LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

TOME PREMIER.

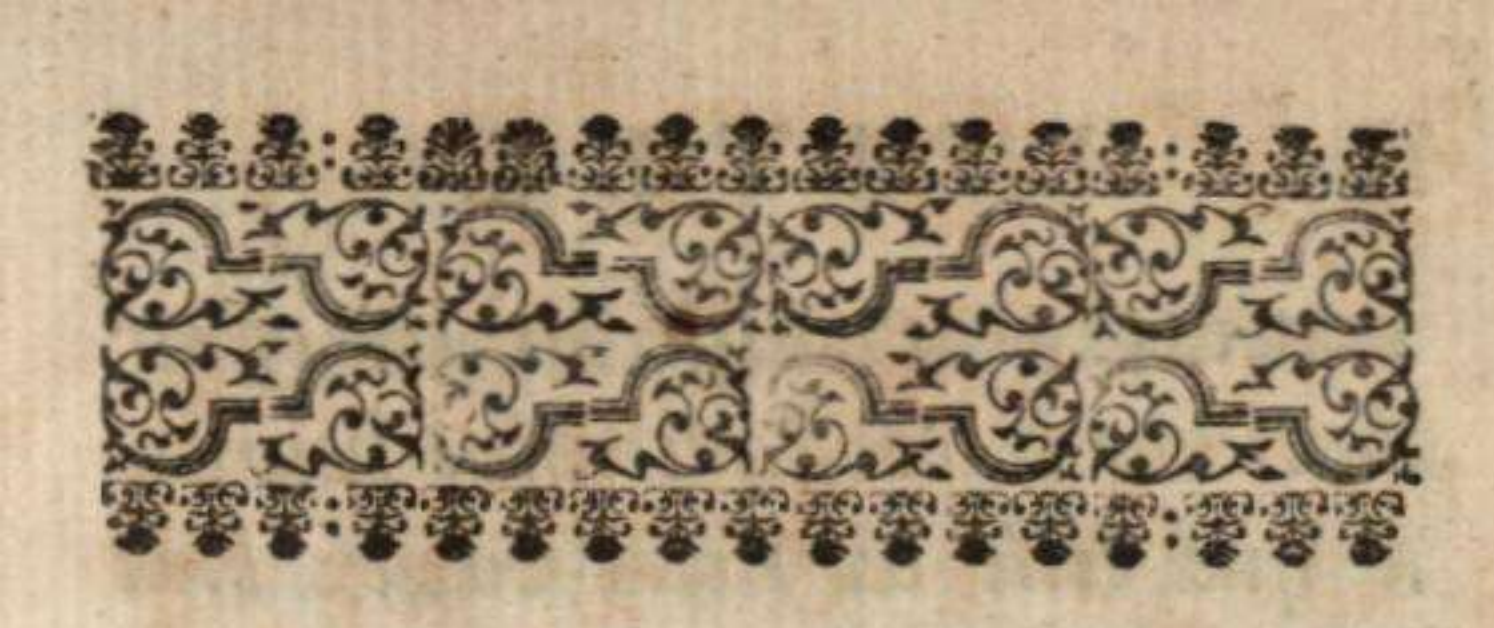
C. F. Fritsch. feüt. Amstel:

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

Par Mr. l'Abbé NOLET, *de l'Académie Royale des Sciences, & de la Société Royale de Londres.*

TOME PREMIER.

A AMSTERDAM,
AUX DEPENS DE LA COMPAGNIE.
MDCCXLV.



A

MONSEIGNEUR

LE DAUPHIN.

ONSEIGNEUR,

Aiant conçu le dessein d'écrire & de donner au Public les Leçons de Physique Expérimentale que je fais de vive voix depuis plusieurs

années, pourrois-je les lui offrir dans une circonſtance plus heureuſe que celle où Vous voulez bien les honorer de votre préſence & de votre attention ? En mettant au jour cet Ouvrage, je ſuis diſpenſé maintenant de vanter l'utilité de ſon objet, & d'en faire connoître la dignité : l'une & l'autre ſont prouvées, dès que cet objet eſt de votre goût, & qu'il a été aprouvé par le ſage Conſeil qui règle vos Etudes : un tel exemple aprendroit, ſi l'on ne le ſavoit pas, que la connoiſſançe des effets naturels convient à tous les états ; on pourroit en conclure auſſi, qu'elle convient à tous les âges, ſi vous n'aviez fait que des progrès ordinaires dans les autres Sciences, & ſi l'on ignoroit les preuves que

vous

vous avez données d'un génie prématuré.

Depuis dix ans que je travaille à former & à perfectionner une Ecole de Physique, ce qui a le plus animé & soutenu mon zèle dans cette laborieuse entreprise, c'est, MONSEIGNEUR, *de m'être flaté que je pourrois un jour vous en offrir les fruits: je touche enfin au terme de mes desirs & de mes espéraces, vos ordres m'appellent.*

Le Public qui aprendra mon bonheur par cette Epître, verra sans doute avec plaisir, qu'en faisant usage de mes foibles talens, vous honorez de vos regards & de vos faveurs un établissement auquel il a bien voulu aplaudir; & tout le monde sen-

tira comme moi-même, combien je suis heureux d'avoir une occasion si favorable d'exercer mon zèle, & de donner un témoignage public de l'attachement inviolable, & du profond respect avec lesquels je dois & je veux être toute ma vie,

MONSEIGNEUR,

Votre très humble, très obéissant, & très fidèle Serviteur,
I. A. NOLLET.

PRE-

PREFACE.

UNE Science qui n'embraſſe que des queſtions frivoles, ou qui ne termine celles qui paroiſſent être de quelque importance que par des probabilités, & en s'appuyant ſur des hypothèſes, n'intéreſſe ordinairement qu'un petit nombre d'eſprits : il eſt rare qu'on y prenne goût, & le tems ne peut guères en étendre les limites, s'il n'en réforme l'objet; parce que le deſir de ſavoir qui nait avec nous, & qui peut ſeul exciter notre attention, nous porte naturellement vers le Vrai, & ne peut nous y fixer que quand nous y prenons quelque intérêt.

L'Hiſtoire de la Phyſique, ſi l'on ſe rappelle les révolutions qu'elle a éprouvées, eſt très capable de juſtifier cette réflexion.

Pendant près de vingt ſiècles, cette Science n'a été preſque autre choſe, qu'un vain aſſemblage de ſyſtèmes appuyés les uns ſur les autres, & aſſez ſouvent oppoſés entre eux. Chaque Philoſophe ſe croyant en droit d'élever un pareil édifice à ſa mémoire, s'eſt efforcé de l'établir ſur les ruïnes de ceux qui l'avoient précédé; de tems en tems on a vu qu'une vraiſemblance en effaçoit cent autres.

Ces exemples tant de fois renouvellés, ne devoient pas donner beaucoup de crédit aux Opinions Philoſophiques: l'effet le plus naturel qu'on devoit en atten-

tendre, & qu'ils ont eu, c'étoit de tenir les hommes dans la défiance ſur la doctrine des Phyſiciens ; & l'on ne doit pas être ſurpris que leur curioſité n'ait été que médiocrement piquée par des connoiſſances où ils voyoient règner tant d'incertitudes. L'obscurité du langage a dû les rebuter encore plus. Dans ces tems de barbarie, comme ſi les Sciences, rougiſſant de leur état, n'eûſſent oſé ſe montrer à découvert, ceux qui faiſoient profeſſion de les poſſéder, affectoient des expreſſions qui n'offroient que des idées confuſes, & dont la plupart étoient abſolument inintelligibles pour quiconque n'étoit pas encore convenu de s'en contenter. On donnoit pour des explications certains mots vuides de

ſens, qui s'étoient introduits ſous les auſpices de quelque nom célèbre, & qu'une docilité mal entendue avoit fait recevoir, mais dont un eſprit raiſonnable ne pouvoit tirer aucune lumière.

Enfin la Phyſique ſi mal cultivée juſqu'alors, & ſi peu connue, parut au grand jour, & ſe fit goûter lorſqu'elle offrit des découvertes utiles, des vérités évidentes; lorſqu'elle put ſe faire honneur d'être entendue de tout le monde. Deſcartes, ſon prémier réformateur, après l'avoir tirée de l'obſcurité des Ecoles, où elle avoit vieilli ſous l'autorité d'Ariſtote, ne lui laiſſa, pour ainſi dire, que le nom qu'elle avoit coutume de porter, & la rendit telle que les Ecoles, réformées elles-mêmes peu à peu, ont adopté de-

depuis ce qu'elle a reçu de nouveau, & l'enſeignent préſentement en termes intelligibles.

Cette réforme porta principalement ſur la manière d'étudier la Nature. Au-lieu de la deviner, comme on prétendoit l'avoir fait juſqu'alors, en lui prêtant autant d'intentions & de vertus particulières qu'il ſe préſentoit de phénomènes à expliquer, on prit le parti de l'interroger par l'expérience, d'étudier ſon ſecret par des obſervations aſſidues & bien méditées, & l'on ſe fit une loi de n'admettre au rang des connoiſſances, que ce qui paroîtroit évidemment vrai. La nouvelle méthode fit de véritables Savans, & leurs découvertes excitant de toutes parts l'attention & la curioſité, on vit naître des Amateurs

de tout ſexe & de toutes conditions.

Le goût de la Phyſique devenu preſque général, fit ſouhaiter qu'on en mît les principes à la portée de tout le monde. Bientôt on vit paroître en différentes Langues des Traités Elémentaires, qui remplirent à cet égard les deſirs du Public. Mais la Science dont ils traitent, ſe perfectionne tous les jours; les découvertes ſe multiplient, les erreurs ſe corrigent, les doutes s'éclairciſſent: les mêmes motifs qui ont fait écrire ces Elémens, doivent porter à les renouveller de tems en tems, pour y faire entrer les augmentations, les corrections, les éclairciſſemens qui intéreſſent néceſſairement ceux qu'une louable curioſité rend attentifs aux progrès

grès de cette Science. D'ailleurs il eſt à propos que ces ſortes d'Ouvrages ſoient proportionnés au génie & à la portée des perſonnes à qui on les deſtine; j'en connois d'excellens en ce genre qui réuſſiſſent en Angleterre, en Hollande, en Allemagne, & qui, s'ils étoient traduits dans notre Langue, n'auroïent peut-être pas un auſſi grand nombre de Lecteurs en France, parce que les principes y ſont ſerrés, & qu'il faut, pour les entendre, une attention trop ſuivie de la part de ceux qui ne voudroient que s'amuſer utilement, & parce qu'on y a employé plus de Géométrie que les gens du monde n'en ſavent communément.

Il y a environ cinq ans, que publiant le Programme de mon

Cours de Physique Expérimentale, je rendis compte de la manière dont j'avois formé cet établissement, & des progrès qu'il avoit faits depuis sa naissance. J'offris alors ce petit Volume au Public, comme une Table* des matières que je me proposois de rassembler dans un Ouvrage plus considérable, pour lui être présenté, s'il continuoit de m'accorder ses suffrages, & si j'avois lieu de me flater que mes Leçons fussent encore de son goût. Cette condition a été remplie au-delà de mes vœux. Lorsque je la fis, c'étoit un motif, & en même tems une règle que je prescrivois à mon zèle: mais je ne regardois alors qu'autour de moi; attentif au jugge-

* Programme, ou Idée générale d'un Cours de Physique, *Préf.* p. XXXIII.

gement qu'on porteroit de mes efforts & de leurs ſuccès, je n'étendois point mes vues plus loin que l'enceinte de Paris. Je ne préſumois pas que mes foibles talens ſe feroient connoître au-delà des Alpes, * & que j'aurois l'honneur de les aller exercer dans une Cour étrangère. Je ne préſumois pas que mon Ecole ſeroit non ſeulement aplaudie, mais imitée dans nos Provinces † par les Collèges, par

* En 1739. je fus appellé à la Cour de Turin, où je reſtai près de ſix mois pour donner des Leçons de Phyſique à S. A. R. Monſeigneur le Duc de Savoye. Après quoi le Roi fit placer à l'Univerſité tous les Inſtrumens que j'avois portés, afin que les Profeſſeurs pûſſent s'en ſervir dans la ſuite pour cultiver & pour enſeigner la Phyſique par voie d'expérience.

† Depuis la publication de mon Programme, pluſieurs Collèges de Meſſieurs de l'*Oratoire*, de la *Doctrine Chrétienne*, & de *Saint Lazare*, ſe ſont mis dans l'uſage de repréſenter les preuves d'expérience

par les Universités, par les Académies même. Enfin je ne présumois pas que nos Princes honoreroient * mes Cours & de leur présence & de leur attention; qu'ils voudroient bien unir leur voix à celle du Public; & que l'épreuve qu'ils feroient de ma manière d'enseigner, me vaudroit enfin l'honneur de travailler sous les yeux & pour l'utilité de Mon-
dans leurs exercices publics.

L'Uuiversité de *Reims* en use de-même; & j'y ai envoyé une collection d'Instrumens, qui est déjà très considérable.

L'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de *Bordeaux*, s'est aussi meublé depuis quelques années un beau Cabinet de Machines & d'Instrumens de Physique, dont elle m'a fait l'honneur de confier l'exécution à mes soins.

* En 1738. Monseigneur le Duc de Penthièvre voulut voir un de mes Cours de Physique, auquel S. A. S. assista avec beaucoup d'assiduïté & d'attention; peu de tems après j'eus l'honneur d'en faire un à *Versailles* pour S. A. S. Monseigneur le Duc de Chartres, à la clôture de ses études.

Monſeigneur le Dauphin. Ce dernier avantage excitoit mon zèle; mais je le deſirois plus alors, que je n'oſois l'eſpérer.

Ces évènemens, que je ne rappelle point ici par un ſentiment de vanité, quoiqu'ils ſoient bien capables d'en inſpirer, m'aſſurent en quelque ſorte du ſuccès de mon entrepriſe, & de l'aprobation que l'on veut bien lui continuer. C'eſt donc pour m'acquiter de la promeſſe que j'ai faite ſous cette condition, que je publie aujourd'hui cet Ouvrage. Je ne m'excuſerai pas d'en avoir différé cinq ans l'impreſſion : ſi j'ai quelque reproche à craindre, c'eſt peut-être de l'avoir donné trop tôt; car s'il eſt tel que je le ſouhaite, les perſonnes à qui je le deſtine, ne me ſauront pas

mau-

mauvais gré d'y avoir employé tout le tems qu'il me falloit pour le rendre digne d'elles.

