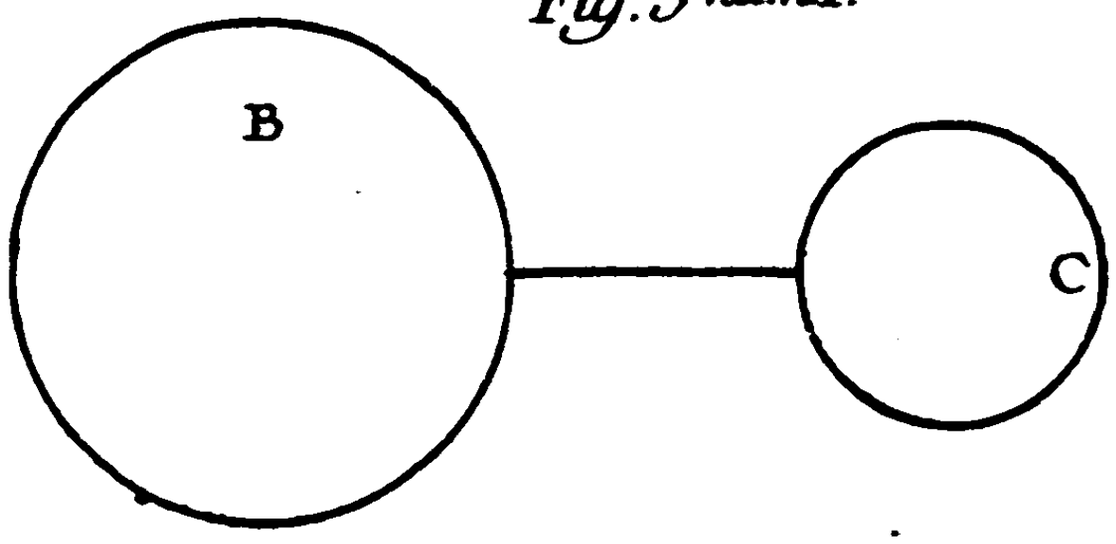


Fig. 5 num. 2°

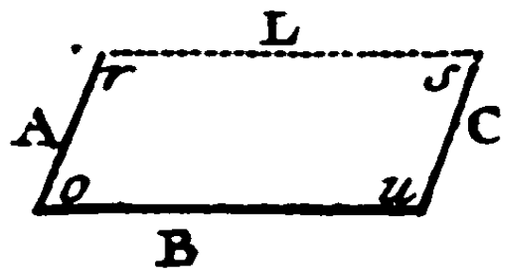


planche 1.re

Figures du chap. neuvième.

Fig. 6



Fig. 7

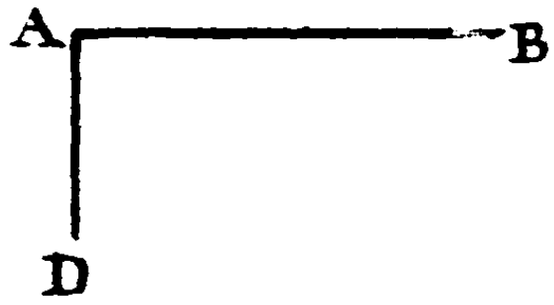


Fig. 8

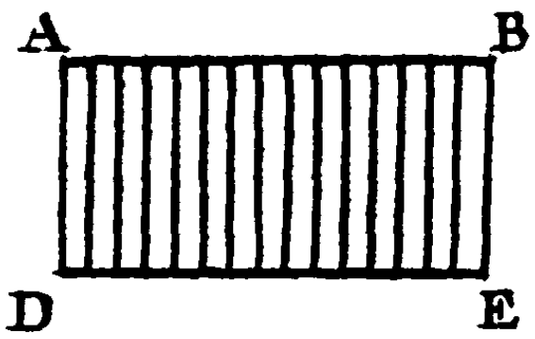


Fig. 9

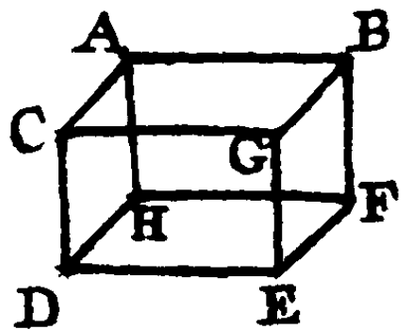


Fig. 10

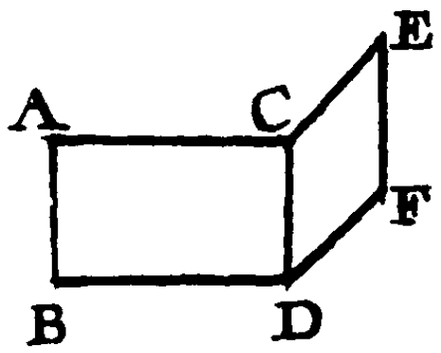


Planche 2.

Figures du chapitre dix.

Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

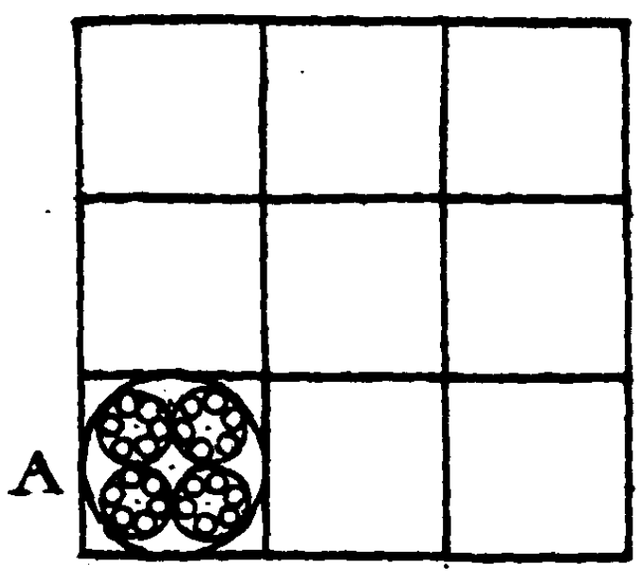


Fig. 15

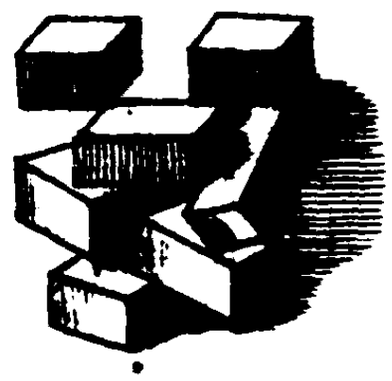


Fig. 16

Fig. 17

Planche 3.

Figures du chapitre douze.