Le titre de l'Ouvrage annonce ce qu'il eſt : ce ſont mes Leçons telles que j'ai coutume de les faire depuis neuf ans, à des Compagnies qui s'aſſemblent pour les prendre en commun. Je ſuppoſe toujours que le plus grand nombre n'eſt pas en état d'entendre les expreſſions d'Algèbre ou de Géométrie, & certains détails qui s'écartent trop des prémiers principes. Je penſe auſſi que l'utilité qu'on en peut attendre, ne ſeroit point apperçue par ceux qui ne font qne s'initier, ou qui ont réſolu de ne donner à cette étude que des momens de récreation qui ne prennent rien ſur des occupations

plus

plus néceſſaires rélativement à leur état ou à leur goût. C'eſt pourquoi, plus occupé du ſoin de me faire entendre, que du reproche qu'on me pourroit faire d'avoir abandonné le langage des Sciences dont il eſt aſſez ordinaire de ſe parer, je tâche de parler & d'écrire comme ont fait avant moi quantité d'Auteurs reconnus pour bons, & dont les Ouvrages pour la plupart peuvent être mis entre les mains de tout le monde.

Ce n'eſt pas que je n'eſtime, comme on le doit, ces façons de s'exprimer qui ſont certainement plus préciſes, plus abrégées, & qui mettent en état de ſuivre plus loin une grande partie des connoiſſances qui ſont l'objet de mes Leçons; je m'en ſers même fort uti-

utilement, lorſque je travaille en particulier avec des perſonnes qui veulent faire une étude plus ſérieuſe de la Phyſique, & qui s'y ſont préparées par celle des Mathématiques : mais aiant égard au plus grand nombre de mes Lecteurs, je n'ai pas cru qu'il fût à propos de faire entrer dans le même Ouvrage ces calculs & ces détails, dont ils pourront abſolument ſe paſſer, & qui exigeroient d'eux plus d'efforts & d'aplication qu'on ne peut, ou qu'on ne doit en attendre ; j'ai mieux aimé les réſerver pour des Volumes ſéparés, que je pourrai donner dans la ſuite par forme de Suplémens, & ſous le titre d'*Annotations*.

Quoique je me ſois abſtenu d'employer aucune expreſſion d'Algèbre, aucun ſigne de Géo-

mé-

métrie, par ménagement pour le Lecteur à qui ce langage ne ſeroit point aſſez familier, je n'ai pourtant point porté ces ſortes d'égards juſqu'à m'interdire l'uſage des termes conſacrés : j'ai conformé ma diction à celle qui eſt généralement reçue, afin que la lecture de mon Ouvrage puiſſe ſervir d'introduction à celle des autres Livres de Phyſique : mais j'ai eu ſoin de diſtinguer ces mots par le caractère Italique la prémière fois qu'ils ſont employés, de les définir, & de les expliquer le plus nettement qu'il m'a été poſſible. Et pour ne point interrompre auſſi le diſcours par des définitions trop fréquentes, & qui ſeroient inutiles pour quantité de perſonnes, j'ai mis à la tête de ce prémier Volume un petit Dictionnai-

naire & une Planche où les Commençans trouveront l'explication des termes qui se rencontrent fréquemment dans le corps de l'Ouvrage, & que j'ai supposé être connus du plus grand nombre.

Je ne me présente ici sous les auspices d'aucun Philosophe : ce n'est ni la Physique de Descartes, ni celle de Newton, ni celle de Leibnitz, que je me suis prescrit de suivre particulièrement : c'est, sans aucune préférence personnelle, & sans distinction de nom, celle qu'un accord général & des faits bien constatés me paroissent avoir bien établie. Pénétré de respect, & même de reconnoissance pour les grands-hommes qui nous ont fait part de leurs pensées, & qui nous ont enrichis de leurs découvertes, de quelque Nation

qu'ils

qu'ils ſoient, & dans quelque tems qu'ils aient vécu, j'admire leur génie juſques dans leurs erreurs, & je me fais un devoir de leur rendre l'honneur qui leur eſt dû; mais je n'admets rien ſur leur parole, s'il n'eſt frappé au coin de l'expérience. En matière de Phyſique, on ne doit point être esclave de l'autorité; on devroit l'être encore moins de ſes propres préjugés, reconnoître la vérité par-tout où elle ſe montre, & ne point affecter d'être Newtonien à Paris, & Cartéſien à Londres.

Pour me renfermer plus exactement dans les bornes de mon Titre, je me ſuis diſpenſé de rapporter les différens ſyſtèmes qui ont été propoſés ſur le méchanisme de l'Univers, & qui ont partagé les Philoſophes tant anciens

que

que modernes. Quoiqu'on puiſſe abſolument ignorer tous ces efforts d'imagination, qui pour la plupart ne font point aſſez d'honneur à l'eſprit humain, & dont le plus beau ne peut paſſer que pour un ingénieux *peut-être*; cependant on ne peut guères ſe refuſer la connoiſſance de ceux qui ont eu le plus de crédit, & je rapporterois volontiers ici ce qu'ont penſé Deſcartes & Newton à cet égard, ſi je n'avois été prévenu par un Auteur, dont l'Ouvrage* eſt entre les mains de tout le monde, & qui a traité cette matière avec le même agrément qu'on rencontre dans tous ſes Ecrits.

C'eſt encore pour ne point paſſer au-delà d'une Phyſique ſenſibe & appuyée ſur des faits, que j'é-

* Hiſtoire du Ciel, Liv. II.

j'écarte ſoigneuſement toutes les queſtions métaphyſiques qui pourroient tenir en quelque ſorte aux matières que j'ai à traiter. Si l'on eſt curieux de ſupléer à cette omiſſion, que j'ai faite à deſſein, on pourra lire avec beaucoup de ſatisfaction les Ouvrages du P. Malebranche, & ſur-tout celui qui a pour titre, *La Recherche de la Vérité.*

J'ai ſuivi, en écrivant mes Leçons, la même méthode que j'ai coutume d'employer quand je les fais de vive voix. Je choiſis dans chaque matière ce qu'il y a de plus intéreſſant, de plus nouveau, & qui me paroit le plus propre à être prouvé par des expériences. J'explique, avec le plus de préciſion & de netteté qu'il m'eſt poſſible, l'état de la queſtion; j'en rappelle l'origine, & j'indique, autant que

je

je le ſai, les Auteurs qui paſſent pour l'avoir traitée avec le plus de ſuccès. Je la prouve enſuite par des opérations dont je fais connoître le méchaniſme, aiant ſoin d'en écarter tout ce qui pourroit s'y mêler d'étranger, pour ne point partager l'attention. Enfin je ramène, ſoit à la queſtion même, ſoit aux faits qui m'ont ſervi de preuves, tout ce qui peut y avoir rapport dans les phénomènes de la Nature, dans les procédés des Arts, dans les machines le plus en uſage pour les commodités de la Vie Civile. C'eſt ainſi que j'en ai toujours uſé depuis l'établiſſement de mes Cours; & quoique j'aie étudié avec attention le goût du Public à cet égard, je n'ai rien apperçu qui pût me déterminer à changer cet ordre;

j'ai

j'ai cru voir au contraire qu'il avoit tout l'effet que je m'étois proposé qu'il eût. Il m'a semblé que des principes assez souvent abstraits, & que l'on ne pourroit aprendre de suite sans une aplication laborieuse, s'insinuoient plus aisément dans l'esprit, lorsqu'ils étoient ainsi entrecoupés par des expériences intéressantes, qui obligent d'en reconnoître & la vérité & l'utilité.

Dans la distribution des Matières qu'on doit regarder comme le fond de cet Ouvrage, je me suis attaché à rassembler sous un même titre, celles qui sont nécessairement liées ensemble; & j'ai eu soin de faire précéder les propositions qui peuvent s'entendre plus facilement, & qui doivent servir comme de princi-

pes pour l'intelligence des autres : ainſi, quoiqu'on puiſſe à la rigueur prendre chaque Leçon ſéparément, & que la plupart aient entre elles une eſpèce d'indépendance, je conſeillerai toujours au Lecteur, qui voudra les ſuivre avec plus de facilité & de profit, de les voir dans l'ordre où elles ſont, parce qu'il trouvera dans les prémières des notions qui pourront l'aider pour la ſuite.

Les faits dont je me ſers pour prouver mes propoſitions, ne ſont pas toujours ni auſſi nombreux ni auſſi nouveaux qu'ils pourroient l'être. Ceux qui ont vu l'appareil de mes Inſtrumens, en aſſiſtant à mes Cours, ſeront peut-être ſurpris de ne retrouver dans les gravures de cet Ouvrage, qu'une partie de ce qu'ils ont vu dans mes

Cabi-

Cabinets; il eſt juſte d'expoſer les motifs qui m'ont fait ſuprimer ce qu'on pourroit peut-être deſirer de plus, ſi j'annonçois ces Volumes comme un recueil de mes Démonſtratioms.

Depuis que j'enſeigne la Phyſique Expérimentale, j'ai eu tout lieu de reconnoître que le moyen le plus ſûr de captiver l'attention, & de faire naître promtement les idées, c'eſt, ſuivant la penſée d'un Poëte célèbre *, de parler aux yeux par des opérations ſenſibles. En conſéquence de cette vérité, je me ſuis pourvu de certaines Machines, que j'ai imaginées pour faire entendre mes penſées aux perſonnes qui n'ont des Sciences qu'une teinture très légè-

Segnius irritant animos demiſſa per aures,
Quam quæ ſunt oculis ſubjecta fidelibus.
Horat. de Art. Poët.

légère, & pour leur faire prendre plus facilement, & en moins de tems, certaines notions, sans lesquelles on ne saisiroit pas bien l'état d'une question, ou les preuves qui en établissent la théorie. Mais comme ces moyens n'ont de force que dans l'usage même qu'on en fait, & que les pièces qui les composent n'expriment rien si elles ne sont en jeu, il eût été inutile d'en donner la figure ou la description; c'eût été multiplier, sans aucun avantage, des planches qui sont déjà assez nombreuses.

Une autre raison pour laquelle je me suis dispensé de représenter dans cet Ouvrage tout ce qu'on voit dans mon Ecole, c'est que je n'ai pas cru devoir y faire entrer plus d'expériences qu'il n'en

n'en faut pour prouver ſolidement la doctrine qu'il renferme. Je l'ai déjà dit ailleurs *, je n'ai jamais prétendu faire de mes Leçons un ſpectacle de pur amuſement, où l'on vît répéter, ſans deſſein & ſans choix, un grand nombre d'expériences capables ſeulement d'occuper les yeux. Je crois être plus en état que perſonne en France, de ſatisfaire les Curieux par l'aſſortiment des Machines dont je ſuis muni: mais je ſerois peu flaté qu'on ne vînt chez moi que pour y voir opérer, & je ſuppoſe toujours une curioſité plus raiſonnable dans mes Auditeurs. C'eſt pourquoi, de tous les faits que je ſuis en état de produire pour prouver chaque Propoſi-

* Programme ou Idée Générale d'un Cours de Phyſique, Préf. p. 10.

position, je n'en emploie jamais qu'un certain nombre qui soit suffisant; & par cette économie je gagne du tems pour des choses plus nécessaires, & je me mets en état de varier agréablement & utilement mes preuves, pour des personnes qui assistent plusieurs fois à mes Cours. J'ai eu la même attention en écrivant: je n'ai point voulu que le Lecteur, éblouï d'un nombre superflu d'opérations, pût perdre de vue la doctrine qu'il s'agit d'établir, en lui rapportant des faits dignes d'attention, j'ai compté mettre sous ses yeux des preuves qui affermîssent ses connoissances. En un mot, soit en ouvrant mon Ecole au Public, soit en lui offrant mes Leçons écrites, mon intention a toujours été qu'il y trouvât un Cours de Physique

ſique Expérimentale, & non pas un Cours d'Expériences.

Par la deſcription que j'ai donnée des Inſtrumens ſous le titre de *Préparation*, je n'ai pas prétendu mettre ſuffiſamment au fait de leur conſtruction ceux qui voudroient les imiter : il auroit fallu entrer dans un détail de proportions, de choix de matières, de précautions à prendre, & bien ſouvent de connoiſſances un peu étrangères à mon objet, qui auroit groſſi conſidérablement les volumes, & cela en pure perte pour la plupart des Lecteurs, à qui il ſuffit de voir en gros, qu'un tel effet peut être produit par une certaine méchanique. Mais comme je ſens de reſte combien il ſeroit utile qu'il y eût de bonnes inſtructions ſur le choix des Inſ-

trumens de Physique, & sur la manière de les construire, pour aider le zèle des Amateurs ou des Savans qui s'apliquent à cette Science, & dont le nombre s'accroît tous les jours; j'ai résolu de rassembler dans un Ouvrage séparé, ce qu'un long usage aura pu m'aprendre touchant cette matière. Ce dessein s'exécute actuellement, & l'on en peut voir quelques fragmens dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences pour les années* 1740 *&* 1741, où j'ai seulement suprimé les pratiques qui regardent l'Ouvrier.

Quant au choix des expériences, j'ai quelquefois préféré celles qui sont connues depuis lontems, à d'autres plus récentes; parce que je leur ai trouvé un rapport plus direct aux propositions

que

que j'avois à prouver, ou parce qu'elles donnoient lieu à des aplications plus intéressantes, ou bien enfin parce qu'elles m'ont paru trop belles pour être omises: leur date alors m'a semblé d'autant plus indifférente, que, comme cet Ouvrage n'est point fait pour des Savans de profession, la plupart de ceux qui les y verront, leur trouveront encore tout l'agrément de la nouveauté: & d'ailleurs les choses n'ont-elles de mérite, qu'autant qu'elles sont nouvelles?

On me reprochera peut-être d'avoir fait entrer dans les *aplications* quelques remarques d'une mince utilité, soit que l'objet en mérite peu la peine, soit qu'elles se présentent d'elles-mêmes à tout le monde: mais on doit

faire attention que cet Ouvrage n'eſt pas fait ſeulement pour des perſonnes qui ont déjà vécu un certain tems dans le monde, & à qui l'uſage a donné quelques idées, obſcures & confuſes à-la-vérité, mais avec leſquelles on peut ſentir les cauſes prochaines de ces effets les plus communs. Je le deſtine principalement aux jeunes gens de l'un & de l'autre ſexe, qui paſſent les prémières années de leur vie dans des Collèges ou dans des Penſions, pour qui tout eſt nouveau dans la Nature, dont l'eſprit eſt naturellement avide de ces ſortes de connoiſſances, & qu'il convient d'accoutumer, par des exemples faciles & familiers, à des idées claires & diſtinctes, & à des inductions judicieuſes; car, c'eſt la ré-

réflexion d'un Savant * bien respecté, & bien digne de l'être, *qu'il est toujours utile de penser juste, même sur des sujets inutiles.*

Au reste il faut prendre garde de confondre l'effet avec sa cause; l'un pourroit être connu du Païsan le moins instruit, pendant que l'autre ne le seroit pas du plus savant Philosophe. Quelqu'un ignore-t-il qu'une éponge, une pierre tendre, un morceau de sucre se mouille entièrement avant que d'être tout-à-fait plongé? mais quelqu'un sait-il bien pourquoi cela se fait? D'ailleurs les phénomènes les plus communs ne le paroissent pas toujours également, quand on les considère par toutes les faces. Tout le monde

* Mr. de Fontenelle, Hist. de l'Acad. des Scienc. 1699. Préf. p. 11.

de ſait qu'une pierre tombe en vertu de ſa peſanteur ; mais tout le monde ne ſait pas qu'en tombant, elle doit parcourir des eſpaces qui répondent aux quarrés des tems de ſa chute. En faiſant aplication de ce dernier effet, après l'avoir prouvé, ſi je dis qu'une bouteille ou un verre peut ſe caſſer en tombant, aſſurément je n'inſtruis perſonne : ſi je dis encore qu'en tombant de plus haut, les corps fragiles courent un plus grand riſque, cette vérité ne paroîtra pas plus neuve que la prémière : mais ſi j'ajoute qu'un Corps grave en tombant ſe briſe en vertu de ſa chute accélérée, & qu'on peut prévoir l'effort qu'il ſera capable de faire à la fin de cette chute, en meſurant la hauteur du lieu d'où il tombe, je ne

crois

crois pas que cette obſervation ſoit inutile pour tous ceux à qui je la propoſe ; & ſi quelqu'un après l'avoir lu ſe plaignoit que j'aie voulu lui aprendre qu'un verre peut ſe caſſer en tombant, ou qu'il ſe briſe plus ſurement en tombant de plus haut, il feroit voir qu'il a peu de diſcernement, ou beaucoup de mauvaiſe volonté.