Fig. 18



Fig. 19

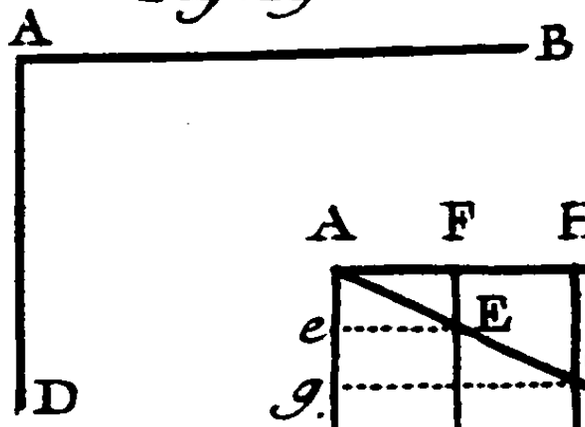


Fig. 20

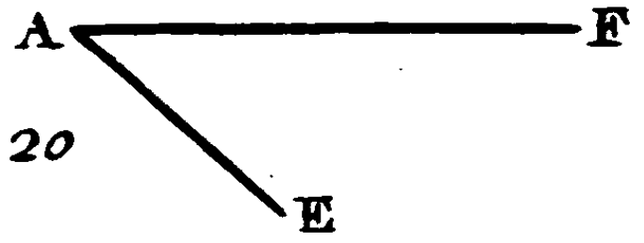


Fig. 21

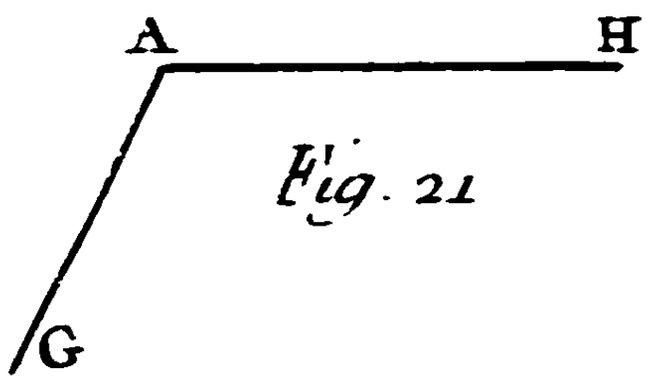


Fig. 22

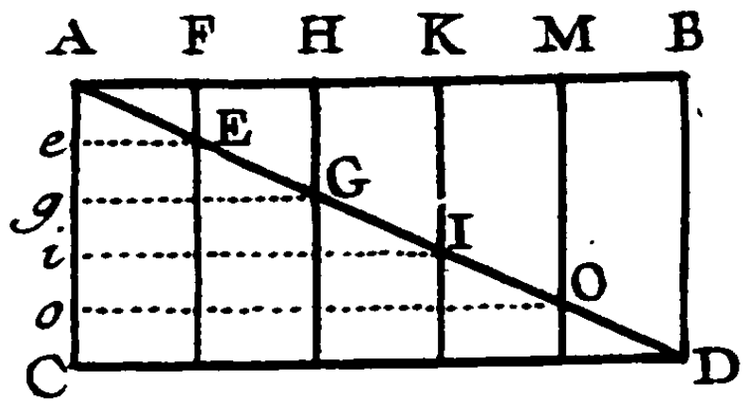


Fig. 23

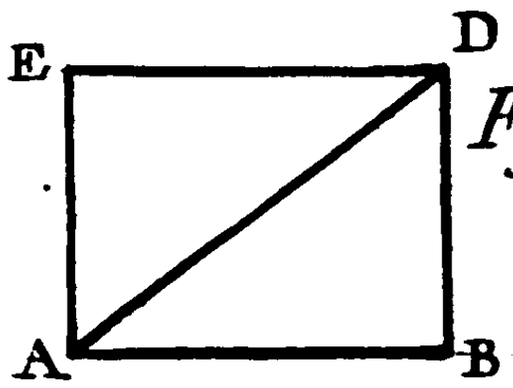


Fig. 24

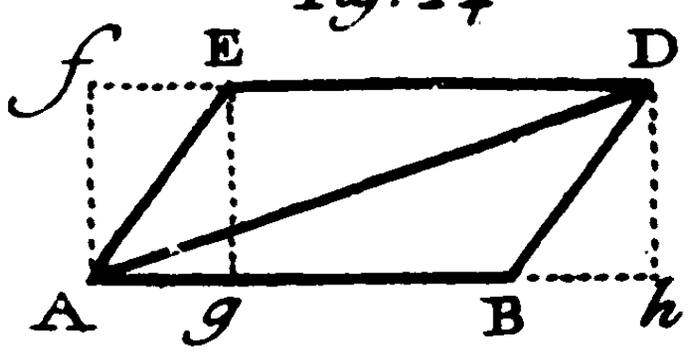


Fig. 25

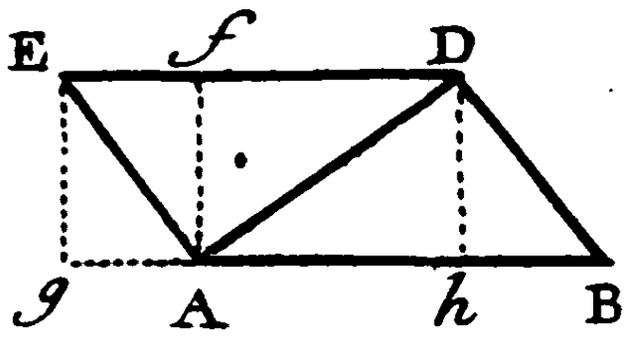


Fig. 26

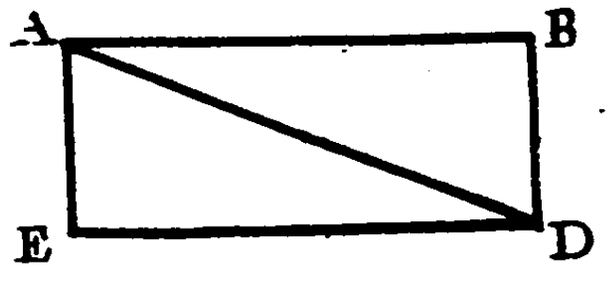


Fig. 27

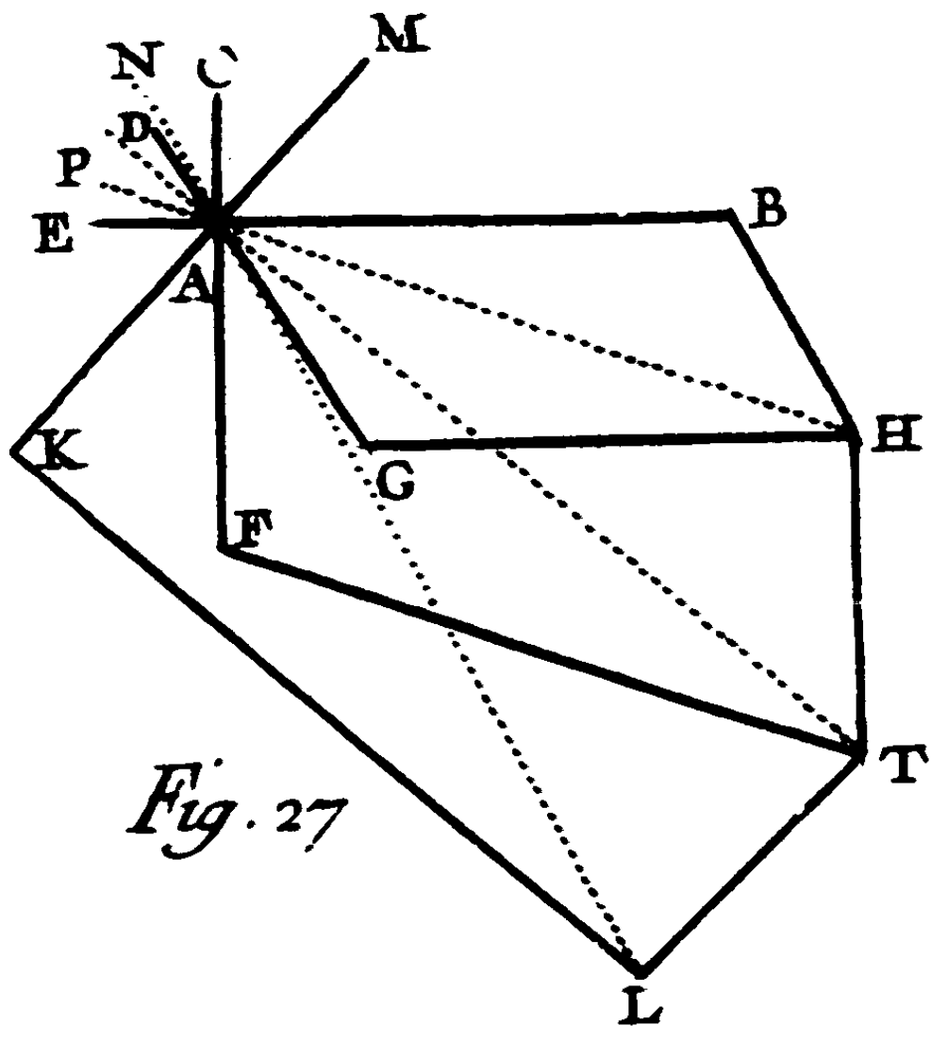


Planche 4.

Figures du chapitre 13.

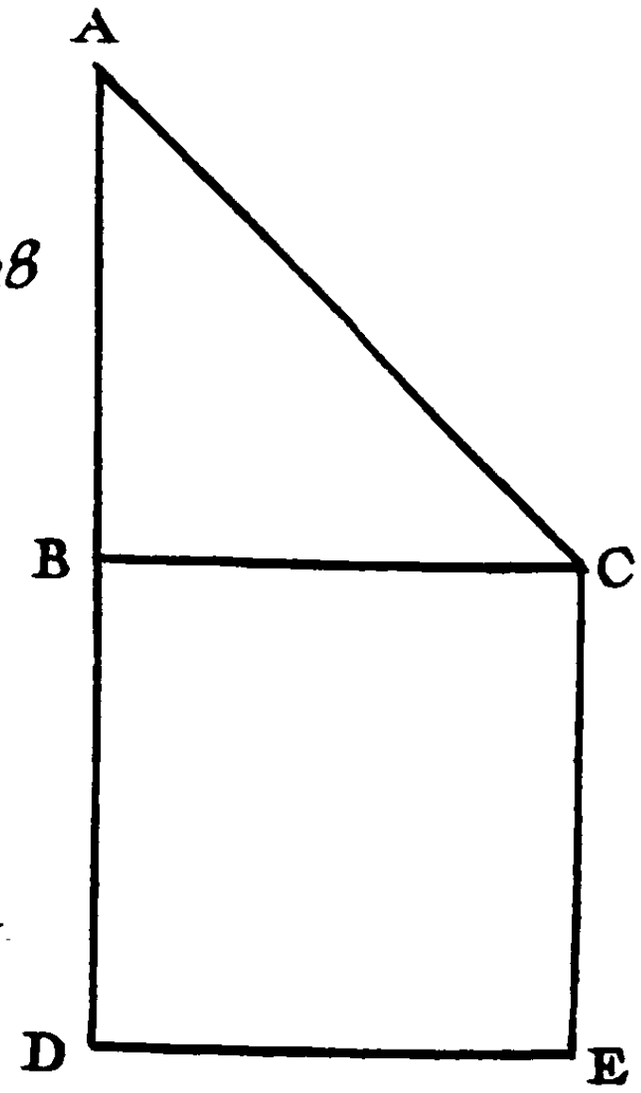


Fig. 28

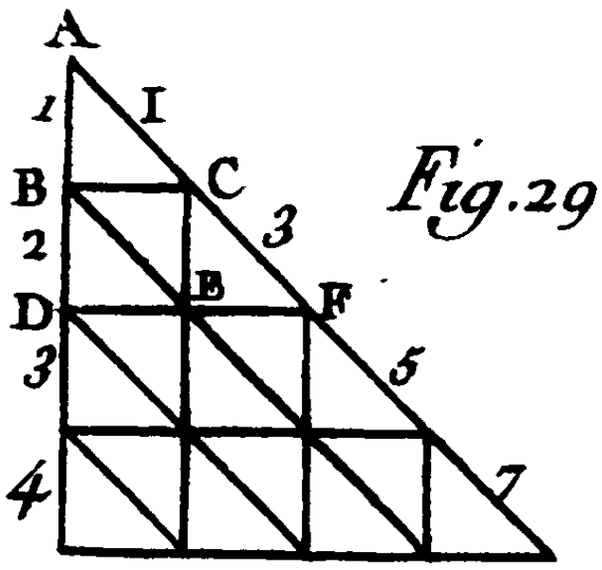


Fig. 29

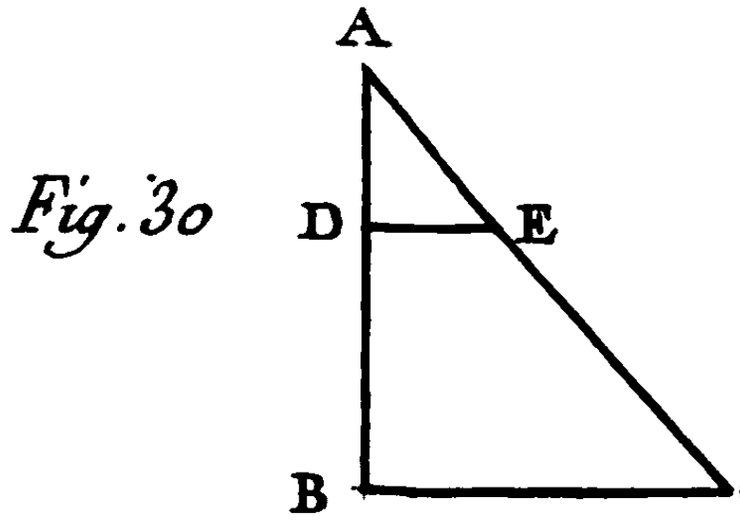


Fig. 30



Fig. 31

Planche 6.

Fig. du Ch. 10.

Fig. 32

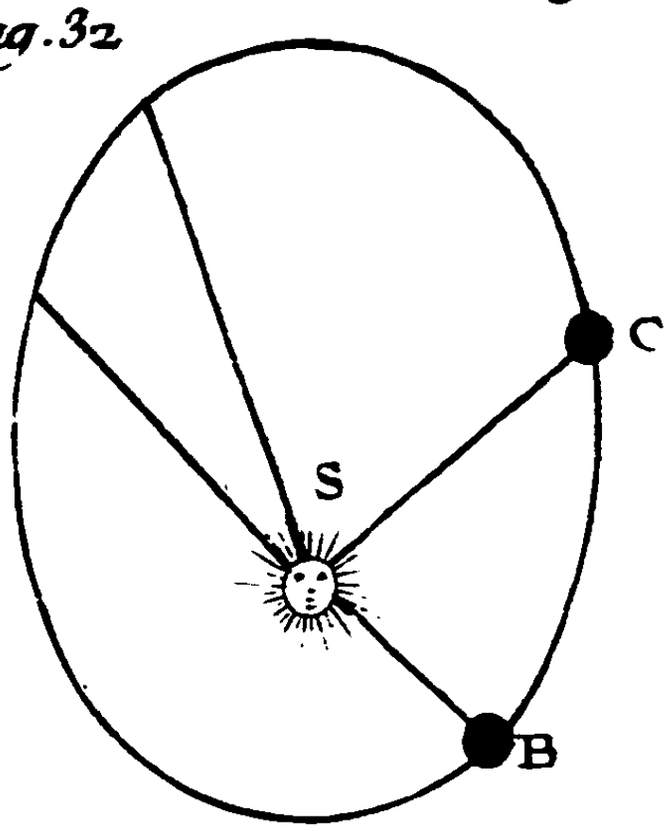
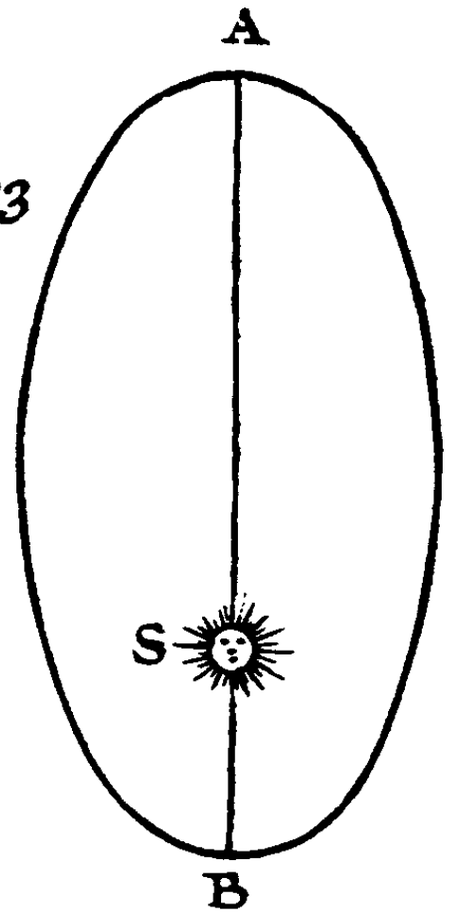


Fig. 33



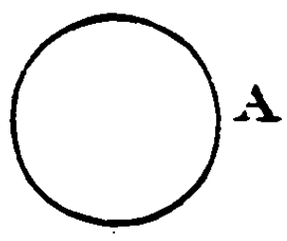


Fig. 36

Fig. 35

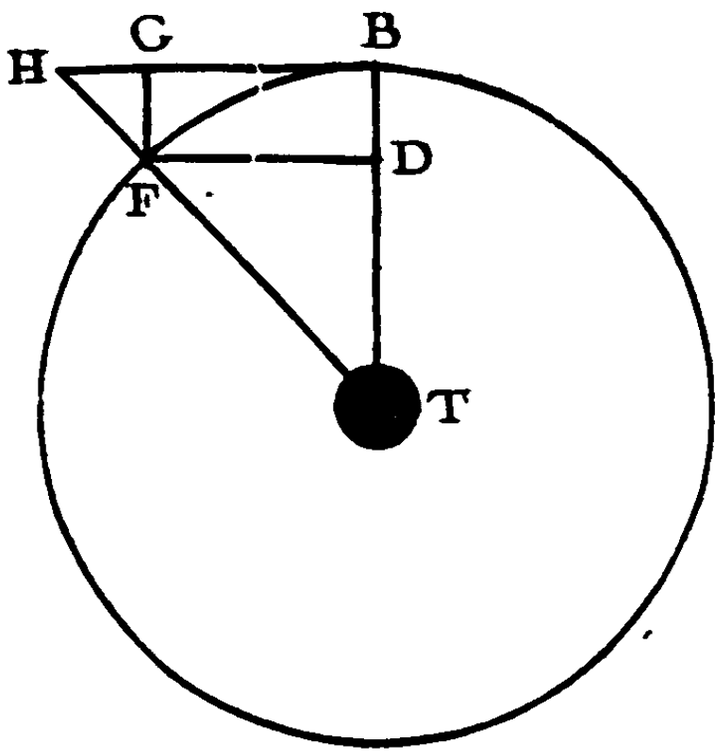
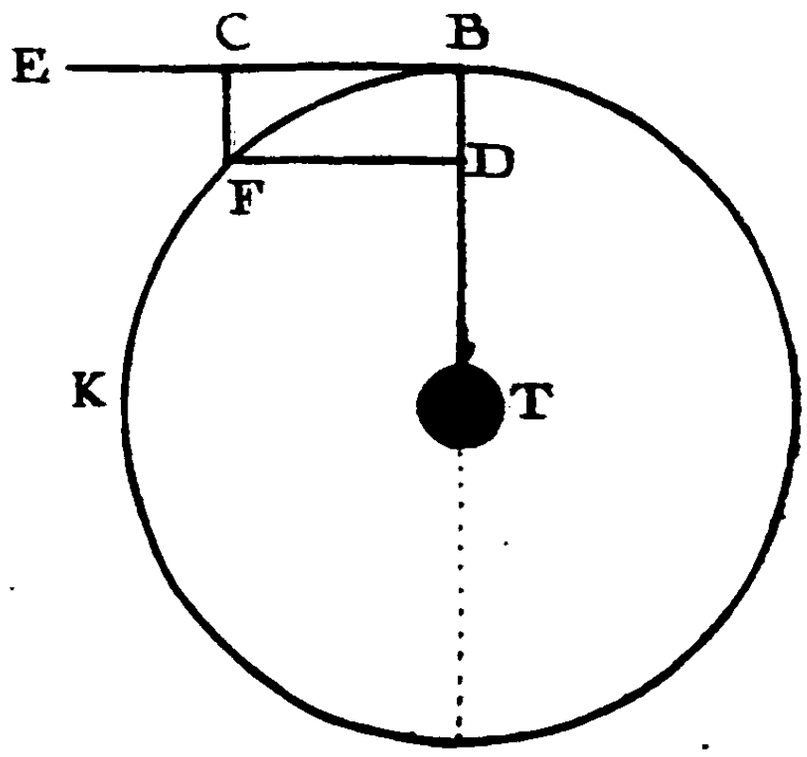


Fig. 34



Pl. 6

Fig. du Chap. 17.

Fig. 37

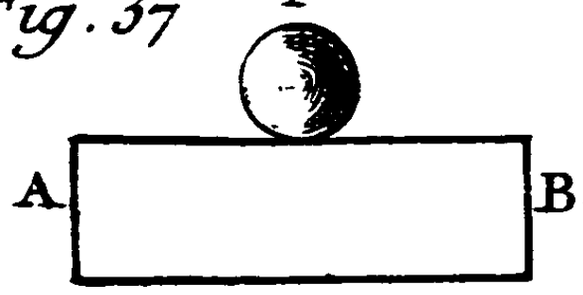


Fig. 38

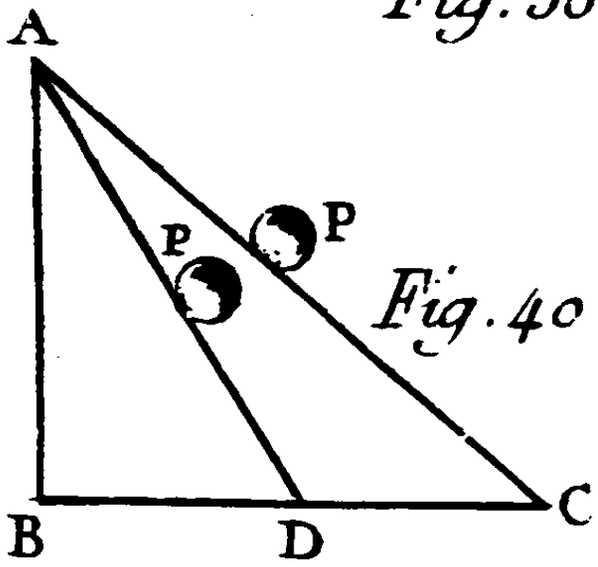
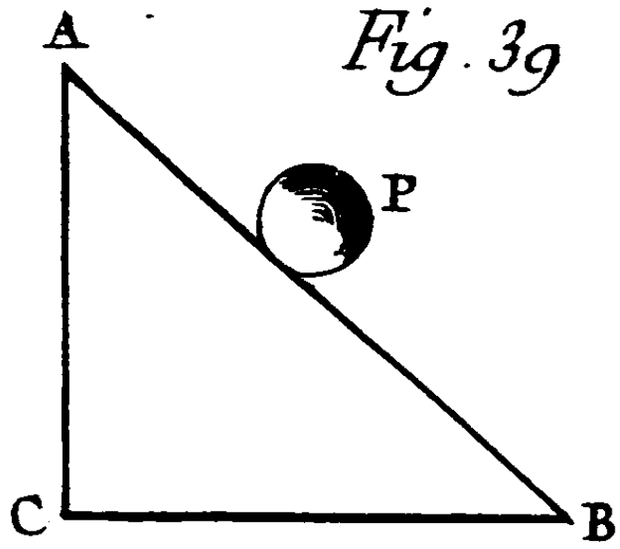