Graces au bon goût qui règne dans notre ſiècle, je puis me dispenſer de prouver que la Phyſique eſt utile, & qu'il n'y a perſonne qui ne puiſſe prendre part aux découvertes dont elle s'enrichit tous les jours. Quoique cette Science porte un nom Grec, on ſait maintenant que ſon objet n'eſt point étranger ; que les connoiſſances qu'elle offre, intéreſſent tout le monde, & que lorſqu'elle

prononce par la voix de l'expérience, elle peut être entendue à tout âge & en tous lieux. L'étude de la Nature étoit encore, pour ainsi dire, au berceau ; la connoissance qu'on avoit de ses phénomènes & de leurs causes, méritoit à peine le nom de Science, qu'un des plus grands-hommes de l'Antiquité la vantoit déjà comme une ressource pour l'esprit-humain, comme une occupation dont il pouvoit tirer avantage dans tous les tems & dans toutes les circonstances de la vie *. Avec combien plus de raison ne pourroit-on pas la recommander comme telle, à présent

* *Hæc studia adolescentiam alunt, senectutem oblectant; secundas res ornant, adversis perfugium ac solatium præbent; delectant domi, non impediunt foris; pernoctant nobiscum, peregrinantur, rusticantur.* Cic. pro Archiâ Poëtâ, n°. 16.

ſent qu'elle occupe dans tous les Etats policés des Compagnies de Savans, que les Princes honorent de leur protection, & qu'ils entretiennent par leurs libéralités; à préſent, dis-je, que ſes progrès s'annoncent tous les ans par des volumes, où chacun peut puiſer ſelon ſon goût, ou ſelon ſes beſoins, des connoiſſances, dont le moindre avantage eſt d'orner l'eſprit?

Quelque état que l'on prenne dans le monde, il eſt bien rare que l'on n'ait pas à réfléchir ſur la force des Corps qui ſe meuvent par leur poids, ou autrement, ſur celle des Animaux, ſur l'impulſion & le mouvement des Fluïdes, ſur l'action & ſur les effets d'une infinité de Machines, nouvelles ou anciennes, touchant

le

le choix desquelles on a souvent intérêt de savoir décider à propos. Est-il possible de voir ces effets admirables des Télescopes, des Lunettes, des Microscopes, dont l'usage est aujourd'hui si commun, sans desirer d'en connoître la méchanique & les propriétés, sur lesquelles la construction de ces Instrumens est fondée? A qui peut-il être inutile d'aprendre ce qu'il y a de nouveau dans une Science d'où dépendent nos amusemens les plus raisonnables, nos commodités, nos besoins? A qui peut-il être indifférent de savoir ou d'ignorer des choses qui peuvent occuper, au moins agréablement, dans des tems & dans des lieux où les douceurs de la société nous manquent?

Mais

Mais l'avantage le plus précieux, & que toute ame bien née ne manque pas de reſſentir en étudiant la Nature, c'eſt la néceſſité où l'on eſt de reconnoître par-tout l'Etre Suprême, qui a formé ce vaſte Univers, & qui préſide ſans ceſſe à ſes propres œuvres. Plus on avance dans cette étude, plus on eſt convaincu que ce qui en fait l'objet, n'eſt point une production du Hazard; tout y annonce une puiſſance infinie qui étonne, une ſageſſe profonde qu'on ne peut aſſez admirer, des intentions & une bonté qui méritent toute notre reconnoiſſance. Ces merveilles que nous avons ſous les yeux, parlent au cœur autant qu'à l'eſprit; en éclairant l'un, il eſt naturel qu'elles touchent l'autre; ce que nous en aprenons,

en

en nous rendant moins ignorans que le vulgaire, peut aussi faire naître en nous des sentimens plus vifs, & nous rendre plus fidèles à nos devoirs.

Un illustre Prélat *, en faisant l'histoire de l'éducation d'un grand Prince qui lui avoit été confiée, me fournit un exemple & une preuve bien autentique des bons effets qu'on peut attendre de la Physique, lorsque les principes de cette Science sont enseignés avec dessein & avec choix, & que celui qu'on en instruit est capable de réflexion. Je finis cette Préface par la traduction de ses propres paroles, telle qu'on la trouve dans celui de ses Ouvra-

* Mr. Bossuet, Evêque de Meaux, dans sa Lettre Latine au Pape Innocent XI. touchant l'Education de feu Monseigneur le Dauphin, p. 16.

Ouvrages qui a pour titre, *Politique tirée de l'Ecriture Sainte*, p. 41. * „ Pour l'expérience des choses naturelles, dit-il, nous avons „ fait faire devant le Prince les „ plus néceſſaires & les plus belles. Il n'y a pas moins trouvé „ de profit que de divertiſſement; „ elles lui ont fait connoître l'induſtrie de l'Eſprit-humain & les „ belles inventions des Arts, ſoit „ pour découvrir les ſecrets de la „ Nature, ou pour l'embellir, ou „ pour l'aider. Mais ce qui eſt plus „ conſidérable, il y a découvert „ l'art de la Nature même, ou plu-

„ tôt

* *Experimenta verò rerum naturalium ſic exhibere fecimus, ut in his Princeps ludo ſuaviſſimo atque utiliſſimo, humanæ mentis hiſtoriam, præclaraque artium inventa, quibus naturam & retegerent & ornarent, interdum adjuvarent: ipſam denique naturæ artem, immò ſummi Opificis & patentiſſimam & occultiſſimam providentiam miraretur.* Boſſuet, loco citato.

„ tôt la Providence de Dieu, qui
„ eſt tout à la fois ſi viſible & ſi
„ cachée. ”

EX-

EXPLICATION

De quelques termes de Géométrie employés dans cet Ouvrage.

AIRE, Superficie ou Eſpace enfermé dans une figure quelconque: l'aire du cercle, par exemple, eſt l'étendue qui eſt terminée par la circonférence.

ANGLE, Ouverture de deux lignes qui ſe rencontrent en un point comme *AC*, *BC*, *fig.* 1. Le point de concours ſe nomme le *ſommet* ou la *pointe* de l'angle. On diſtingue principalement trois ſortes d'angles; ſavoir, l'angle *aigu*, l'angle *droit*, & l'angle *obtus*. L'angle aigu eſt celui dont l'ouverture embraſſe moins que le quart d'un cercle qui auroit pour centre le ſommet de l'angle, comme *ACB*, *fig.* 1. L'angle droit eſt celui dont l'ouverture embraſſe juſtement un quart de cercle, comme *ACD*. Et l'angle obtus eſt celui dont l'ouverture eſt plus grande qu'un quart de cercle, comme *ACE*.

ANGULAIRE, qui a un ou plu-

ſieurs

ſieurs angles : ce terme eſt quelquefois employé pour ſignifier qu'un corps eſt tranchant par pluſieurs endroits.

ARC, Partie de la circonférence d'un cercle. Comme toute cette ligne eſt diviſée en 360 parties égales, les arcs ſe diſtinguent entre eux par le nombre de ces parties ou degrés qu'ils contiennent; ainſi l'on dit, un arc de 10, de 30, de 50 degrés. Celui qui en contient juſtement 90, ſe nomme plus ordinairement *quart de cercle* ; comme lorſqu'il en a 180, on l'appelle communément *demi cercle* : tels ſont les arcs *ABD*, *ADF*, *fig.* 1. On donne auſſi le nom d'arc aux parties de toutes les autres courbes qui ne ſont point circulaires ; on dit l'arc d'une Parabole, d'une Ellipſe, &c.

ATMOSPHERE, Vapeurs ou Exhalaiſons qui ſortent d'un corps, & qui l'entourent uniformement juſqu'à une certaine étendue : ce mot s'entend communément de la maſſe d'air qui enveloppe le Globe terreſtre, & qui reçoit tout ce qui s'exhale continuellement de la Terre.

AXE, Ligne droite qu'on ſuppoſe immobile pendant que le corps qu'elle traverſe fait ſa révolution autour d'elle.

L'axe

L'axe d'une Sphère ou d'un Globe eſt une ligne droite qui paſſe au centre, & qui aboutit à deux points oppoſés de la ſurface, qu'on nomme *pôles*. L'axe d'un Cône eſt auſſi une ligne droite qui commence au ſommet, & qui aboutit au centre de la baſe, comme *IK*, *fig.* 2.

BASE, Ce qui ſert de fondement & d'appui à quelque Corps ou à quelque Machine : on appelle la baſe d'un Cône ou d'une Pyramide, le plan le plus bas qui les termine, comme le cercle repréſenté par *LMK*, *fig.* 2.

CENTRE, Milieu, ou l'Endroit qui eſt également diſtant de toutes les parties oppoſées & correſpondantes d'un même corps. Le centre du Cercle eſt un point également éloigné de tous ceux qui compoſent la circonférence, comme *C*, *fig.* 1. Le centre d'une Sphère ou d'un Globe eſt le point qui eſt également diſtant de toute la ſuperficie. On donne quelquefois le nom de centre à un point qui n'eſt pas également diſtant de tous ceux qui terminent la figure, il ſuffit qu'il partage en deux parties égales tous ſes diamètres : ainſi *P* peut être regardé comme le centre de l'Ellipſe repréſentée par la *fig.* 3.

CER-

CERCLE, Figure terminée par une ligne courbe, dont tous les points *A*, *D*, *F*, *G*, &c. ſont également diſtans d'un autre point *C*, qu'on nomme *le centre*, *fig.* 1. On eſt convenu de diviſer tout Cercle, petit ou grand, en 360 parties égales, qu'on nomme *degrés*; deſorte que ces parties ſont toujours proportionnelles, c'eſt-à-dire, plus grandes dans les grands cercles, plus petites dans les plus petits, mais toujours en même nombre dans les uns & dans les autres. Chaque degré ſe ſubdiviſe en 60 *minutes*, chaque minute en 60 *ſecondes*, & chaque ſeconde en 60 *tierces*. Dans la Sphère on diſtingue deux ſortes de cercles, les grands & les petits. Les prémiers ſont ceux dont le diamètre paſſe au centre même de la Sphère: tels ſont l'Equateur, l'Horizon, le Zodiaque, &c. On appelle petits cercles, ceux dont le plan ne partage pas la Sphère en deux parties égales; ou, ce qui eſt la même choſe, dont le centre n'eſt pas le même que celui de la Sphère: tels ſont les Cercles Polaires, & les deux Tropiques.

CIRCONFERENCE, Ligne courbe qui rentre ſur elle-même, qui termine & renferme un certain eſpace: telle eſt la

ligne

ligne *QTRS*, *fig.* 3. ou *ADFG*, *fig.* 1. On confond aſſez ſouvent le Cercle avec ſa circonférence ; cependant, à parler exactement, la circonférence eſt une ligne qui termine, & le Cercle eſt l'eſpace terminé.

CIRCULAIRE, qui a la forme d'un Cercle, ou qui ſe fait en tournant autour d'un centre : le mouvement d'une fronde eſt circulaire.

CONCAVE, qui eſt creux & rond : le dedans d'une calotte, ou d'un chapeau, eſt concave.

CONCENTRIQUE, qui a le même centre : le cercle *noh*, *fig.* 4. eſt concentrique à *NOH*, parce que le centre *C* eſt commun aux deux.

CONE, Corps ſolide formé par la révolution d'une ligne droite fixée par un bout, & qui décrit par l'autre un cercle dont le rayon eſt plus petit qu'elle : c'eſt la forme qu'on donne communément aux pains de ſucre ; *voyez la fig.* 2. Le point *I* ſe nomme le *ſommet* ou la *pointe* du cône ; la ligne *IK*, ſon *axe* ; & le cercle *LMK*, ſa *baſe*.

CONIQUE, qui a la figure d'un Cône, ou qui appartient au cône : les différentes figures qui naiſſent de la coupe

d'un cône, se nomment *Section Coniques*.

CONVERGENS, se dit de deux rayons de lumière qui tendeut à se réunir en un point. Si *AC*, *BC*, *fig.* 1. étoient deux rayons de lumière qui partîssent des points *A* & *B*, leur *convergence* seroit en *C*, & le degré de cette convergence seroit exprimé par la valeur de l'angle *ACB*.

CONVEXE, courbé ou cintré, comme la surface extérieure d'un Globe.

CORDE, en terme de Géométrie, est une Ligne droite dont les extrémités terminent un arc de cercle comme *NO*, *fig.* 4. Cette ligne se nomme aussi *soutendante*. Si l'arc qu'elle mesure étoit la moitié de la circonférence, ou bien si elle passoit au centre du cercle, alors elle se nommeroit *diamètre*.

COURBE, se dit d'une Ligne dont toutes les parties ne sont pas dans la même direction; telle que l'arc *ABD*, *fig.* 1. On appelle aussi surface courbe, celle dont toutes les parties ne sont pas dans le même plan; telle est celle d'un Globe, d'un Cylindre, &c.

CUBE, Corps solide régulier, terminé par six faces quarrées & égales: les Dez à jouer sont de petits cubes; *voyez la fig.* 5.

CUBI-

CUBIQUE, qui a les dimensions d'un cube: un Pié cubique exprime une quantité de matière contenue sous six faces, dont chacune est d'un pié en quarré.

CURVILIGNE, qui est composé de lignes courbes.

CYLINDRE, est un Solide composé de plusieurs plans circulaires, égaux & concentriques: le prémier & le dernier de ces cercles prennent le nom de *base*, & la ligne *A B* qui passe par tous les centres, se nomme l'*axe* du Cylindre. *Voyez la fig.* 7.