Fig. 40

Fig. 39



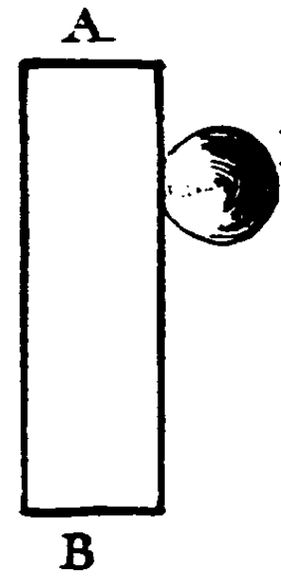


Fig. 41

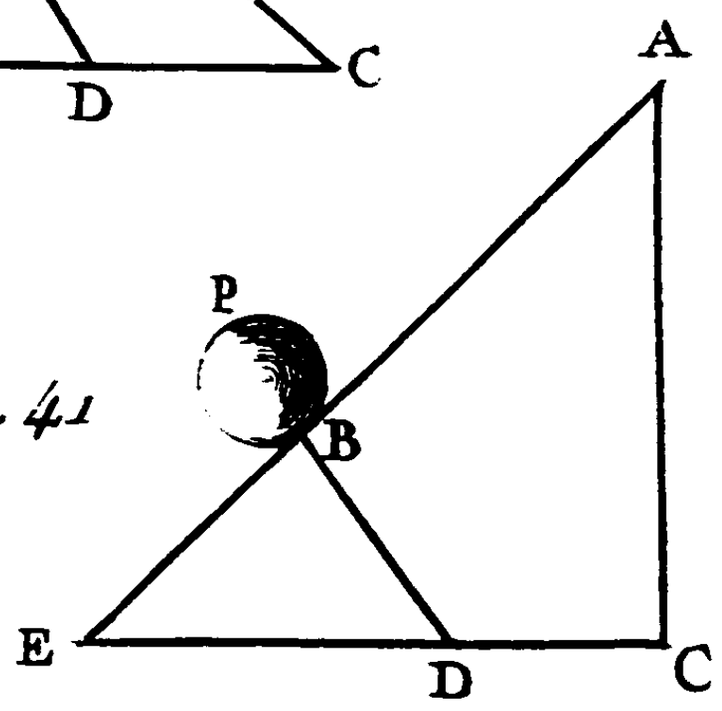


Fig. 42

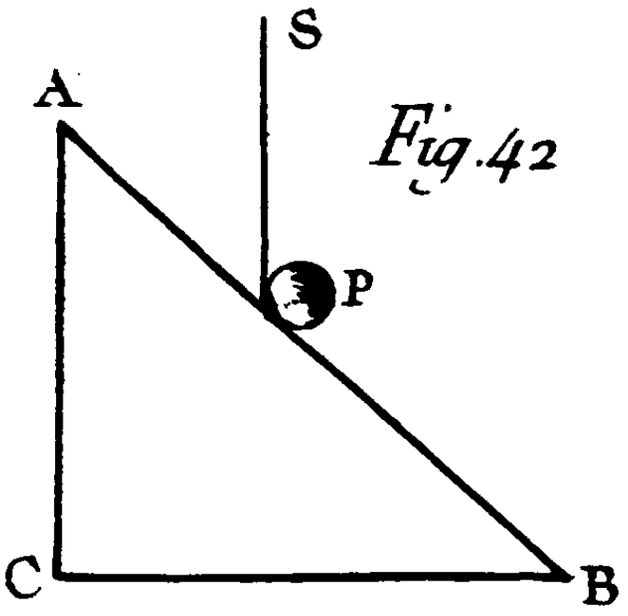


Fig. 43

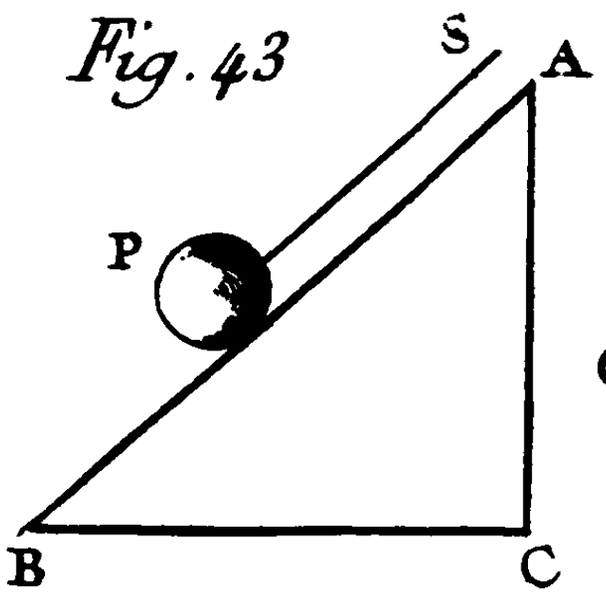


Fig. 45

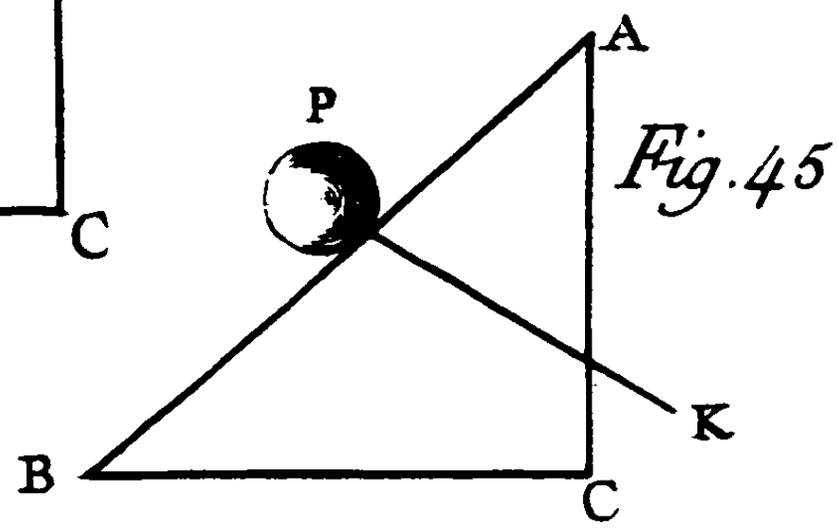


Fig. 44

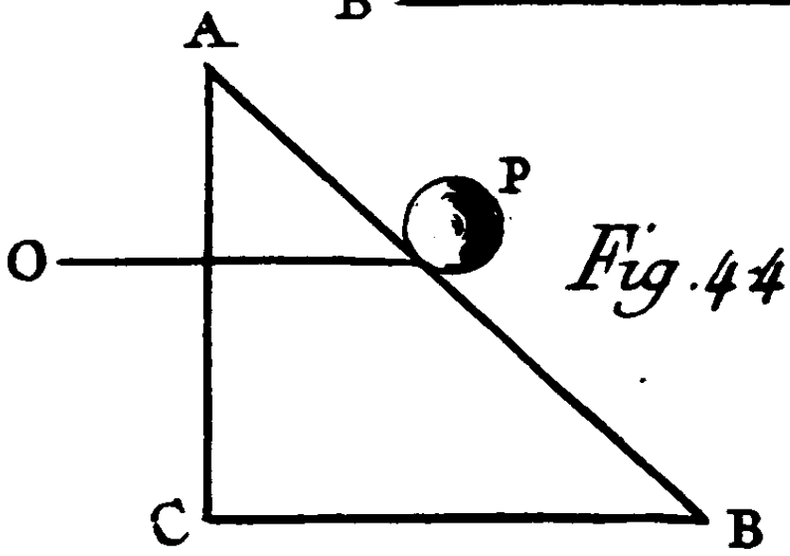


Planche 7.

Fig. 46

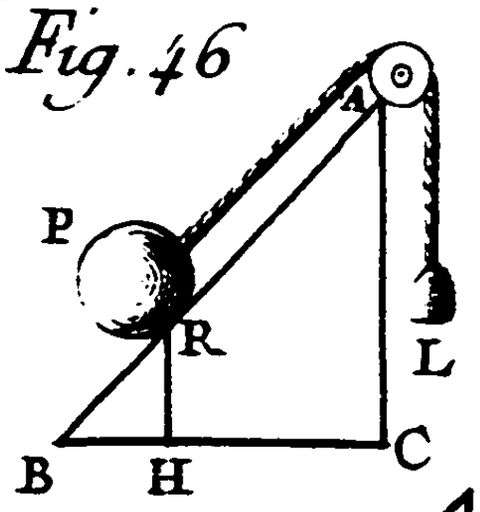


Fig. 47

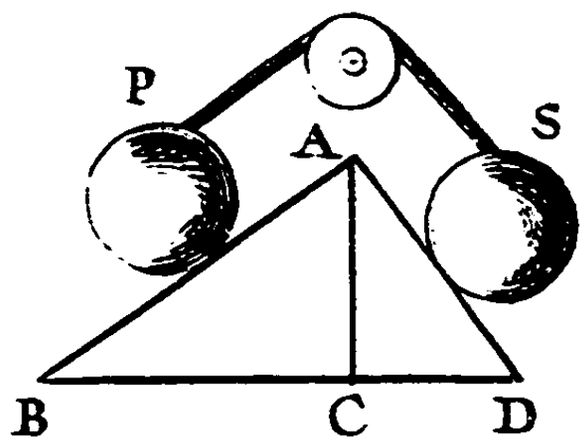


Fig. 48

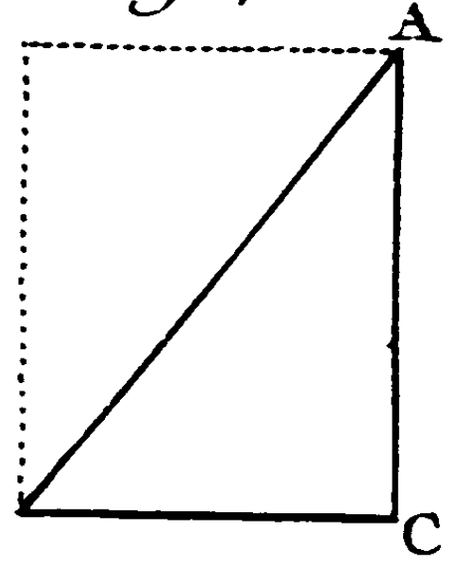
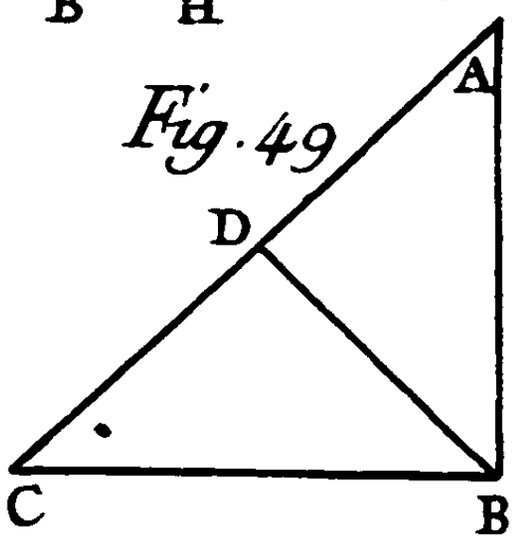