CYLINDRIQUE, qui a la formc ou les dimensions d'un Cylindre; ce qui doit s'entendre d'une cavité, comme d'un corps solide. Un corps de pompe doit être intérieurement bien cylindrique.

DIAGONALE, Ligne droite qui va d'un angle à l'autre opposé, dans une figure à plusieurs côtés; telle est *V X*, *fig.* 6.

DIAMETRE, Ligne droite qui partage un Cercle en deux parties égales, comme *GD*, *fig.* 1. On appelle aussi de ce nom les lignes qui passent par le centre des autres figures, comme *S T*, *fig.* 3. ou *V X*, *fig.* 6. On mesure les Cer-

cles par leurs diamètres, comme aussi toutes les figures, & tous les corps réguliers qui sont composés de cercles; ainsi l'on compare les Cylindres & les Sphères par leurs diamètres.

DIVERGENS, se dit de deux rayons de lumière qui partent d'un même point, & qui vont en s'écartant l'un de l'autre, comme *CA*, *CB*, partant du point *C*, *fig.* 1. La *divergence* se mesure par la valeur de l'angle que font les rayons en s'écartant.

EQUILATERAL, qui a ses côtés égaux, tel est le triangle *CDE*, *fig.* 8. composé de trois lignes égales: celui des côtés sur lequel le triangle est posé, se nomme sa *base*; & l'angle qui est opposé, s'appelle le *sommet*.

EXAGONE, qui a six côtés ou six faces: on dit un Plan exagone, une Pyramide exagone.

EXCENTRIQUE, qui n'a pas le même centre: le cercle *ohi*, *fig.* 4. est excentrique aux deux autres de la même figure, parce que son centre *D* n'est pas le même que le leur qui est en *C*; & la distance qui est entre *C* & *D*, est la mesure de cette *excentricité*.

GLOBE, est un Solide régulier, dont

dont tous les points de la ſurface ſont également diſtans d'un centre commun, *fig.* 9.

GLOBULE, petit Globe : on ſe ſert ſouvent de ce mot pour ſignifier un petit corps rond dans tous les ſens ; le mercure en ſe diviſant ſe met en globules ; les petites parties d'air paroiſſent dans l'eau en forme de globules.

HEMISPHERE, moitié de Sphère ou de Globe: on entend aſſez ſouvent par ce mot, cette partie de la Terre qui eſt bornée par l'horizon rationel ; le Soleil éclaire tous les jours notre hémiſphère.

HORIZONTAL, Parallèle à l'horizon : ce mot déſigne la poſition d'un Plan ou d'une Ligne.

INCIDENCE, ſignifie la chute ou la direction d'une ligne ſur une autre ligne ou ſur un plan : on appelle *angle d'incidence*, celui qui eſt formé par cette rencontre.

LIGNE, eſt une ſuite de points qui ſe touchent : s'ils ſont dans la même direction, ils forment une *ligne droite*, comme *E F*, *fig.* 10. ſinon ils font une *ligne courbe*, comme *E G F*. On conçoit toutes les lignes courbes comme des aſſemblages de lignes droites infiniment

petites, inclinées les unes aux autres, *Ef, fg, gh, ikl, fig.* 10. En ce sens il n'y a point de ligne courbe proprement dite.

OBTUS, se dit d'un Angle qui a plus de 90 degrés. *Voyez* ANGLE.

PARALLELE, se dit d'une Surface ou d'une Ligne qui, dans toute son étendue, est également distante d'une autre ligne ou d'une autre surface. Les lignes *Xx* & *Vu*, de la *fig.* 6. sont parallèles entre elles.

PARALLELOGRAMME, Figure plane dont les côtés opposés sont parallèles entre eux; telle est la *fig.* 6.

PENTAGONE, Figure plane terminée par cinq côtés.

PERPENDICULAIRE, en parlant d'une Ligne ou d'une Superficie, signifie qu'elle se présente à une autre ligne ou surface, de manière qu'elle fait avec elle deux angles droits ou au moins un: la ligne *HI*, *fig.* 11. est perpendiculaire à *LM*.

PLAN, Etendue ou Superficie droite & unie, terminée par une ou par plusieurs lignes droites ou courbes: la *fig.* 1. représente un Plan circulaire; la *fig.* 6. représente un Plan quarré.

POINT, Etendue fort petite, dont

on

on confond les dimenſions.

POLE, l'une des extrémités de l'axe autour duquel ſe font des révolutions. Les Pôles du Monde ſont les deux points immobiles autour deſquels ſe fait le mouvement de toute la Sphère.

POLYGONE, Figure qui a pluſieurs côtés : c'eſt le nom générique dont les eſpèces ſont, le triangle, le quarré, le pentagone, l'exagone, &c.

PRISME, Corps ſolide terminé aux deux bouts par des plans polygones, égaux, ſemblables & parallèles ; & dans ſa longueur, par autant de parallélogrammes qu'il y a de côtés aux deux polygones qu'on nomme les *baſes*. Quand ces deux baſes ſont des triangles, le Priſme ſe nomme *triangulaire* : tel eſt celui qui eſt repréſenté par la *fig.* 12.

PRISMATIQUE, qui a la figure d'un priſme, ou qui a quelque rapport au priſme : on appelle *Verres priſmatiques*, ceux dont on ſe ſert pour ſéparer les rayons de la lumière : on appelle auſſi quelquefois *Couleurs priſmatiques*, les rayons colorés de lumière qu'un priſme de verre fait appercevoir.

PYRAMIDE, Corps ſolide qui a pluſieurs faces, & qui s'élève en diminuant,

fig. 13. Le Cône peut être regardé comme une pyramide ronde.

QUADRILATERE, Figure terminée par quatre lignes droites. La *figure* 6. eſt un Quadrilatère régulier.

QUARRE', Figure à quatre côtés, qui a les quatre angles droits: ſi les quatre côtés ſont égaux, elle ſe nomme *quarré parfait*: s'il y en a deux longs & deux courts, qui ſoient oppoſés entre eux, elle ſe nomme *quarré long*; la *fig.* 6. eſt de la prémière eſpèce.

RAYON, en parlant d'un Cercle, eſt une ligne droite tirée du centre à la circonférence; telle eſt *C B*, ou *C D*, *fig.* 1. le rayon du cercle s'appelle auſſi *demi-diamètre*.

RECTANGLE, ſe dit d'une Figure qui a un, ou pluſieurs angles droits: le triangle *V X u*, *fig.* 6. eſt rectangle, parce que l'un de ſes angles *u* eſt droit.

RECTILIGNE, qui eſt compoſé de lignes droites; les deux triangles, ou le quarré de la *fig.* 6. ſont des figures rectilignes.

SECTEUR, eſt un Triangle formé par un arc & par deux rayons: tel eſt *ABC*, *fig.* 1. Le ſecteur d'une Sphère eſt un cône droit, dont la baſe aboutit au plan d'un ſegment.

SEG-

SEGMENT, eſt une portion d'une Figure curviligne, terminée par un arc & par une corde; *O Z N*, *fig.* 4. eſt un ſegment de cercle. On dit auſſi *ſegment de ſphère*, pour exprimer la partie qui eſt contenue ſous une portion de la ſurface convexe, & ſous un plan qui ne paſſe point par le centre; c'eſt en quoi le ſegment diffère de l'hémiſphère.

SINUS, eſt une Ligne droite qu'on tire de la pointe d'un arc de cercle, perpendiculairement ſur le diamètre qui paſſe par l'autre bout du même arc, & celui-là s'appelle *ſinus droit*, comme *H K*, *fig.* 1. Mais la partie du diamètre coupé par le ſinus droit juſqu'à la circonférence, s'appelle *ſinus verſe*, ou *flèche*, *K G*. Et le rayon entier, ou demi-diamètre, eſt le *ſinus total*, ou le plus grand de tous les ſinus.

SPHERE. Voyez GLOBE.

SPHERIQUE, qui a la figure d'une Sphère, comme une balle parfaitement ronde de toutes parts.

SPHEROÏDE, Corps ſolide qui aproche beaucoup de la figure ſphérique, mais qui n'eſt pas parfaitement rond de toutes parts, n'aiant point tous ſes diamètres égaux; telle eſt la figure

qu'on

qu'on attribue maintenant à la Terre.

TRIANGLE, Figure comprise sous trois lignes qui forment trois angles, *CDE*, *fig.* 8. Les triangles reçoivent différens noms, suivant la nature des lignes & des angles qui les composent. Ainsi l'on appelle triangle *rectiligne*, celui qui est composé de lignes droites; *curviligne*, celui qui est formé par des lignes courbes; *mixte*, celui dont les côtés sont en partie droits & en partie courbes; *rectangle*, celui qui a un angle droit; *équilatéral*, celui dont les côtés sont égaux, &c.

VERTICAL, se dit de ce point du Ciel qui répond directement au-dessus de notre tête, ce que l'on nomme autrement *Zénith*: une ligne qui tombe à plomb de ce point, est nécessairement perpendiculaire à l'horizon; c'est pourquoi l'on se sert quelquefois de ce mot, pour exprimer une direction qui tombe à angles droits sur un plan horizontal.

AVIS

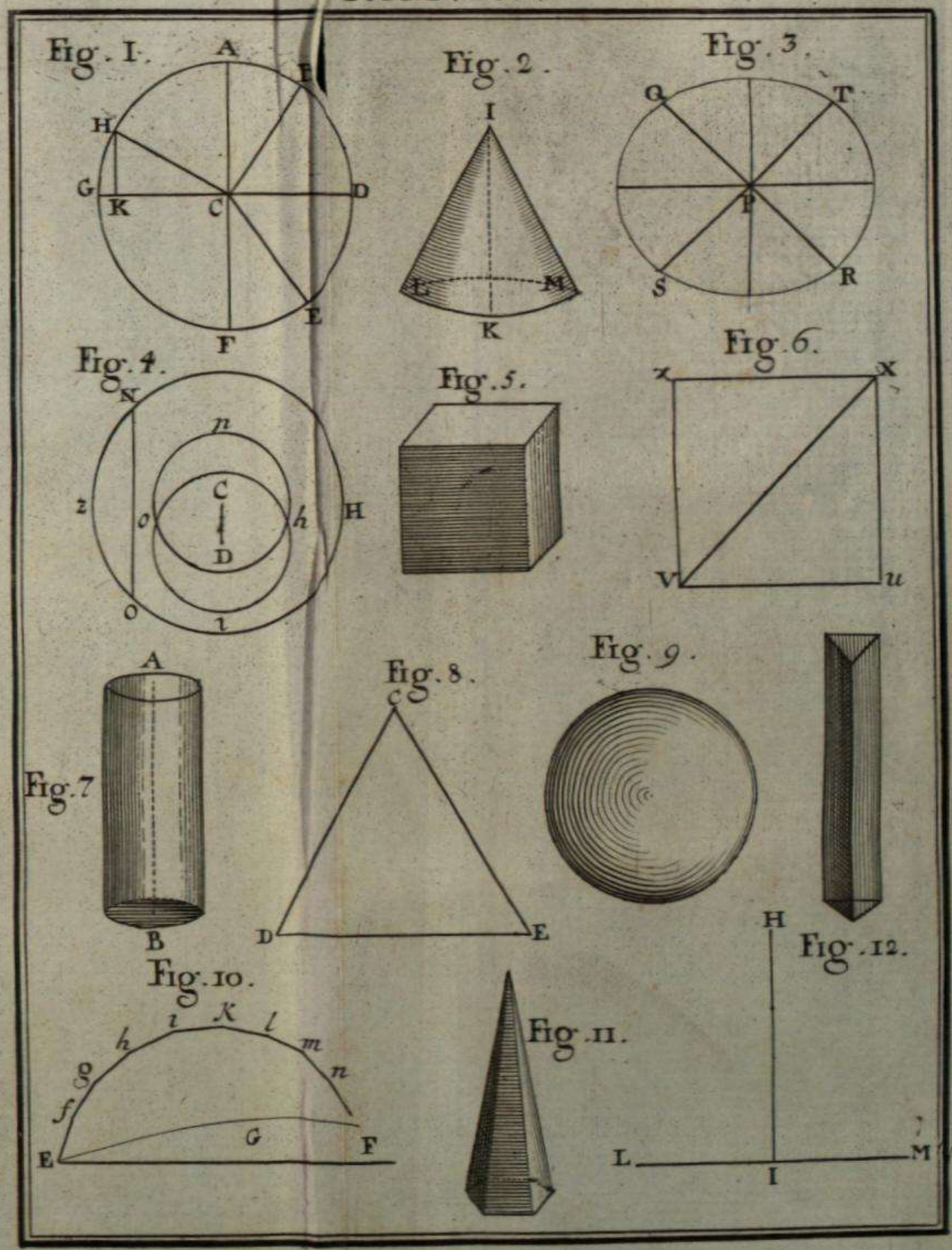
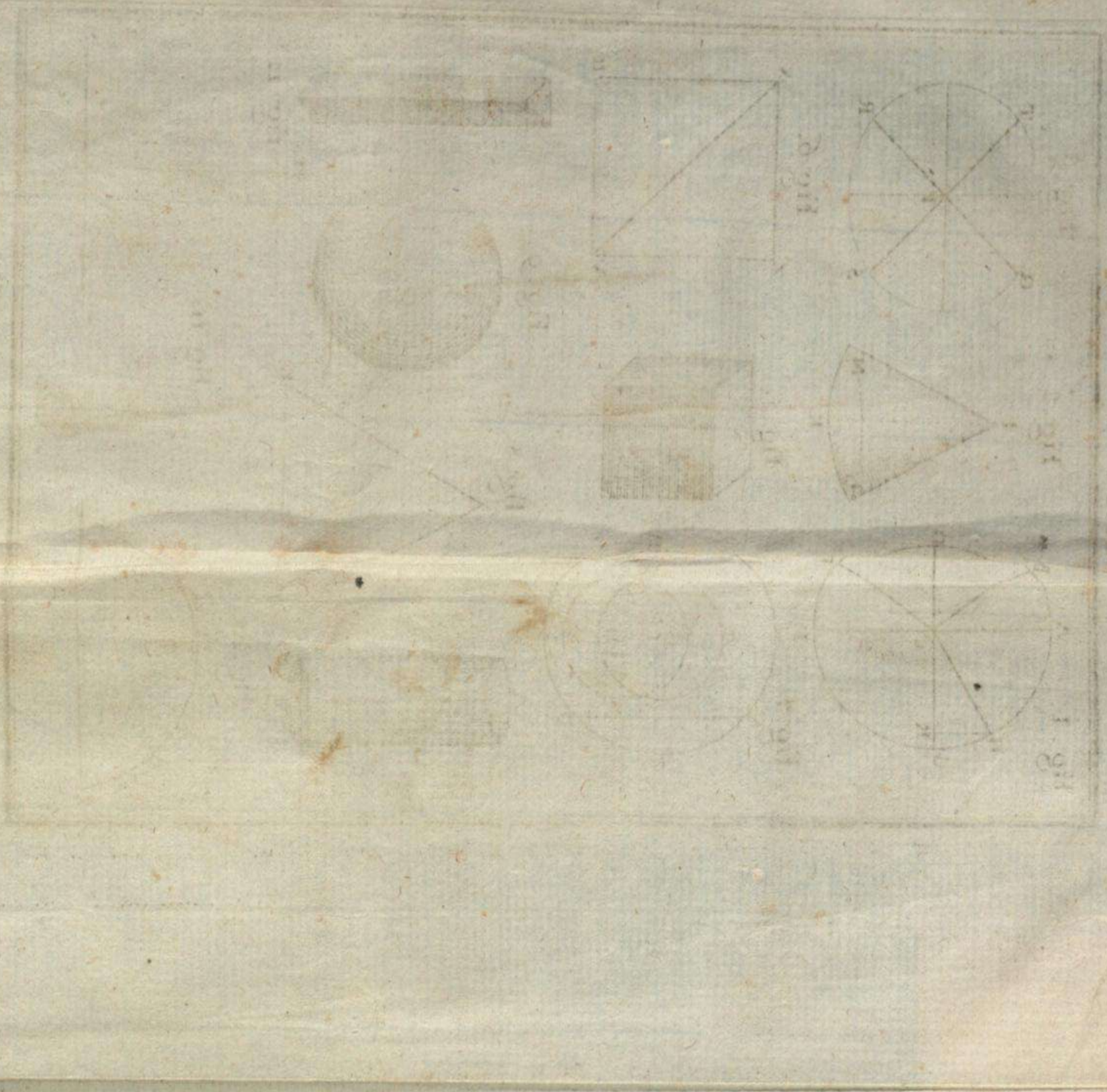