Fig. 49



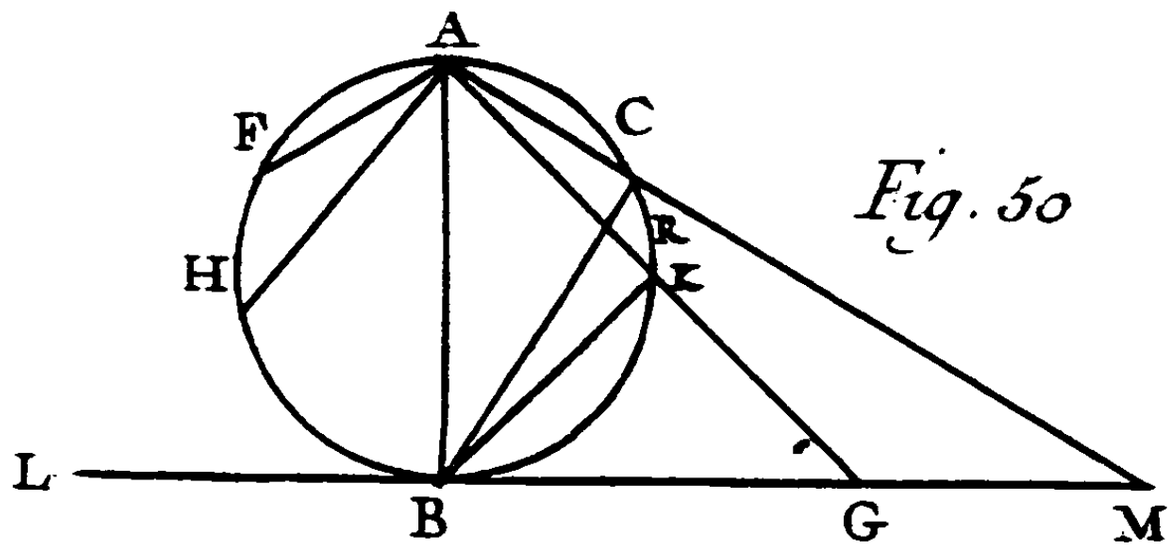


Fig. 50

Fig. 51

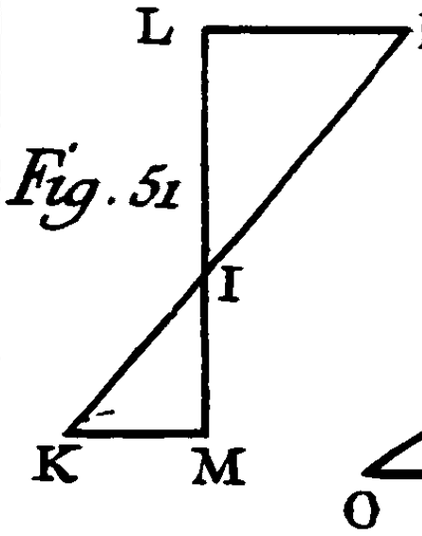


Fig. 52

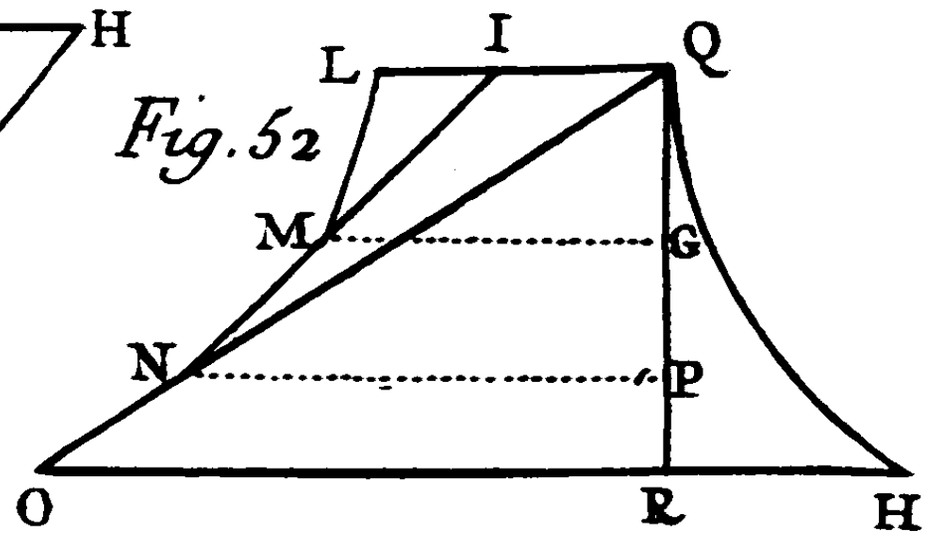


Fig. 53

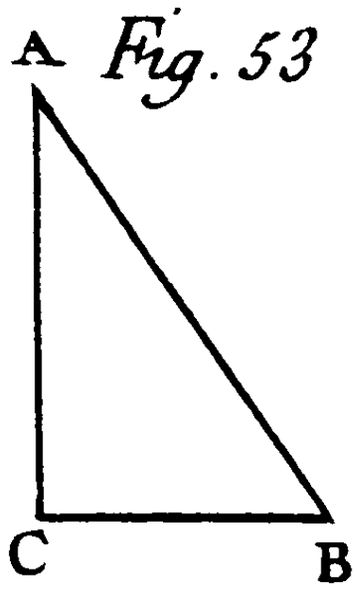


Fig. 55

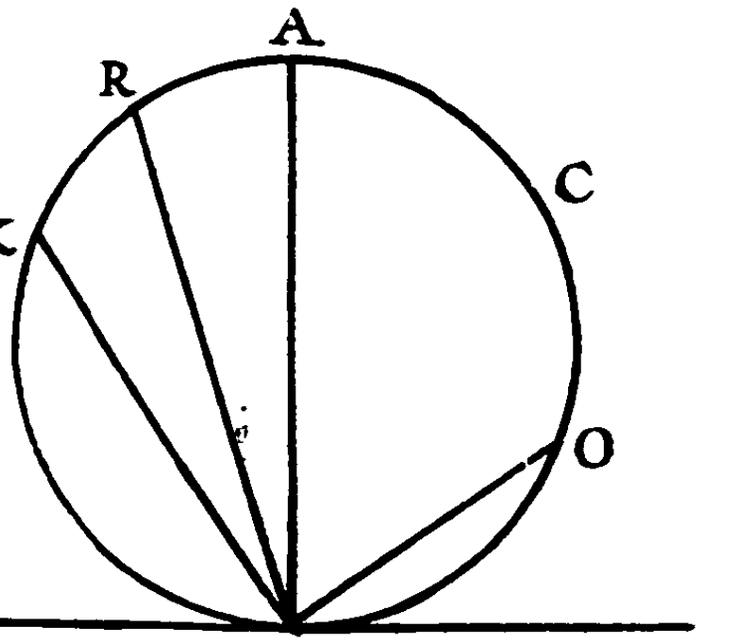


Fig. 54



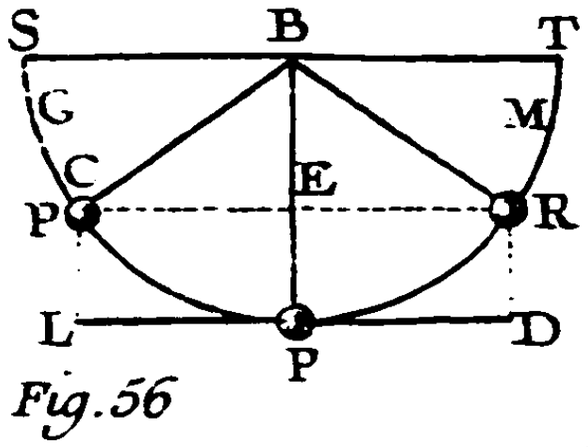


Fig. 56

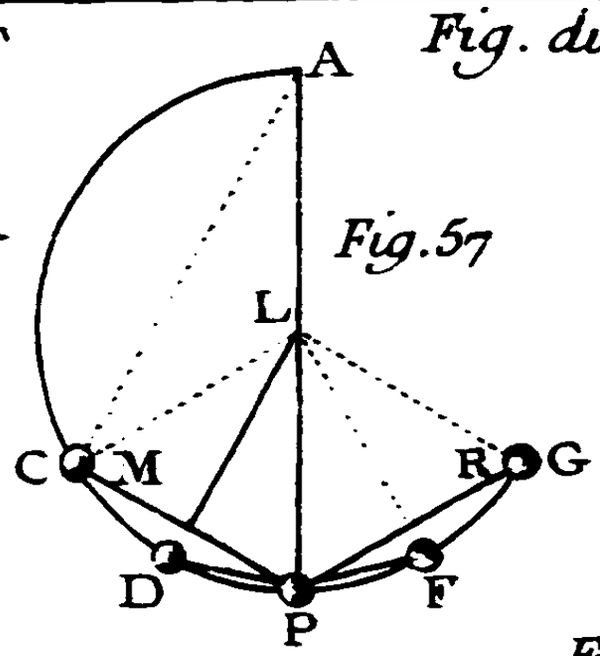


Fig. 57

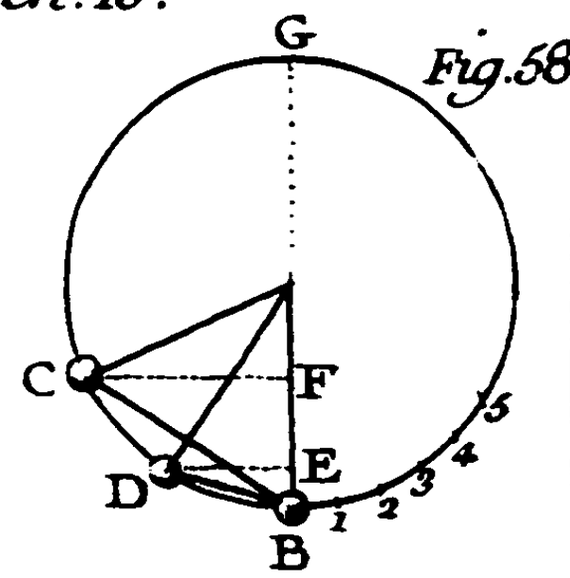


Fig. 58

Fig. 59

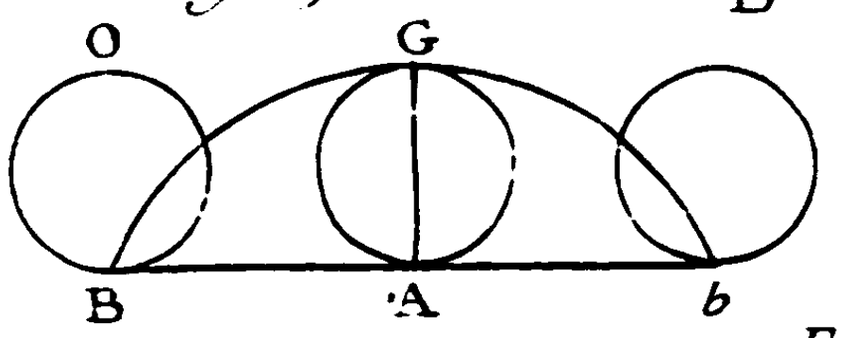


Fig. 60

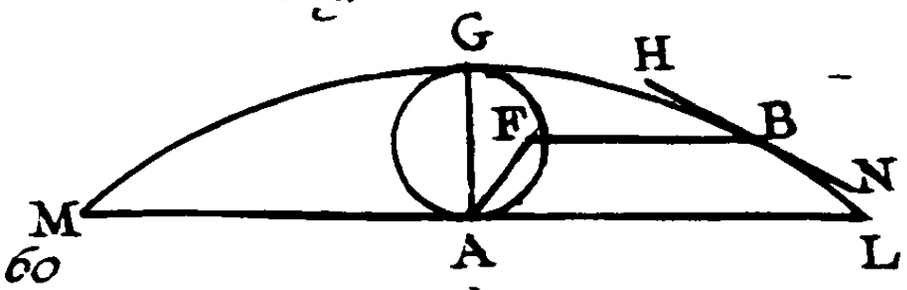
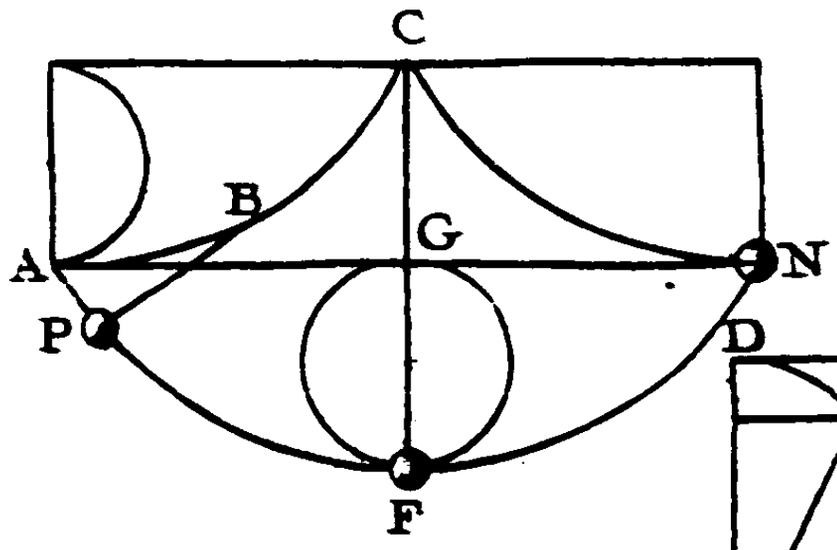