Fig. 1.
A
B
H
G
K
C
D
E
F
Fig. 2.
I
L
M
K
Fig. 3.
Q
T
P
S
R
Fig. 4.
N
n
C
z
o
h
H
D
O
l
Fig. 5.
Fig. 6.
z
X
V
u
A
Fig. 7
B
Fig. 8.
C
D
E
Fig. 9.
Fig. 10.
i
K
l
h
m
g
n
f
G
E
F
Fig. 11.
H
Fig. 12.
L
I
M



AVIS AU RELIEUR.

Les Planches doivent être placées de manière qu'en s'ouvrant elles puissent sortir entièrement du Livre, & se voir à droite, dans l'ordre qui suit.

	lviii. *page*	*planche* *
I. Leçon.	34	1
	50	2
	60	3
	78	4
II. Leçon.	96	1
	120	2
	136	3
	176	4
III. Leçon.	188	1
	222	2
	258	3
IV. Leçon.	268	1
	286	2
	288	3
	300	4
	314	5
	326	6
	372	7

V. Le-

V. Leçon.	10	*page*	*planche* 1
	24	. . . .	2
	42	. . . .	3
	86	. . . .	4
	90	. . . .	5
	97	. . . .	6
VI. Leçon.	154	. . . .	1
	174	. . . .	2
	202	. . . .	3
	210	. . . .	4
	222	. . . .	5
VII. Leçon.	250	. . . .	1
	262	. . . .	2
	266	. . . .	3
	274	. . . .	4
	310	. . . .	5
	316	. . . .	6
	334	. . . .	7
VIII. Leçon.	392	. . . .	1
	466	. . . .	2

LEÇONS

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

PREMIERE LECON.

PRELIMINAIRE.

LA Physique est la Science des Corps : son objet est de les connoître par leurs propriétés, par les effets qu'ils présentent à nos sens, & par les loix selon lesquelles s'exercent leurs actions réciproques. C'est en quoi principalement elle diffère de l'Histoire Naturelle, qui nous aprend seulement quelles sont les productions de la Nature, & les différences sensibles qui les carac-

térisent selon leurs genres & leurs espèces.

Nous apellons *Corps naturels* toutes les Substances matérielles dont l'assemblage compose l'Univers. Ce que nous remarquons en elles d'uniforme & de constant dont nous n'appercevons pas les causes, nous le nommons *Propriété*; & nous partons de-là comme d'un point fixe, pour expliquer les différens phénomènes, sans oser assurer que ce que nous donnons pour prémière cause physique, ne soit l'effet d'un autre principe qui nous est inconnu.

Si nous étions certains d'avoir entièrement pénétré la nature des Corps; si nous savions, à n'en point douter, qu'ils n'ont pas d'autres propriétés que celles qui sont déjà parvenues à notre connoissance, nous pourrions nous flater avec raison d'en avoir une idée complette, & nous n'aurions plus que des aplications à faire pour rendre raison des effets naturels, qui sont l'objet de notre étude. Mais il s'en faut bien que nous puissions le présumer: rien ne nous met en droit de faire une pareille supposi-

tion

tion : l'expérience qui nous a apris ce que nous ſavons de ces propriétés des Corps, bien loin de nous dire qu'elle n'a plus rien à nous faire connoître, ſemble au contraire nous annoncer une ſource intariſſable de nouvelles découvertes, par celles mêmes que nous faiſons tous les jours.

Quoique la Phyſique ne puiſſe pas ſe vanter de ſavoir tout ce que les Corps ont de commun entre eux, ou tout ce qu'il y a de particulier en chacun ; elle connoit cependant un certain nombre d'atributs, qu'elle regarde comme primitifs, juſqu'à ce qu'elle apperçoive une cauſe prémière dont ils ſoient les effets, & qui ſe trouve généralement & d'une manière abſolue dans tout ce qui eſt matière. Telle eſt, par exemple, l'étendue actuelle, la figure en général, la mobilité, &c. qui accompagnent tous les Corps d'une manière inſéparable, dans quelque état ou dans quelque circonſtance qu'ils puiſſent être.

Il eſt des propriétés d'un ordre inférieur, qui ne conviennent à tous

les Corps, qu'autant qu'ils ſont dans certains états ou dans certaines circonſtances: celles-ci pour l'ordinaire ne ſont que des combinaiſons des prémières, & forment une ſeconde claſſe. Telle eſt, par exemple, la *liquidité*, qui dépend probablement de la mobilité reſpective des parties, de leur figure, de leur grandeur, &c. Elle ne convient qu'aux matières qui ſont dans cet état qui les fait nommer *liqueurs*: elle appartient à l'eau qui peut couler, & point à la glace, quoique ce ſoit le même corps.

Enfin ces propriétés du prémier & du ſecond ordre, ſe combinent de plus en plus, & conviennent à un nombre de Corps d'autant moindre: alors elles ne s'étendent plus à tous, comme les prémières; elles n'embraſſent point certains états, comme les ſecondes; elles ſe bornent à des genres, à des eſpèces, aux individus même. Telles ſont pluſieurs propriétés de l'Air, du Feu, de la Lumière, des Métaux, de l'Aimant, &c. Nous allons traiter d'abord des propriétés les plus générales, & nous deſcendrons enſuite dans le détail de

celles

celles qui ſont particulières à certains Corps.

PREMIERE SECTION.

De l'étendue & de la diviſibilité des Corps.

CE qui ſe préſente le prémier à nos idées, ou du moins à nos ſens, quand nous examinons les Corps qui nous environnent, c'eſt leur *étendue*, c'eſt-à-dire, une grandeur limitée d'une façon quelconque, à laquelle on conçoit des parties diſtinguées les unes des autres.

L'étendue matérielle dont il s'agit ici, a trois dimenſions, *longueur*, *largeur*, *& profondeur*, que les Géomètres conſidèrent & meſurent ſéparément l'une de l'autre, mais qui ſont inſéparables en Phyſique: car le plus petit Corps eſt ſolide; il a au moins deux ſurfaces réellement diſtinguées; & comme la profondeur eſt compoſée de ſurfaces, & que les ſurfaces réſultent d'un aſſemblage de lignes,

il s'enſuit que le moindre de tous les Corps eſt long, large, & profond.

Tous les grands Corps, je veux dire ceux dont l'étendue eſt aſſez grande pour être viſible ou palpable, peuvent ſe partager en pluſieurs portions, qui décroiſſent toujours de grandeur, à proportion que la diviſion augmente, juſqu'à ce qu'enfin chacune d'elles échappe à nos ſens. C'eſt ainſi que la lime réduit comme en poudre, un morceau de métal que le ciſeau a ſéparé d'une plus groſſe maſſe.

Quelque petites que nous paroiſſent alors ces portioncules de matière, on ſe perſuade aiſément qu'elles ſont encore diviſibles: les Arts nous font connoître par mille procédés différens, que ces petits corps ſont eux-mêmes des aſſemblages de *molécules*, ou petites maſſes ſéparables les unes des autres: le grain de froment que la meule met en farine, ſe ſubdiviſe encore bien davantage dans l'eau qui l'aide à fermenter.

Ces molécules elles-mêmes, qui ne ſont ſenſibles que lorſqu'elles ſont pluſieurs enſemble, & que nos yeux peuvent à peine diſtinguer les unes

des

des autres avec le meilleur Microſcope, ſe décompoſent encore en bien des occaſions, & nous font connoître d'une manière évidente, qu'elles ont des *parties* qui peuvent être ſéparées les unes des autres, & qui bien ſouvent ne ſe reſſemblent pas. Un morceau de bois mis au feu, ceſſe bientôt d'être du bois : non ſeulement les molécules qui compoſent ſa maſſe, ſe deſuniſſent ; mais les parties même que la Nature avoit liées enſemble pour former ces molécules, cèdent auſſi à l'action du feu, & paroiſſent ſéparément ſous la forme de fumée, de flamme, de cendres, &c.

Enfin ces dernières parties, ſouvent différentes entre elles, mais dont l'union formoit de petites maſſes ſemblables dans un même tout ; ces parties, dis-je, ne ſont point encore des êtres que nous puiſſions regarder comme abſolument inſécables. Quoiqu'on leur donne quelquefois le nom de *principes*, c'eſt plutôt une dénomination d'uſage, qu'un titre ſur lequel on puiſſe s'appuyer pour leur attribuer l'indiviſibilité phyſique. On a raiſon de croire que dans l'état

où elles se présentent ordinairement, elles n'ont point acquis le dernier degré possible de petitesse; elles ont leurs *élémens*, & ces élémens sont encore de nature différente dans plusieurs. Tel est, par exemple, le soufre, qu'on regardoit autrefois comme une de ces substances inaltérables, employées par la Nature dans la composition des Corps, & qu'une Physique plus éclairée trouve encore le moyen de décomposer, & même d'imiter.

Mém. de l'Acad. 1704. *p.* 278.

Mais quand nous avons épuisé tous nos efforts pour diviser une matière, que les procédés nous manquent, & que l'expérience refuse de nous éclairer, que devons-nous penser de la divisibilité des Corps, & quelle doit être la règle de nos conjectures? Devons-nous croire que tout est fait; que nous avons poussé la Nature jusques dans ses derniers retranchemens; & que nous sommes arrivés à ces petits corps simples, avec lesquels on peut croire qu'elle a commencé l'ouvrage que nous avions entrepris de décomposer?

Il y auroit de la présomtion à le penser; & les difficultés même que nous

nous avons trouvées dans nos tentatives, doivent au moins nous faire soupçonner le contraire. Quand nous entreprenons de diviser un Corps, l'exécution en devient de plus en plus difficile, à mesure que les parties divisées décroissent de grandeur. C'est que nous ne pouvons les séparer, qu'en faisant agir entre elles une matière étrangère qui les desunisse, ou en les saisissant extérieurement pour les forcer à se séparer. Plus elles deviennent minces, moins elles donnent de prise aux moyens qu'on emploie; & leur desunion est d'autant plus difficile, qu'elles se ressemblent davantage, ou qu'elles aprochent plus de la prémière simplicité, soit qu'elles se touchent alors par des surfaces plus analogues, soit qu'il se trouve peu de Corps plus durs & plus petits qu'elles pour les entamer. Il est donc tout naturel de croire, que quand une matière ne se divise plus, c'est bien moins parce qu'elle n'a plus de parties à diviser, que parce qu'il n'y a plus rien d'assez subtil pour interrompre sa continuïté.

La Matière est-elle donc divisible à l'infini?

Ce que nous avons dit jusqu'ici, n'engage point à le conclure; & cette question qui fait tant de bruit dans les Ecoles, paroit se réduire à peu de choses quand on veut s'entendre. Car s'il s'agit d'une divisibilité purement idéale, il est évident qu'on peut répondre par l'affirmative; puisqu'alors tout se réduit à savoir, si l'on conçoit toujours comme divisible un Corps, quelque divisé qu'il puisse être. Or il est certain qu'on le conçoit ainsi: on imagine encore deux moitiés dans la plus petite particule: les surfaces qui la renferment, quoiqu'infiniment raprochées, ne se confondent jamais; & l'on pourra toujours dire la même chose à chaque nouvelle division qu'on voudra feindre. Cette divisibilité imaginaire n'a donc point de bornes, desorte que si l'Art & la Nature s'entendoient pour exécuter tout ce que nous pouvons penser, on pourroit trouver dans l'aile de la plus petite Mouche, un nombre de parties qui égaleroit enfin celui des grains de sable qui se rencontrent sur les bords de tout l'Océan: proposition qui ne peut paroître paradoxe, qu'à ceux

qui

qui confondroient la comparaiſon de Nombres (qui eſt la ſeule dont il s'agit ici) avec celles des Grandeurs matérielles.

Mais la Nature eſt-elle auſſi féconde que notre imagination ? ce que nous concevons comme poſſible, a-t-il lieu dans le réel ? Ces petites portions d'étendue qui ſe touchent ſans ſe confondre, pour être réellement diſtinguées l'une de l'autre, ſont-elles pour cela actuellement diviſibles ? Ont-elles jamais exiſté, ou eſt-il même de leur nature de pouvoir exiſter ſéparément l'une de l'autre ? C'eſt ſur quoi l'expérience n'a rien prononcé de certain ; & comme en matière de Phyſique les preuves tirées des faits ſont les ſeules qui éclairent, on peut dire que cette queſtion eſt indéciſe.

Cependant pluſieurs Philoſophes, en ſuppoſant des bornes à cette diviſibilité phyſique, ont pris le parti de dire que les Elémens des Corps étoient abſolument *inſécables*, & que la Nature même en les formant s'étoit impoſé comme une loi de ne les jamais diviſer. Ils citent pour preuve une expérience de ſix mille ans : c'eſt pour

cela, disent-ils, que l'état naturel des choses a toujours subsisté le même depuis sa prémière origine : un chêne est toujours un chêne, un cheval est aujourd'hui ce qu'il étoit au commencement. Si les germes, ou ce qui constitue chaque nature en particulier, étoit quelque chose de divisible, la Nature en général n'auroit-elle pas changé de face, par les différentes mutations qu'auroient souffertes les espèces particulières ?

Quoique j'aie plus de panchant pour admettre les *Atômes* ou Corpuscules insécables, que pour supposer la Matière physiquement divisible à l'infini, je ne puis dissimuler cependant, que l'argument que je viens de citer, tout spécieux qu'il est, n'a point assez de force pour décider la question, & qu'on y peut répondre validement. Car quand même ces petit Etres, production immédiate de la Création, ne seroient point insécables, comme on le suppose, l'Auteur de la Nature n'auroit-il pas pourvu suffisamment à la durée de ses œuvres, en ne laissant dans le Monde que des moyens impuissans pour en dé-

ranger

ranger l'œconomie? Que l'on prouve donc que l'indiviſibilité abſolue des parties primordiales eſt la ſeule voie qu'ait dû prendre la ſageſſe du Créateur pour rendre chaque eſpèce inaltérable. Mais ſi cette admirable uniformité avec laquelle nous voyons que la Nature ſe reproduit tous les jours, n'eſt point une preuve invincible de l'exiſtence des Atômes, elle doit au moins faire penſer que nous ne devons pas nous promettre ſi légèrement de changer, ſelon notre gré, une matière en une autre; tous les moyens que l'Art pourroit nous fournir pour de ſemblables opérations, ne feroient que de foibles imitations de la Nature, des digeſtions, des fermentations, des calcinations, &c. Et ſi la Nature elle-même depuis ſon origine s'eſt conſervée conſtamment, & ſans aucun changement, malgré tous les mouvemens qui ſe ſont opérés & qui s'opèrent tous les jours dans ſon propre ſein, devons-nous nous flater de faire des miracles dans nos Laboratoires? La Chymie, plus ſavante aujourd'hui qu'elle n'a jamais été, abandonne par cette raiſon même,

de plus en plus ces ſortes de prétentions chimériques, pour s'attacher à des opérations d'une utilité plus réelle. Elle décompoſe, le plus qu'elle peut, les productions naturelles, pour en connoître les propriétés, elle en fait des extraits qu'elle tourne à nos uſages; & ſi elle cherche à imiter la Nature, ce n'eſt plus en eſſayant de compoſer des matières, qu'elle ne ſe flate pas même de bien connoître.

De ce que nous venons de dire touchant la diviſibilité des Corps, il réſulte, 1. qu'il n'y a point de bornes à cette diviſion mentale, qui n'exige dans la Matière qu'une diſtinction réelle de parties. 2. Que la diviſibilité phyſiquement poſſible ou non poſſible à l'infini, n'eſt qu'une affaire de ſyſtème, où l'on trouve des probabilités pour & contre. 3. Qu'on ne peut nier au moins une multiplicité de parties actuellement ſéparables, & ſi petites que leur nombre & leur ténuïté ſurpaſſent de beaucoup les idées communes.

La dernière de ces trois propoſitions, eſt la ſeule qui ſoit ſuſceptible de ce genre de preuves auquel nous

nous

nous bornons dans cet Ouvrage. J'en apelle donc à l'expérience, & j'entreprens de faire connoître par des faits dignes de curiosité, ce que l'on doit penser de la prodigieuse divisibilité des Corps.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

QUe l'on établisse sur trois petits cloux, ou d'une manière équivalente, une pièce mince de monnoie de cuivre, d'argent, ou d'or ; & qu'on allume dessous & dessus de la fleur de soufre, ainsi qu'il est représenté par la *Figure* 1.

EFFETS.

Par cette opération, dont certaines gens abusent pour altérer la Monnoie, la pièce se sépare en deux selon son plan ; & sort souvent l'une des deux parties plus mince & plus cassante, laisse encore l'autre assez bien marquée pour ne paroître pas sensiblement diminuée.

Ex-

EXPLICATIONS.

Un Corps eſt diviſé, quand la liaiſon de ſes parties eſt interrompue par une matière étrangère, & qui n'eſt pas propre à s'unir avec elles: c'eſt ainſi qu'une lame de couteau ſépare un morceau de bois en deux. La partie la plus ſubtile du ſoufre qui ſe développe en brulant, & qui s'inſinue de part & d'autre entre les parties du métal dilaté par le feu, forme dans l'intérieur de la pièce, & ſelon ſon plan, une couche de matière étrangère au métal, qui cauſe la diviſion, & qu'on apperçoit quand les parties ſont ſéparées.

APLICATIONS.

La même cauſe qui deſunit les ſurfaces liées, les empêche auſſi de ſe joindre, quand même elles auroient pour cela toutes les diſpoſitions néceſſaires. C'eſt donc par cette raiſon, qu'on emploie les huiles & les graiſſes, pour tenir ſéparées des matières dont on veut empêcher l'union ou le mêlange; quelqur choſe d'humide, pour prévenir l'adhérence de

celles

celles qui ſont graſſes ; des poudres abſorbantes, quand il règne ſur les ſuperficies une fluïdité qui les feroit s'attacher. Ainſi, pour nous ſervir de quelques exemples familiers, nous ferons remarquer qu'on emploie le beurre à froid & par couches dans les pâtes qui doivent être feuilletées ; que l'on enduit de quelque matière liquide l'intérieur des moules où l'on doit couler la cire, le ſoufre, &c. & que l'on poſe ſur du ſable ſec les vaiſſeaux nouvellement formés dans les Manufactures de Porcelaines ou de Fayance. C'eſt auſſi pour cette raiſon, que dans les Arts on a grand ſoin de bien nettoyer les ſurfaces qu'on veut aſſembler à demeure.

L'uſage des colles & des ſoudures n'eſt point un argument qui démente cette propoſition, quoique ce ſoit interpoſer une matière étrangère entre les parties qu'on veut joindre.

Ce qui fait principalement qu'une couche d'eau interpoſée, par exemple, entre deux morceaux de cire, entretient ordinairement leur deſunion ; c'eſt que l'eau n'étant point propre à pénétrer les Corps gras, & ne s'y a-

pli-

pliquant même qu'imparfaitement, ſon interpoſition ne peut point leur ſervir de lien commun. Mais il n'en eſt pas de-même d'une colle qui peut pénétrer tant ſoit peu les pièces qu'elle doit attacher enſemble : c'eſt un corps fluïde quand on l'emploie, & qui par cette raiſon ſe moule de part & d'autre dans les creux inſenſibles des ſurfaces : mais bientôt il devient ſolide, parce que ſon humide l'abandonne, & qu'il pénètre plus avant : alors ces petits liens multipliés preſqu'autant de fois qu'il y a de petits vuides entre les parties ſolides des ſurfaces, font une adhérence très conſidérable. C'eſt par le même principe, quoiqu'un peu différemment, que les ſoudures ſervent à lier les métaux ; un mêlange de plomb & d'étain, par exemple, mis en fuſion par l'attouchement d'un fer chaud, pénètre les prémières ſurfaces du métal dilaté par la même chaleur ; un promt refroidiſſement donne lieu à ſes parties de ſe raprocher ; la ſoudure qui perd en même tems ſa fluïdité, ſe trouve adhérente de part & d'autre, ſert de lien commun aux piéces, & les joint.

II. EX-

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

DAns un verre à boire on met de petites feuilles de cuivre ; dans un autre verre ſemblable on met un peu de limaille de fer ou d'acier ; on verſe dans l'un & dans l'autre une demie once d'eau-forte. Voyez *les Figures* 2. & 3.

EFFETS.

Dans le prémier vaiſſeau il ſe fait un petit bouillonnement ; le métal paroit agité ; ſon volume diminue en apparence ; la liqueur s'échauffe ; elle prend une couleur verte ; les feuilles diſparoiſſent enfin ; & l'on apperçoit une vapeur qui s'élève au-deſſus du verre. Dans l'autre vaſe, on remarque des effets à peu près ſemblables, mais plus promts, plus violens, & la couleur aproche du rouge.

EXPLICATIONS.

Les parties de l'eau-forte qu'on peut

peut considérer comme autant de petits tranchans, ou de petites pointes fort aigues, sont portées entre les parties du cuivre & du fer, par une force dont la connoissance partage encore les Physiciens, & sur laquelle l'expérience n'a point encore prononcé d'une manière décisive : chaque petite masse pénétrée de toutes parts, disparoit peu à peu par la division de ses parties qui nagent indépendamment l'une de l'autre dans la liqueur qui les a desunies, & qui par leur mélange paroit sous une couleur qu'elle n'avoit pas avant l'opération. La chaleur qui nait pendant la dissolution, est une suite naturelle du mouvement des parties & de l'action d'une matière sur l'autre : comme aussi la vapeur qui s'élève sensiblement, est un effet de la chaleur augmentée.

La même chose s'opère dans l'autre verre avec plus de promtitude, & avec plus de violence : la principale raison de cette différence, c'est que l'eau-forte dont on se sert dans ces deux opérations pour diviser les masses, a plus lieu d'exercer son action

tion ſur le fer réduit en limailles, que ſur le cuivre qu'on a laiſſé en feuilles; elle agit d'autant plus, qu'elle eſt apliquée en même tems à plus de ſurface. Or les quantités de matières étant égales, celle-là préſente plus de ſuperficie, qui eſt plus diviſée. Suppoſons, par exemple, une once de fer raſſemblée en une petite maſſe ſphérique; ſi l'on coupe ce petit globe par ſon diamètre, on augmentera ſa ſurface; car il n'aura pas moins qu'auparavant celle de ſes deux hémiſphères, mais il aura de plus celle qu'on aura fait naître par ſa coupe diamétrale: & ſi l'on multiplie les coupes, il eſt aiſé de voir qu'on augmentera de plus en plus ſa ſuperficie.

Une raiſon qu'on peut ajouter, c'eſt que le cuivre à volume égal, eſt plus peſant que le fer: il y a donc plus de vuide dans le dernier de ces deux métaux, & par conſéquent plus d'accès à l'eau-forte, toutes choſes étant égales d'ailleurs.

Quant aux couleurs que prend la liqueur par ces diſſolutions, ce n'eſt point ici le lieu d'en parler; nous expli-

expliquerons ces ſortes d'effets en traitant de la Lumière.

APLICATIONS.

L'eau commune fait à l'égard d'un grand nombre de Corps, ce que l'eau-forte opère ſur les métaux : elle diviſe les terres, les ſels, les ſucs des plantes, &c. elle ſe charge de leurs parties diviſées, & elle les tient ſéparées, tant qu'elle eſt en quantité ſuffiſante pour empêcher qu'elles ne ſe rejoignent. Les Rivières ne paroiſſent troubles après les pluyes ou après les fontes de neiges, que parce qu'elles reçoivent alors dans leurs lits des eaux qui ſont chargées de ſable & de terre. Les Sources Minérales prennent leurs différentes qualités des matières qu'elles contiennent en particules ſi ſubtiles, que leur tranſparence n'en eſt point altérée. Et la Mer eſt ſalée, ſelon l'opinion commune & la plus vraiſemblable, parce qu'elle diſſout des mines de ſel qui ſe rencontrent dans ſon lit, comme il s'en trouve dans les autres parties de la Terre.

Ces ſortes de diſſolutions ne dé-

com-

composent point les Corps ; elles ne font autre chose que diviser leurs masses, & rendre indépendantes les unes des autres leurs molécules ainsi desunies. L'Art nous fournit même des moyens très faciles pour les remettre dans leur prémier état ; il suffit le plus souvent d'évaporer la liqueur qui les tient en dissolution ; & c'est la voie la plus simple, quand leurs parties sont moins évaporables que celles du dissolvant. Cette pratique est en usage pour séparer le sel de l'eau dans les Salines, pour tirer le salpêtre des lessives qui le contiennent, pour rafiner les sucres, pour augmenter la force des bouillons qu'on nomme consommés, & généralement pour épaissir toutes les matières où la partie liquide est trop abondante.

On peut encore rassembler ce qui est dissout, en le précipitant ; ce qui ne manque pas d'arriver toutes les fois qu'on présente au dissolvant une matière plus pénétrable pour lui, que celle dont il est chargé ; car alors, en entrant dans la nouvelle masse, il dépose les autres parties que leur pro-

pre

pre poids rassemble au fond du vase. C'est ce qu'on voit arriver, par exemple, quand on verse de l'esprit de vin sur de l'eau qu'on avoit rassasiée de sucre; parce que l'un de ces deux liquides pénètre l'autre, & abandonne les parties de sucre dont il étoit chargé.

Quand on précipite ainsi les métaux, on le peut faire d'une façon curieuse, & qui n'est que trop capable d'en imposer à ceux qui ne sont point instruits de ces sortes de faits. Si, par exemple, on trempe une lame de fer dans une dissolution de cuivre ou de vitriol bleu avec l'eau-forte, le dissolvant agira par préférence sur le fer, & déposera des parties de cuivre en la place de celles qu'il détachera de la masse de fer, desorte qu'à la fin de l'opération on pourra tirer du vaisseau une lame de véritable cuivre. Mais c'est abuser de cette expérience, que de la proposer comme un procédé pour convertir le fer en cuivre; puisqu'on ne retire jamais de ce dernier métal, que ce qu'on en avoit fait entrer dans la première dissolution.

Les

Les infusions, à proprement parler, ne sont encore que des dissolutions ordinairement plus lentes, avec cette différence, qu'au-lieu de faire disparoître toute la masse, elles en détachent seulement une certaine portion.

Les Corps qu'on fait infuser sont pour l'ordinaire composés de parties de différentes natures : la liqueur qui les pénètre, se charge de celles qui cèdent à son action; & les autres qui s'y refusent, demeurent liées sous un volume qui diffère peu de celui qu'elles avoient. Le Bois d'Inde, celui de Brésil, &c. trempés dans l'eau commune, lui abandonnent un certain suc que la Nature a placé entre les fibres de ces sortes de bois: cet extrait qui fait une teinture, ne laisse point appercevoir de diminution sensible quant au volume, dans les morceaux qui en sont dépouillés.

Les infusions deviennent bien plus promtes & plus chargées avec l'eau chaude : la chaleur augmente la liquidité de l'eau, & la rend plus pénétrante ; elle dilate les solides qu'on y plonge, & les rend plus pénétrables: ces deux raisons concourent au mê-

me effet. Les Racines & les Fruits qu'on fait cuire pour ſervir d'alimens, ne ſe dépouilleroient point dans l'eau froide des ſucs acres & des autres parties deſagréables, qu'on leur ôte en les faiſant bouillir.