Fig. 61

Fig. 62



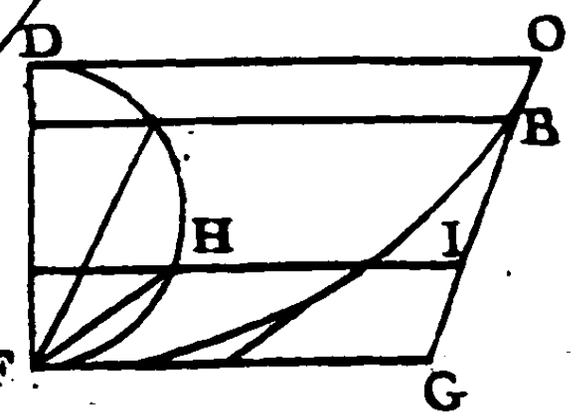


Fig. 63

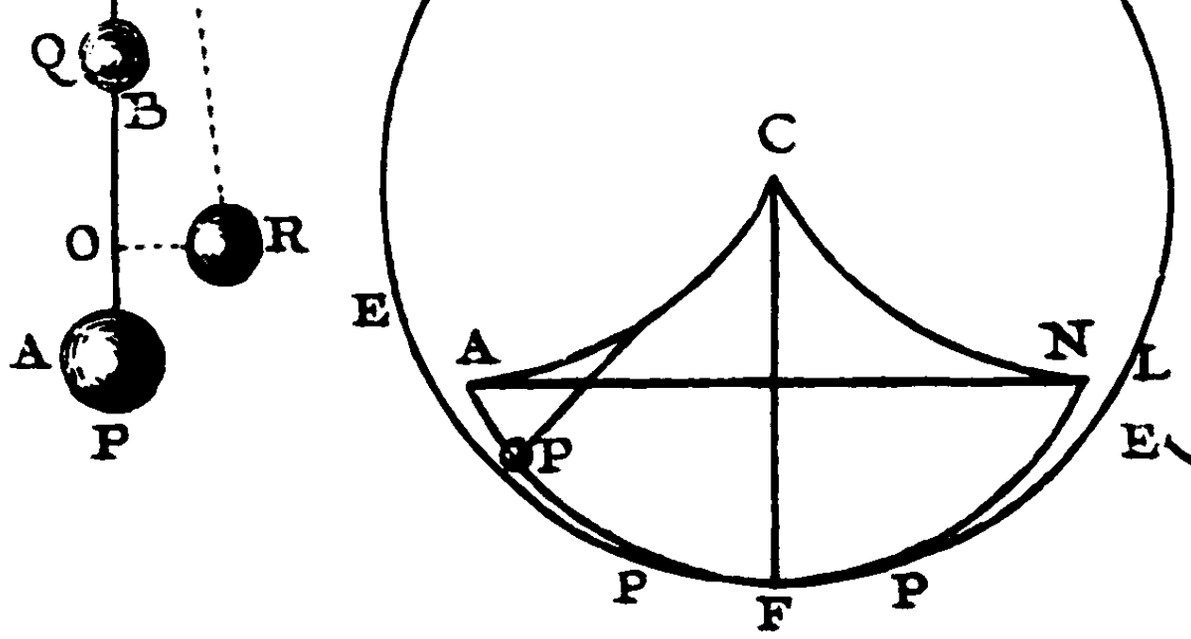


Fig. 64

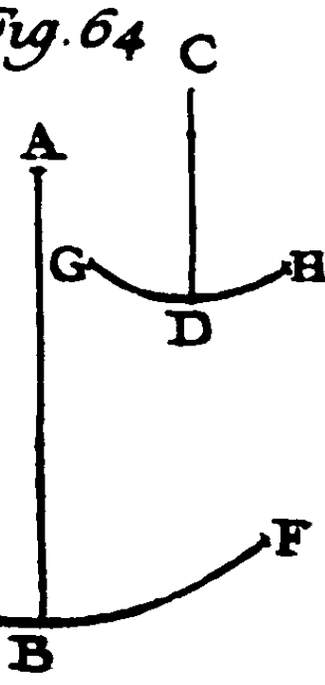


Fig. 66

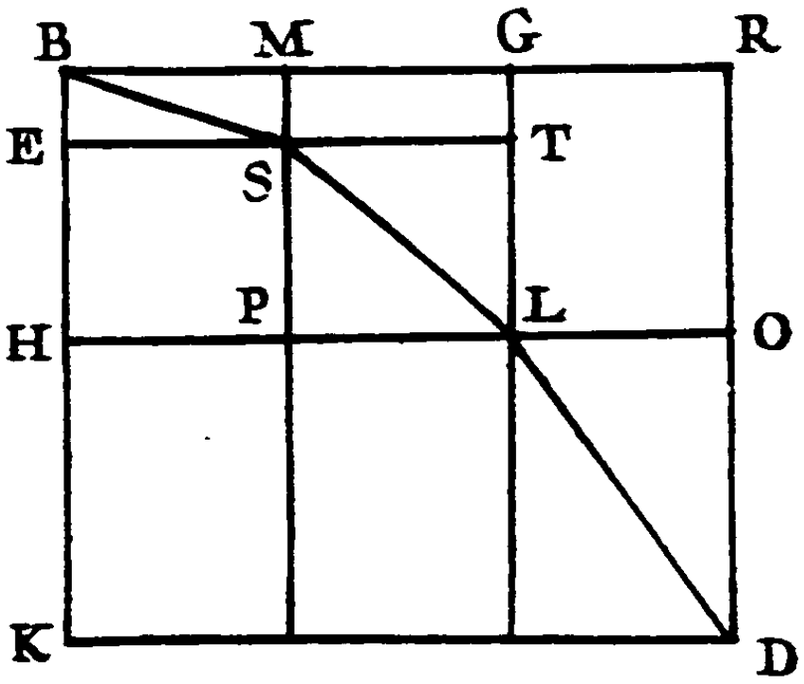


Fig. 67

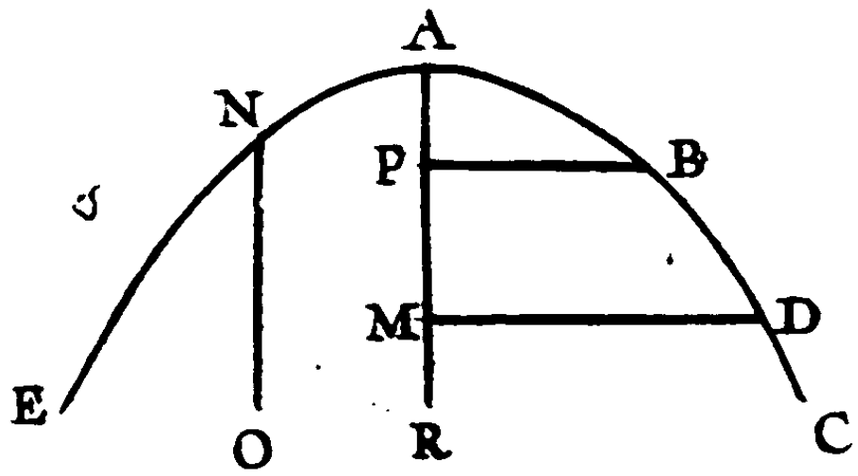


Fig. 68

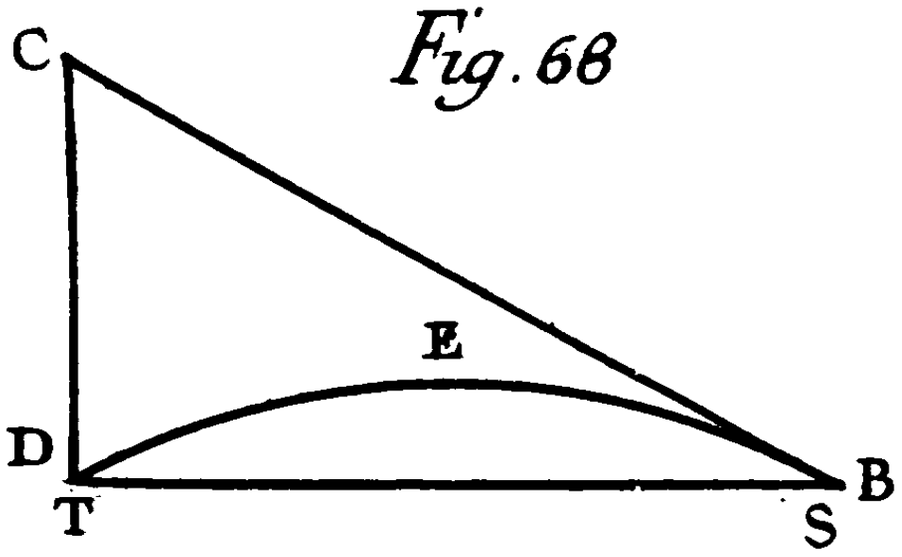


Fig. 69

Fig. 70

Fig. 71

Fig. 72

Fig. 73

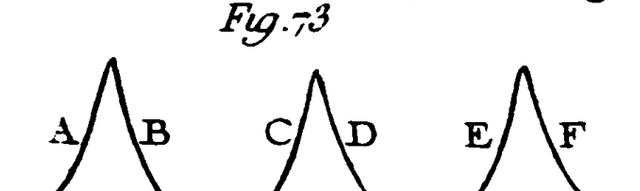


Fig. 74

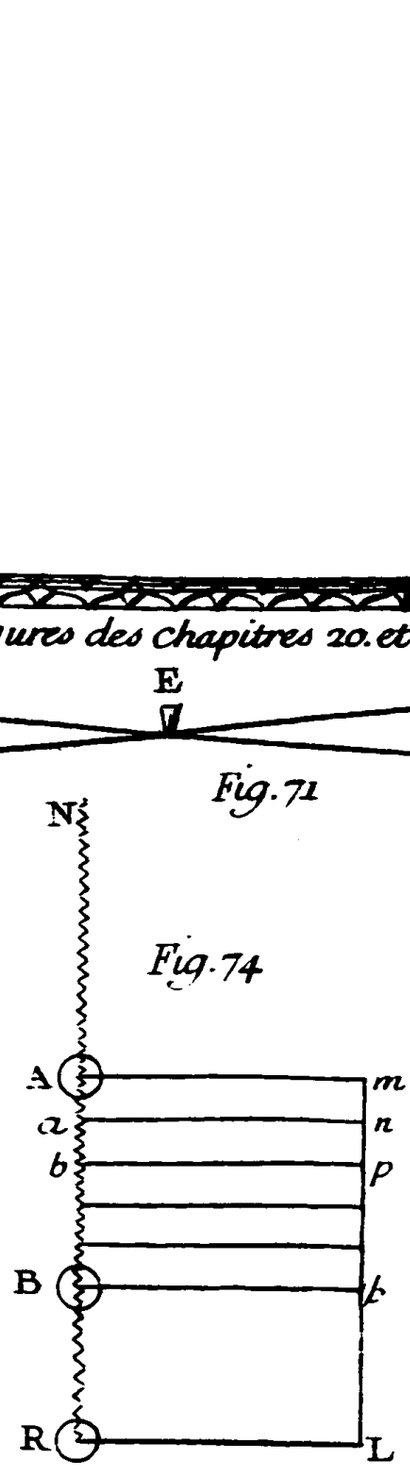


Fig. 75.