Quoique les diſſolutions & les infuſions qui ne font que diviſer ou extraire, ne changent rien à la nature des parties qu'elles ſéparent & qu'elles détachent; cependant elles les rendent propres à des effets, pour leſquels on les apliqueroit envain ſans l'une ou l'autre de ces préparations. Quels ſecours pourroit-on attendre de la plupart des Minéraux ou des Végétaux qu'on emploie dans la Médecine, ſi une diviſion beaucoup plus grande qu'on ne peut la faire avec aucun tranchant ordinaire, ne procuroit à ces mêmes corps une quantité de ſurface ſuffiſante, des grandeurs & des figures convenables aux parties intérieures du corps animé ſur lequel ils doivent agir? Cette agréable variété de couleur qu'on admire dans les Etoffes & dans toutes les matières ſuſceptibles de teinture, ne vient-elle pas des infu-

ſions

ſions en plus grande partie ? Des ſucs qui ſe ſont épaiſſis dans les Plantes mêmes où la Nature les a préparés, & qui y reſteroient en pure perte pour nous, ſe ramoliſſent & s'étendent dans l'eau, qui les pénètre; ils s'impriment avec elle ſur une ſurface préparée; l'eau s'évapore, & l'impreſſion reſte.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La quatrième Figure repréſente une petite Caſſolette de verre en partie pleine d'une liqueur odorante, comme de l'eau de fleurs d'orange, ou de l'eſprit de vin chargé de lavande, & poſée ſur une petite lampe allumée.

EFFETS.

Quand la liqueur commence à bouillir, il ſort par le bec de la caſſolette une vapeur fort abondante, qui ſe répand dans toute la chambre, & qui s'y fait ſentir d'une extrémité à l'autre, ſans cependant qu'il paroiſſe une diminution ſenſible dans le volume de la liqueur, lorſque l'expérience ceſſe après deux ou trois minutes.

EXPLICATIONS.

La vapeur qui porte ſon odeur dans toute la chambre, n'eſt rien autre choſe que la partie la plus évaporable de la liqueur, que le feu a ſéparée de la maſſe, & qu'il a extrèmement diviſée: ces petits corps, nonobſtant le peu de diminution qu'ils cauſent au volume qu'ils ont quité, ſe trouvent en aſſez grand nombre pour ſe répandre également, & ſe faire ſentir dans un très grand eſpace.

Si l'on veut connoître de plus près ce nombre prodigieux de particules odorantes, & ſe repréſenter d'une manière plus préciſe la diviſion ſurprenante qu'a dû ſouffrir la petite quantité de liqueur évaporée, il ſuffit de la comparer au volume d'air contenu dans une chambre qui peut avoir 12. piés en quarré ſur 10. de hauteur.. Quand ce peu de liqueur dont il s'agit, égaleroit deux lignes cubiques avant l'expérience, & qu'après l'évaporation il ne ſe trouvât que 4. particules dans chaque ligne cubique d'air, (ſuppoſition qu'on peut faire en mettant les choſes au

pis)

pis) que de millions de parties n'appercevra-t-on pas par cette comparaiſon, & par ce calcul qu'on peut faire facilement ! Mais ces millions de parties, de combien ne ſeront-ils pas encore augmentés, ſi l'on fait attention que ce qui fait ici l'odeur ſenſiblement répandue, n'eſt que la moindre partie de ce qui s'eſt évaporé? Car dans une liqueur, ou dans une vapeur odorante, on doit diſtinguer les parties propres du liquide, de celles dont il eſt parfumé.

APLICATIONS.

Les Odeurs conſidérées par rapport à nos ſens, ſont des impreſſions faites ſur l'organe par les corpuſcules qui s'exhalent des Corps odorans. Ce qui ſe paſſe en petit dans l'expérience qu'on vient de citer, nous l'éprouvons tous les jours en grand par divers effets naturels. Il règne ſur notre Globe un certain degré de chaleur, qui varie ſelon les tems & les lieux; ce feu que la Nature entretient, & qui met tout en mouvement, joint à d'autres cauſes dont nous parlerons ailleurs, détache continuelle-

ment les parties les plus ſubtiles de tous les Corps qui couvrent la ſurface de la Terre : celles qui ſont propres à ſe faire ſentir par l'odorat, répandues & flottantes comme les autres dans la partie de l'atmoſphère qui en eſt chargée, ſe ſont d'autant plus ſentir, qu'elles ſe trouvent en plus grand nombre dans un volume d'air déterminé. C'eſt par cette raiſon ſans doute, que l'on ſent mieux les fleurs d'un jardin le ſoir, lorſque l'air ſe rafraîchit, que dans le fort de la chaleur du jour. Cette fraîcheur qui condenſe l'air aux aproches de la nuit, en raprochant ſes parties, reſſerre auſſi davantage les exhalaiſons dont il eſt chargé ; & quand on le reſpire en cet état, il porte avec lui ſur l'organe un plus grand nombre de ces parties odorantes dont nous parlons.

Si la chaleur entretient toujours une quantité plus ou moins grande de mouvement dans tous les Corps, & qu'elle occaſionne par-là, comme on n'en peut douter, une perte continuelle de leur ſubſtance ; doit-on s'étonner que tout périſſe avec le tems, & que certains Corps diminuent & s'éva-

s'évanouïſſent promtement? C'eſt ainſi que les Etangs & les Marais ſe deſſèchent, quand les pluies ou les ſources ne réparent point l'évaporation.

Mais pour nous renfermer dans des exemples pris des Corps odorans, ne le remarquons-nous pas d'une manière bien ſenſible dans les Plantes & dans les Fleurs? Pourquoi pendant la grande chaleur s'affoibliſſent-elles juſqu'à plier ſous leur propre poids? Pourquoi le matin reparoiſſent-elles avec leur prémière vigueur? N'eſt-ce pas que ce qui s'exhale pendant le jour, excède la réparation qui vient du ſein de la Terre? Pendant la nuit il n'en eſt pas de-même, les vuides ſe rempliſſent.

Quoique les Plantes par leurs exhalaiſons perdent une ſi grande quantité de leur ſubſtance, on ne peut pas dire pour cela, que la partie deſtinée aux odeurs ait beaucoup de part à leur dépériſſement ſenſible. Il paroit par tous les autres corps de ce genre, que la Nature les a ſoumis à une diviſibilité ſi prodigieuſe, qu'ils peuvent fournir à leur effet pendant des eſpaces de tems qui ſurprennent.

Tout le monde ſait qu'un Grain de muſc ſe fait ſentir d'une manière incommode pendant vingt ans, dans un appartement où l'air ſe renouvelle tous les jours. Ne ſait-on pas de-même que des Chiens courent un Cerf pendant ſix heures quelquefois, ſans avoir le plus ſouvent d'autre guide que l'odeur qu'il laiſſe après lui? Combien donc de corpuſcules cet animal laiſſe-t-il échapper, pour tracer ſi longtems ſa route à quarante autres animaux, à la vue deſquels il ſe dérobe ſouvent?

La plupart des Bêtes, & ſur-tout les Chiens, ont l'odorat très fin: la diſpoſition de cet organe dont la partie principale eſt en dehors, & le fréquent uſage qu'ils en font, contribuent ſans doute à cette délicateſſe que nous n'avons pas. La Nature nous en a dédommagés par le toucher, que nous avons beaucoup plus exquis: c'eſt auſſi de tous nos ſens celui dont nous nous ſervons le plus, après les yeux, dans l'examen que nous faiſons des différens objets qui ſe préſentent. Mais les Animaux qui ne touchent que très rarement par forme d'épreuve, examinent avec le nez ce que leur

vue

vüe leur annonce d'intéressant: comme ils sont presque uniquement occupés du soin de leur nourriture, & qu'il y a beaucoup d'affinité entre l'odorat & le goût, il convenoit qu'ils sûssent mieux flairer qne tâter.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Au fond d'un grand vase de cristal, on délaye le poids d'un grain de Carmin, & l'on remplit d'eau bien nette le vase, qui tient dix pintes de Paris, & qui est représenté par la Figure cinquième.

EFFETS.

La couleur s'étend de manière que tout le volume d'eau en paroit sensiblement teint.

EXPLICATIONS.

Le Carmin est une fécule, ou une espèce de lie très fine, que l'on tire par infusion de la Cochenille, & de quelques matières végétales: les parties qui ont déjà été divisées par la préparation qu'on en a faite, cèdent fort

aiſément à l'action de l'eau qui les pénètre & qui les étend ; de manière qu'elles ſe partagent proportionnellement à toute la maſſe du fluïde.

Pour concevoir aiſément combien la matière eſt diviſée dans cette dernière expérience, il ſuffit de connoître le rapport du poids d'un grain à celui de dix livres, qui eſt comme l'unité à quatre-vingt douze mille cent ſoixante. Mais une quantité d'eau peſant un grain, ſe préſente encore ſous un volume bien ſenſible, qui, pour être coloré uniformement, doit contenir pluſieurs particules de Carmin. Quand on n'y en ſuppoſeroit que dix, le produit que nous venons de citer, ſe trouveroit augmenté encore de dix fois ſa valeur ; ce qui fera neuf cent vingt-un mille ſix cens parties ſenſibles dans un volume, qui étoit bien peu conſidérable avant que d'être étendu dans l'eau.

APLICATIONS.

C'eſt par des particules de matières ainſi diviſées & étendues dans quelques liquides, que les Peintres & les Teinturiers donnent aux ſurfa-

ces

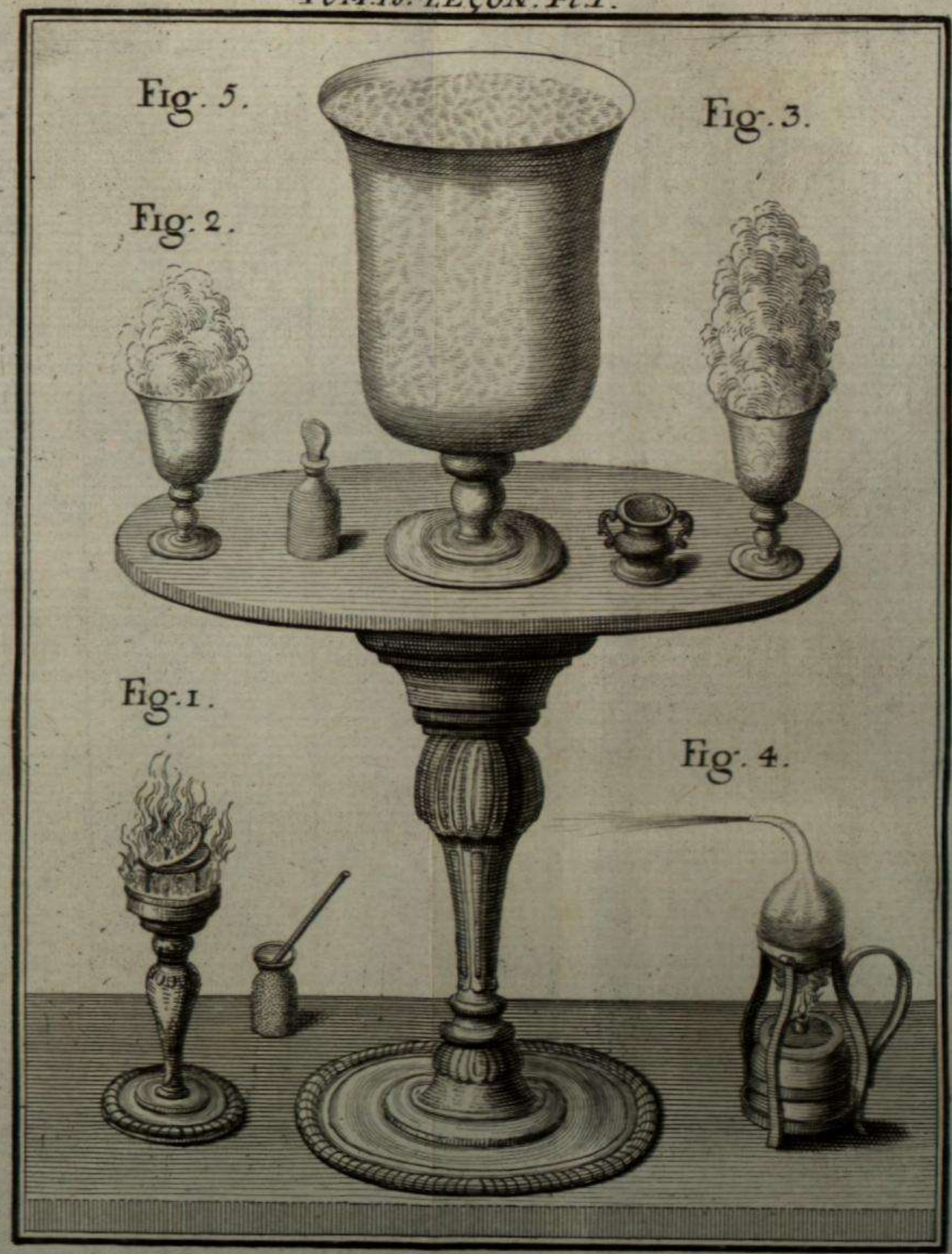


Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.

ces des Corps certaines couleurs qu'elles n'ont pas naturellement. Celles qui ſont peintes toujours cachées ſous l'enduit dont on les couvre, ne ſont plus viſibles par elles-mêmes, mais par les couches dont le pinceau les a revétues. Il n'en eſt pas de-même de celles que l'on fait teindre; on les prépare pour l'ordinaire dans un bain qui par la chaleur, & par l'action de certains ſels, dilate les pores, & creuſe une infinité de petites cellules propres à recevoir enſuite les parties colorantes: c'eſt principalement cette préparation qui rend les teintures durables, & qui empêche que les matières teintes ne ſe décolorent quand on les lave. Ce n'eſt pourtant pas toujours des particules colorantes qui teignent les ſurfaces; nous ferons voir en traitant de la Lumière, que le changement de couleur dépend ſouvent d'un nouvel arrangement que prennent entre elles les parties mêmes des ſurfaces, comme quand l'eau-forte, par exemple, change le papier bleu en rouge, ou que la chaleur rougit une écreviſſe.

OUTRE les expériences que nous ve-

nons de citer pour prouver la divisibilité des Corps, les Arts nous offrent des pratiques ingénieuses qui la font connoître d'une manière aussi évidente. On ne peut voir sans être surpris, la prodigieuse ductilité de l'Or & de l'Argent. Les Ouvriers qui battent & qui filent ces métaux, leur procurent un degré d'étendue, qui s'est attiré depuis longtems l'attention des Philosophes. Boyle * est un des prémiers qui ait fait cette remarque, que le poids d'un grain d'or mis en feuilles, peut couvrir une surface de 50. pouces quarrés. Cette observation donne lieu d'appercevoir par un calcul fort simple, un nombre étonnant de parties visibles dans cette petite quantité de métal. La longueur d'un pouce contient au moins deux cens parties visibles; puisque sur des Instrumens de Mathématiques on le trouve quelquefois partagé par cent divisions, & qu'un Observateur un peu attentif peut fort aisément tenir compte des moitiés. En faisant donc cette supposition, qui est très recevable, une feuille d'or d'un pouce quarré, pourra se couper en deux

* *De mirâ subtilitate effluviorum, cap. 2.*

cens

cens petites bandes plattes, & chaque petite bande en deux cens petits quarrés; desorte que toute la feuille ainsi divisée, donnera quarante mille parties, qui est le produit de 200. multiplié par 200.