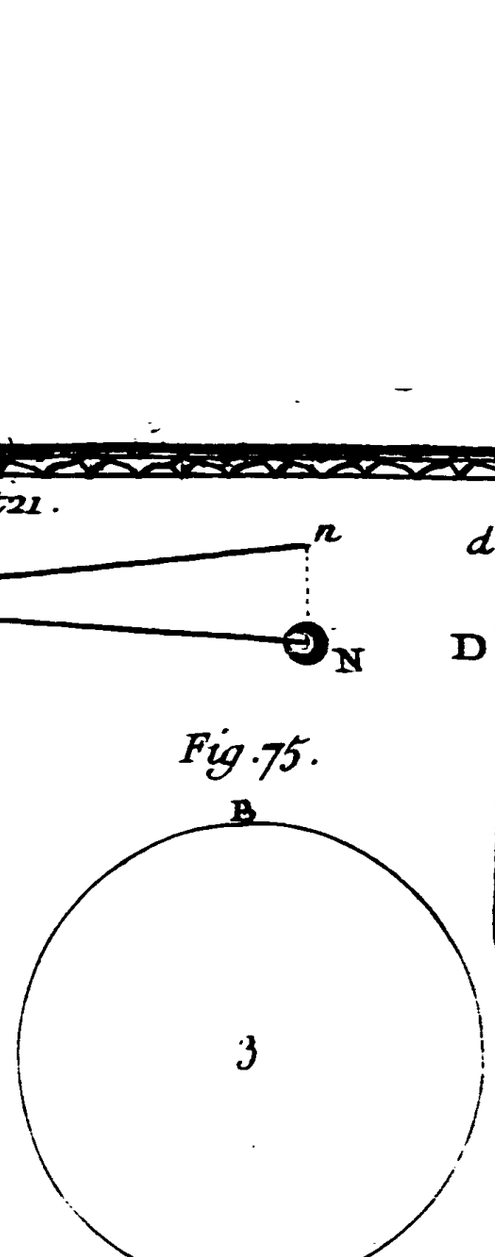


Fig. 76

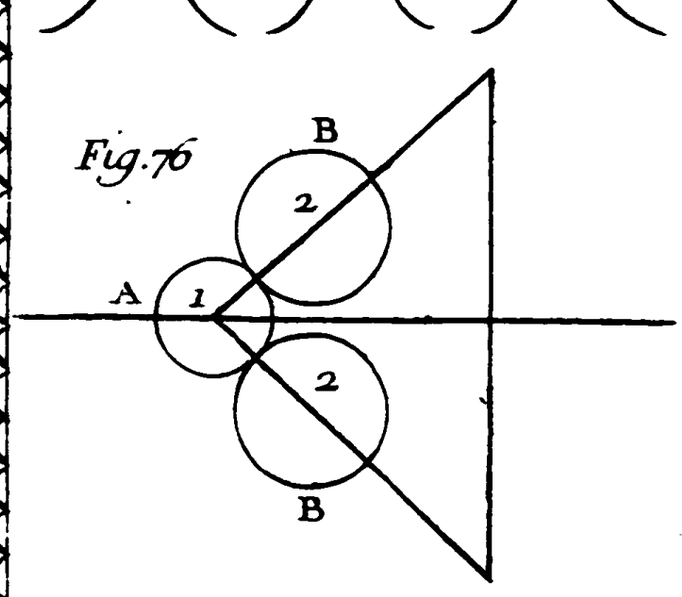


Fig. 77

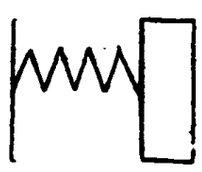


Fig. 78

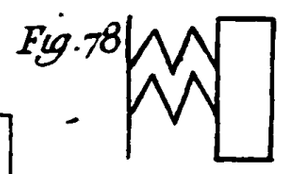


Fig. 79

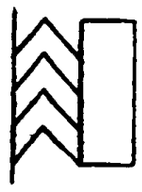


Fig. 80

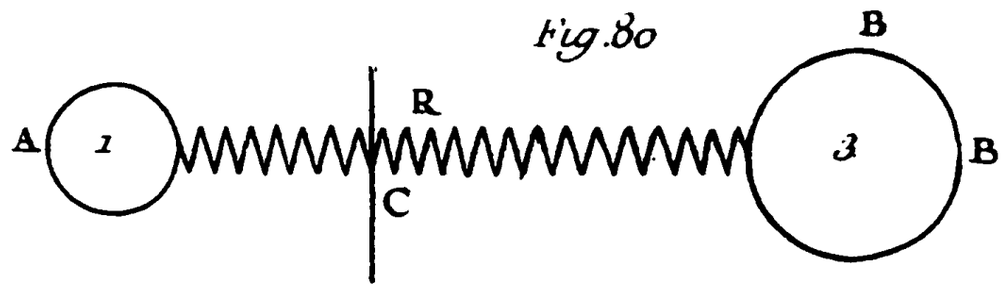


Fig. 81

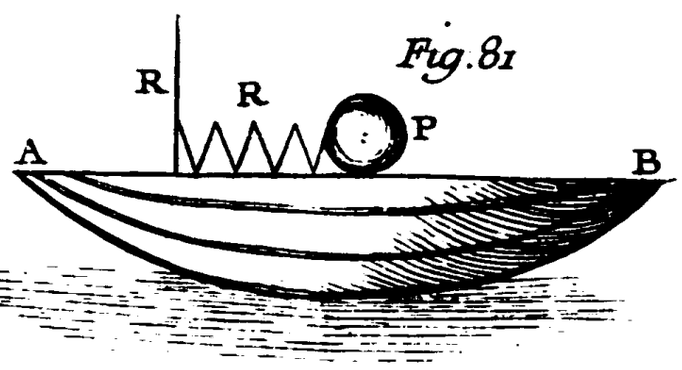


Fig. 82

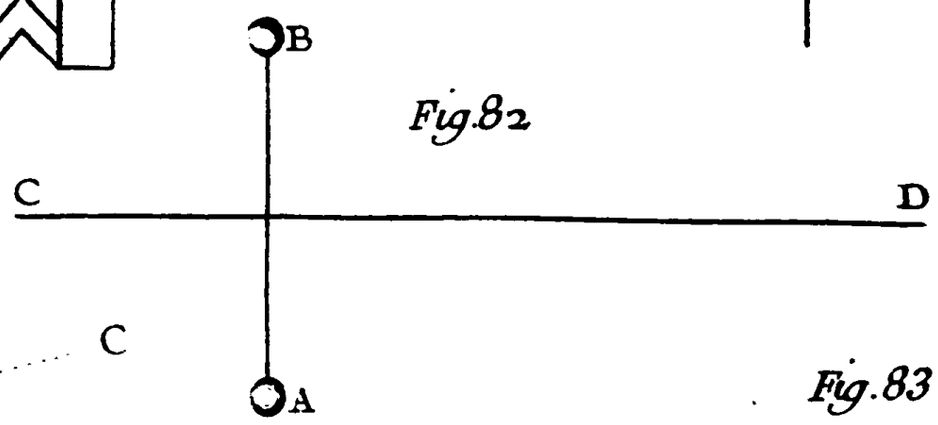
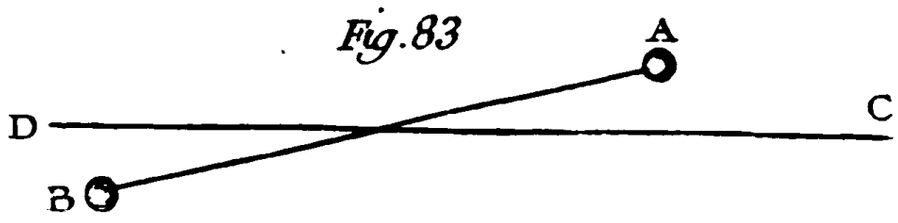


Fig. 83



APPROBATION.

J'Ai lû, par ordre de Monſeigneur le Chancelier, un Manuſcrit qui a pour titre : *Inſtitutions de Phyſique*, cet Ouvrage dans lequel on a expoſé les principes de la Philoſophie de Mr. Leibnits & ceux de M. Newton, eſt écrit avec beaucoup de clarté, & je n'y ai rien trouvé qui puiſſe en empêcher l'Impreſſion. A Paris ce 18 Septembre 1738. *Signé*, PITOT.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & feaux Conſeillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra, SALUT. Notre bien amé LAURENT-FRANÇOIS PRAULT fils, Libraire à Paris, Nous ayant fait remontrer qu'il ſouhaiteroit faire imprimer & donner au Public un Manuſcrit qui a pour titre, *Inſtitutions de Phyſique* : S'il nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilége ſur ce néceſſaires ; offrant pour cet effet de le faire imprimer en bon papier & beaux caractéres, ſuivant la feuille imprimée & attachée pour modéle ſous le contre-ſcel des Préſentes. A ces CAUSES, voulant traiter favorablement ledit Expoſant, Nous lui

lui avons permis & permettons par ces Préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage ci-deſſus ſpécifié en un ou pluſieurs Volumes, conjointement ou ſéparement, & autant de fois que bon lui ſemblera, & de le vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le temps de ſix années conſécutives, à compter du jour de la date deſdites Préſentes; Faiſons défenſes à toutes ſortes de perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangére dans aucun lieu de notre obéiſſance; comme auſſi à tous Libraires, Imprimeurs & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Ouvrage ci-deſſus expoſé, en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns Extraits ſous quelque prétexte que ce ſoit d'augmentation, correction, changement de titre, même de traduction étrangére ou autrement, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des Exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à nous, un tiers à l'Hôtel Dieu de Paris, l'autre tiers audit Expoſant, & de tous dépens, dommages & intérêts, à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion de cet Ouvrage ſera faite dans notre

tre Royaume & non ailleurs ; & que l'Impetrant ſe conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du dixiéme Avril mil ſept cent vingt-cinq, & qu'avant que de l'expoſer en vente, le Manuſcrit ou Imprimé qui aura ſervi de Copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le Sieur Dagueſſeau, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; & qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque Rublique, un dans notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-cher & féal Chevalier le Sieur Dagueſſeau, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; le tout à peine de nullité des Préſentes ; du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir l'Expoſant ou ſes ayans cauſe pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement : Voulons que la Copie deſdites Préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour dûement ſignifiée, & qu'aux Copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers & Secretaires, foi ſoit ajoûtée comme à l'Original ; commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent de faire pour l'exécution d'icelles tous Actes requis & néceſſaires ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant Clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à

ce

ce contraires : Car tel eſt notre plaiſir, donné à Paris le quatorziéme jour d'Avril, l'An de grace mil ſept cent quarante, & de notre Régne le vingt-cinquiéme. Par le Roy en ſon Conſeil.

Signé, SAINSON.

Régiſtré ſur le Regiſtre dix de la Chambre Royale des Libraires & Imprimeurs de Paris N°. 357. Fol. 346. conformément aux anciens Reglemens, confirmés par celui du 28. Février 1723. A Paris le 21. Avril 1740.

Signé, SAUGRAIN, Syndic.

A PARIS. De l'Imprimerie de FRAULT pere.

CATALOGUE

DES LIVRES QUI SE VENDENT à Paris chez PRAULT fils, Libraire, Quay de Conty, vis-à-vis la descente du Pont-neuf, à la Charité, 1740.

De Monsieur DE VOLTAIRE.

LA Henriade, Poëme, derniere édition, considérablement augmentée & corrigée, 1737. in-8°.
Elemens de la Philosophie de Newton, seconde édition, *marquée de Londres*, in-8°. *figures.*
La Vie de Moliere, avec des Jugemens sur ses Ouvrages, 1739. in-12.
Oedipe, *Tragedie*, in-8°.
Herode & Marianne, *Tragedie*, in-8°.
Brutus, *Tragedie*, in-8°.
L'Indiscret, *Comedie*, in-8°.
L'Enfant Prodigue, *Comedie*, in-8°.

De Monsieur DE CREBILLON *fils.*

Lettres de la Marquise de M**, au Comte de R**, nouvelle édition, à laquelle on a joint le Silphe, du même Auteur, 2. vol. in-12.
Les Egaremens du Cœur & de l'Esprit, ou les Mémoires de M. de Meilcourt, 1738. 3. *Parties*, in-12.

De Monsieur l'Abbé PREVOST.

Le Philosophe Anglois, ou la vie de M. de Clevand, nouvelle édition, 8. vol. in-12. les trois derniers volumes se vendent séparément.

Mémoires & Avantures d'un homme de qualité qui s'eſt retiré du monde, 1732. 7. *vol.* in-12. le ſeptiéme ſe vend ſéparément.

De Monſieur DE MARIVAUX.

La Vie de Marianne, ou les Avantures de Madame la Comteſſe de M***. 8. *Parties* in-12. *elles ſe vendent ſéparément.*

Le Payſan parvenu ou les Mémoires de M***. 1736. cinq *Parties* in-12. *elles ſe vendent ſéparément.*

Le Spectateur François, 1728. 2. vol. in-12.

De Monſieur DE MONCRIF, *de l'Académie Françoiſe.*

Eſſay ſur la néceſſité & ſur les moyens de plaire, ſeconde édition, 1738. in-12.

Les Ames rivales, hiſtoire fabuleuſe, & le Temple de Gnide, nouvelle édition, 1739. in-12.

De différens Auteurs.

Hiſtoire de la Poëſie Françoiſe, avec une défenſe de la Poëſie, *par M. l'Abbé* MASSIEU, de l'Académie Françoiſe, 1739. in-12.

Les Oeuvres de M l'Abbé DE PONS, contenant divers excellens Ouvrages de belles Lettres, 1738. in-12.

Remarques de Vaugelas ſur la Langue Françoiſe, avec les Notes de Thomas Corneille, nouvelle édition, augmentée de celle de M. Patru, 1738. 3. vol. in-12.

Dictionnaire Italien, Latin, & François, *par M. l'Abbé* ANTONINI, 1738. in-4°. *le Tome ſecond contenant le Dictionnaire François Italien, ſous preſſe.*

Le Siége de Calais, nouvelle Hiſtorique, 1739. in-12. troiſiéme édition.

La Payſanne parvenuë, ou les Mémoires de Madame la Marquiſe de L. V. *par M. le Chevalier* DE MOUY, 1738. *douze Parties*, in-12. *figures.*

Le Diable Boiteux, *par M.* LE SAGE, nouvelle édition 1737. 2. vol. in-12. *figures.*

Les Oeuvres de Madame de Villedieu, nouvelle édition, 12. vol. in-12. *ſous preſſe.*

Inſtitutions de Phyſique, 1740. in-8°. *figures.*

Mémoires de M. DU GUAY-TROUIN, 1740. in-4°.

Hiſtoire des Incas du Perou, nouvelle Traduction de l'Eſpagnol de GARCILASSO DE LA VÉGA, ornée de *Cartes* & de *Figures*, 1739. 2 vol. in-8°. *ſous preſſe.*

La Vie du Pape Sixte cinq, traduit de l'Italien de Gregorio Leti, 1737. 2 vol. in-12. *figures.*

Traité de Muſique Theorique & Pratique, *par* M. RAMEAU, 1737. in-8°. *figures*,

Ouvrages imprimés à Trevoux.

LE Dictionnaire critique & hiſtorique, *de* M. BAYLE, 1734. 5 vol in-fol.

Oeuvres diverſes *du même*, édition augmentée de pluſieurs Ouvrages de cet Auteur qui n'ont point encore paru, 1737. 4 vol. in-fol. *On trouve du tome quatrième ſéparément.*

DuDroit de la Nature & des Gens, *par* PUFFENDORF, avec les Commentaires de M. DE BARBEYRAC, 1739. 3 vol. in-4°.

Les Devoirs de l'homme & du Citoyen par le même 2. vol. in-12. 1740.

Hiſtoire des Révolutions d'Angleterre, depuis le commencement de la Monarchie, *par le P.* DORLEANS, 1737. 4. vol. in-12. *figures.*

Les intereſts preſens des Puiſſances de l'Europe, *par* M. ROUSSET, 1737. 17. vol. in-12.

L'Hiſtoire d'Angleterre, *par* M. RAPIN THOIRAS, tomes 11. 12. & 13. 1737. in-4°.

Memoires de M. le Maréchal DE VILLARS, derniere édition, 1735. 3 vol. in-12.

Memoires de M. le Maréchal Duc DE BERWICK, 1738. 2. vol. in-12.

Les Eſſais de Michel, Sieur DE MONTAGNE, nouvelle édition, 1739. 6 vol. in-12.

Lettres galantes de Madame DU NOYER, nouvelle édition, à laquelle on a joint les Memoires, 1738. 6 vol. in-12.

Les Poëſies de M. l'Abbé de Chaulieu, & du Marquis de la Farre, nouvelle édition, 2. vol. in-8°. 1739.

THEATRES.

Le Théatre François, ou Recüeil des meilleures Pieces de l'ancien Théatre, 1737. 12. vol. in-12.

LesOeuvres deRacine, dern.Edit. 1736. 2.vol.in-12. *figures.*

Le Théatre de Quinault, nouvelle édition, 1739. 5. vol. in-12.
Oeuvres de Campiſtron, nouvelle édition, 1739. 2. vol.
Le Théatre de M. de Montfleury, pere & fils, nouvelle édition, 1739. 3. vol. in-12.
Oeuvres de Champmeſlé, 1735. 2. vol. in-12.
Oeuvres de Renard, derniere édition, 1731. 3. vol. in-12.
Théatre de Legrand, deniére édition, 1731. 4. vol. in-12.
Oeuvres de M. de Crebillon, derniere édition, 1735. 2. vol. in-12.
Oeuvres de Théatre de M. Nericault Deſtouches, 1736. 3. vol. in-12.
Le Théatre François & Italien de M. de Boiſſy, 6. vol. in-8°.
La Bibliotheque des Théatres, 1733. in-8°.
Le Théatre de M. Piron, un volume in-8°. contenant,

Les Fils ingrats, *Comedie.*
Caliſtenes, *Tragedie.*
Guſtave, *Tragedie.*
Les Courſes de Tempé, *Paſtorale.*
La Métromanie, *Comedie.*

Toutes ces Pieces ſe vendent ſéparement.

Le nouveau Théatre François, ou Recueil des meilleures Piéces repréſentées depuis quelques années, 1739. 3. vol. in-8°. contenant,

Tome premier.

Sabinus, *Tragedie.*
Abenſaïd, *Tragedie.*
Les Amans déguiſés, *Comedie.*
Pharamond, *Tragedie.*
Le Retour de Mars, *Comedie.*

Tome ſecond.

Teglis, *Tragedie.*
Childeric, *Tragadie.*
Les Caractéres de Thalie, *Comedie.*
Liſimachus, *Tragedie.*
Le Fat puni, *Comedie.*

Tome troiſiéme.

Médus, *Tragedie.*
Le Somnambule, *Comedie.*
Mahomet II. *Tragedie.*
Bajazet premier, *Tragedie.*

Toutes ces Piéces ſe vendent ſéparement.

-3 A E 7

BIBLIOTHÈQUE
NATIONALE



CHÂTEAU
de
SABLÉ

1986