Mais dans un grain d'or battu, on trouve 50. petites feuilles semblables à celles que nous venons de diviser : on doit donc multiplier encore 40000. par 50. ce qui donnera deux millions pour la somme des parties que l'on peut compter avec les yeux dans une portioncule de matière qui n'est que la 72. partie d'un gros. Ce nombre, quelque prodigieux qu'il soit, se trouve encore augmenté de moitié, quand on fait attention que chacune de ces particules d'or peut être vue & touchée au moins par deux surfaces, ou par les deux plans opposés dont les dimensions sont égales.

Ce que les feuilles d'or & d'argent nous aprennent de la ductilité de ces deux métaux, & de la divisibilité surprenante de leurs parties, est encore bien au-dessous de ce que l'on remarque chez les Ouvriers qui

préparent le Fil d'argent doré dont on se sert pour fabriquer les Etoffes, le Galon, la Broderie, &c. Cet Art où le commun des hommes ne trouve qu'un objet de commerce, ou des ressources pour le luxe, présente aux yeux d'un Philosophe, des merveilles qui n'ont point échappé aux observations de Boyle, du Père Mersenne, de Rohault, & de plusieurs autres Physiciens, dans ces tems où il n'étoit point encore arrivé au degré de perfection qu'il a acquis depuis. Mr. de Reaumur *, qui l'a examiné avec cette exactitude qu'on lui connoit, en a mieux que personne découvert les beautés, & fait connoître le véritable merveilleux. C'est d'après lui que je vai donner ici une idée de la prodigieuse extension dont l'Or est capable quand on le file.

* *Mém. de l'Acad. des Sc.* 1713. *p.* 205. *&c.*

Avec une quantité de feuilles d'or qui n'excède jamais le poids de six onces, & qu'on diminue quelquefois presque jusqu'à une, on couvre un cylindre d'argent, d'environ 22. pouces de longueur, 15. lignes de diamètre, & du poids de 45. marcs. On fait passer ce rouleau doré successivement

ment par les trous d'une lame d'acier, qui vont en décroiſſant ; de façon que s'allongeant aux dépens de ſon diamètre, il devient enfin auſſi délié qu'un cheveu, & d'une longueur qui égale preſque 97. lieues de 2000. toiſes chacune.

Pendant cette opération l'Or s'étend ſur le fil d'argent à proportion de ſon allongement ; enſorte qu'on doit le conſidérer comme une enveloppe, ou un fourreau dont les parties ne ſouffrent point d'interruption ſenſible. Ce fil doré que l'on nomme trait, paſſe enſuite entre deux rouleaux d'acier poli, qui l'écraſent en forme de lame fort mince, dont on enveloppe un fil de ſoie pour les uſages des différens Arts qui l'emploient ; & dans l'opération des rouleaux, le trait s'allonge encore d'un 7e. Ainſi au-lieu de 97. lieues que nous avons compté pour ſa longueur, on en peut compter 111.

En ſuppoſant donc du fil le plus légèrement doré, voilà une once d'or que l'on doit conſidérer ſous la forme de deux petites lames, dont chacune égale la longueur de 111.

lieues,

lieues, ou qui égalent enſemble 222. lieues. Mais ſi l'on fait attention que le trait en s'écraſant ſous les rouleaux, prend la largeur d'environ un 8e. de ligne, & par conſéquent les deux petites lames d'or qui revêtent l'argent de part & d'autre, on pourra partager encore leur largeur en deux parties; (car une ligne ſe diviſe fort bien en 16. portions ſenſibles;) ainſi au-lieu de deux lames il en faudra compter quatre, qui égaleront en longueur 444. lieues. Dans une telle étendue, combien de toiſes, de piés, de pouces, de lignes! & ſi l'on diviſe ſeulement chaque ligne en 10. quelle ſuite de chiffres ne faudroit-il pas pour exprimer la ſomme des parties viſibles dans une once d'or étendu par la filière? L'imagination ſe refuſe preſque à de pareils nombres; mais pour s'en faire une idée, il ſuffira de comparer la ſurface de notre once d'or filé, à celle d'une égale quantité du même métal en feuilles. La prémière eſt à la ſeconde dans le rapport de 2380. à 146; mais auſſi l'épaiſſeur des feuilles, quelque petite qu'elle ſoit, eſt toujours beaucoup

plus

plus considérable que celle de la couche d'or qui se trouve sur le fil : l'une diminue à peine jusqu'à la trente millième partie d'une ligne ; l'autre se porte souvent à un degré de ténuïté, qui excède la cinq cens vingt-cinq millième partie d'une ligne.

L'Art en filant ainsi les métaux, imite d'assez près la Nature, quant au procédé. La Soie avant que d'être filée pour nos usages, l'a déjà été par les Insectes qui nous la fournissent. La Chenille qu'on nomme communément *Ver à soie*, porte une filière naturelle, par laquelle elle moule ce fil précieux dont elle fait sa coque. Des Personnes * curieuses & attentives aux merveilles de la Nature, considérant l'extrême finesse de cette matière, en mesurérent 300 aunes, qui n'excédérent point le poids de 2 grains $\frac{1}{2}$; & Mr. de Reaumur portant plus loin encore ses Observations, a trouvé que les fils des Araignées, tels qu'elles les produisent immédiatement, & avant qu'elles les joignent pour en former leur toile ; que ces fils, dis-je, sont à l'égard d'un cheveu, moins gros que ne l'est le fil

* *Boyle de mirâ subtilitate effluv. cap. 2.*

trait

trait doré à l'égard du prémier cylindre dont il a été tiré ; & que leur diamètre égale à peine l'épaiſſeur de cette légère couche d'or qui couvre le fil d'argent.

Les Expériences & les Obſervations que nous venons de rapporter, prouvent ſuffiſamment que tous les Corps qui tombent ſous nos ſens, ne ſont autre choſe que des aſſemblages formés par le concours de pluſieurs maſſes plus petites, dont chacune peut ſe diviſer encore en particules ſuſceptibles elles-mêmes de diviſion & de ſubdiviſion.

Lorſqu'en diviſant une matière autant qu'il nous eſt poſſible, nous n'appercevons rien que d'uniforme dans toutes les molécules qui la compoſent, nous lui donnons le nom de *ſimple* : nous ſuppoſons que ſes parties ſont toutes d'une même nature, & nous les appellons *homogènes*, ſans prétendre qu'elles le ſoient abſolument, & juſqu'à ce que quelque découverte nouvelle en faſſe un jour juger autrement.

Nous nommons au contraire *Corps mixtes*, ceux dont les parties miſes à

part

part ne se ressemblent point, comme les Plantes, les Animaux, & quantité de Minéraux, où l'analyse fait voir que plusieurs matières essentiellement différentes (que l'on nomme *hétérogènes*) concourent à la composition d'un même tout.

Les molécules insensibles qui forment une masse continue, sont souvent jointes ensemble de manière qu'il faut employer une force considérable pour les séparer: cette portion de matière se nomme un Corps *dur* ou *solide*. Cette dureté, qui n'est à proprement parler qu'une ténacité plus ou moins grande des parties, & qui n'est jamais parfaite dans les Corps que nous connoissons, puisqu'elle cède toujours à une force finie; cette dureté, dis-je, décroît jusqu'à la *fluïdité*, c'est-à-dire, jusqu'à ce que l'adhérence naturelle des parties suffise à peine pour empêcher qu'elles n'obéïssent librement à leur propre poids, quand il les sollicite à se mouvoir les unes sur les autres, & à changer la figure de leur tout. Enfin la fluïdité qui commence où les Corps cessent d'être regardés

comme

comme ſolides, augmente juſqu'à la *liquidité*, qui a elle-même des degrés. On appelle Corps liquides ou Liqueurs, ceux qui ſont en cet état, où leurs parties aiant un mouvement libre les unes ſur les autres, obéiſſent avec une indépendance mutuelle aux efforts de leur peſanteur, ou à la moindre force qu'on emploie pour les ſéparer; & leurs caractères les plus diſtinctifs ſont de n'avoir d'autre figure, que celle qu'on leur fait prendre dans les vaiſſeaux qui les contiennent, & de ranger leur plus haute ſurface dans un plan parallèle à l'horiſon. L'eau qui coule, par exemple, eſt une liqueur; la fumée qui s'élève dans l'air, & qui change continuellement de forme, eſt un fluïde; & la pierre que l'on taille à coups de marteaux, eſt un corps ſolide.

Nous nous contentons maintenant de définir ces différens états des Corps naturels, parce que nous aurons occaſion d'en parler plus amplement ailleurs, en examinant leurs cauſes.

II. SECTION.

De la Figure des Corps.

TOus les Corps ont une grandeur déterminée, non ſeulement ceux dont les dimenſions frappent nos ſens, mais auſſi les parties de ces mêmes Corps, à quelque degré de ténuïté qu'on les porte par la diviſion, & ſous quelque ordre qu'on les conſidère. La petiteſſe n'eſt point une qualité abſolue; rien n'eſt petit que par comparaiſon à quelque choſe de plus grand; & quand on ſuppoſeroit le moindre de tous les Etres matériels, il ſurpaſſera toujours en grandeur chacune de ſes deux moitiés.

La grandeur, ou (ce qui eſt la même choſe) l'étendue plus ou moins grande d'un Corps, eſt toujours limitée par des ſurfaces qui renferment la quantité de matière qui lui eſt propre: cette quantité de matière ſe nomme ſa *maſſe*; & le plus ou le moins de ſurface non interrompue qui limite ſa grandeur apparente, s'appelle ſon *volume*.

L'or-

L'ordre ou l'arrangement que prennent entre elles les ſurfaces qui terminent le volume des Corps, eſt ce qu'on nomme leur *figure*. Comme ces ſurfaces ne peuvent ſe confondre, & qu'elles ſe diſtinguent toujours par des ſituations rélatives, il eſt évident que d'être figuré, eſt une propriété auſſi commune à tous les Corps, que celle d'être ſolidement étendus, ou d'avoir pluſieurs parties réellement diſtinguées.

Mais ces ſurfaces peuvent varier à l'infini par leur grandeur, leur nombre, leur arrangement reſpectif: c'eſt pourquoi toutes les ſubſtances matérielles à qui il convient eſſentiellement d'avoir une figure en général, reçoivent celle-ci ou celle-là en particulier; & elles ſont auſſi variables, & peut-être auſſi variées entre elles, qu'il eſt poſſible de combiner enſemble la grandeur, le nombre, & l'ordre des ſuperficies.

Cette propriété qu'on pourroit nommer *figurabilité*, s'étend à tous les Corps d'une manière ſi générale, qu'elle les accompagne dans toutes ſortes d'états: elle convient à ceux qui ſe meu-

meuvent, comme à ceux qui ſont en repos; elle convient non ſeulement aux ſolides, mais les fluïdes & les liqueurs ont auſſi leur figure, qui dépend des obſtacles qu'on oppoſe à leur épanchement; la Mer, les Etangs, les Rivières ſont figurés par leurs côtes & par leurs rivages; le Vin, par ſon tonneau; la Flamme & la Fumée, par l'air qui les environne, &c.

Quand au prémier coup d'œil deux Corps paroiſſent terminés de-même, on dit alors qu'ils ſe reſſemblent en figure: ainſi nous appellons cubes les dez d'un Trictrac; parce qu'au prémier aſpect, chacun d'eux ſe préſente ſous ſix faces égales; & nous appellons ſemblables deux ſoldats vétus du même uniforme. Mais cette prémière reſſemblance a des bornes fort étroites; elle ne s'étend qu'à certains caractères généraux, qui ſoutiennent à peine la prémière vue: un examen plus détaillé découvre bientôt une infinité de différences juſques dans les individus de la dernière eſpèce; deſorte qu'on pourroit dire avec juſte raiſon, que dans toute la Nature il eſt probable qu'il n'y a pas deux Etres

parfai-

parfaitement ſemblables, ſur-tout ſi l'on joint à la variété de figure celle de la couleur & du volume. Lorſque nous jettons les yeux ſur un troupeau de Moutons, ils nous paroiſſent tous ſe reſſembler, parce que nous nous arrêtons aux prémières apparences; mais le Berger à qui l'habitude a fait appercevoir des variétés, les diſtingue bien les uns des autres. Dans une foule de Peuple nous ne trouvons pas deux viſages ſemblables, & nous y diſtinguons entre dix mille les traits d'une perſonne que nous cherchons, par l'uſage où nous ſommes de voir des hommes, & d'aprendre à ne les point confondre.

Cette prodigieuſe variété de figures multipliées ſans fin pour ceux qui obſervent plus attentivement, ne convient-elle qu'aux grands Corps, c'eſt-à-dire, à ceux que nous pouvons voir & toucher ſans aucun ſecours de l'Art? ou bien convient-elle également aux molécules de ces mêmes corps? S'étend-elle juſqu'à ceux qui échappent à nos yeux, que nous connoiſſons par d'autres ſens, qui ne ſe font ſentir que pluſieurs enſemble,

&

& que le préjugé ſemble annoncer ſans aucune figure, parce qu'ordinairement on n'eſt point inſtruit de celle qu'ils ont?

Cette queſtion ſe trouve déjà décidée par la définition même que nous avons donnée de la figure en général. Car ſi ce n'eſt autre choſe qu'un aſſemblage de ſurfaces qui terminent une certaine portion de matière, il eſt évident qu'un Corps, quelque petit qu'il puiſſe être, ſera toujours terminé par des ſurfaces, & par conſéquent figuré.

Quoique l'expérience ne puiſſe pas ſe prêter à toute l'étendue de ce raiſonnement, & nous faire voir des figures par-tout où nous avons raiſon de croire qu'il y en a; cependant elle nous en montrera qui ont été longtems ignorées, que l'Art a ſu découvrir depuis; & nous aprendrons par des exemples curieux, que nous ne devons pas chercher à concevoir ſans figure les Corps en qui nos ſens n'en découvrent point.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Aiant placé le Microſcope repréſenté par la *Figure* 6. au jour d'une fenêtre, ou ſi c'eſt la nuit, devant la lumière d'une bougie baſſe, de manière que le Miroir qui eſt deſſous la platine, éclaire par réflection le trou ſur lequel tombe la lentille objective, on fait paſſer le prémier verre du porte-objets ſur lequel on a mis des grains de ſable, & l'on fait deſcendre le corps du Microſcope juſqu'à ce qu'on rencontre le point de vue néceſſaire.

EFFETS.

Aiant placé l'œil au-deſſus & fort près de la prémière lentille oculaire, on apperçoit les grains de ſable tranſparens, comme des criſtaux de la groſſeur d'une muſcade, anguleux & diverſement taillés. *Fig.* 7.

EXPLICATIONS.

Nous n'expliquerons rien ici des effets qui regardent directement l'Optique, parce que nous en traiterons ail-

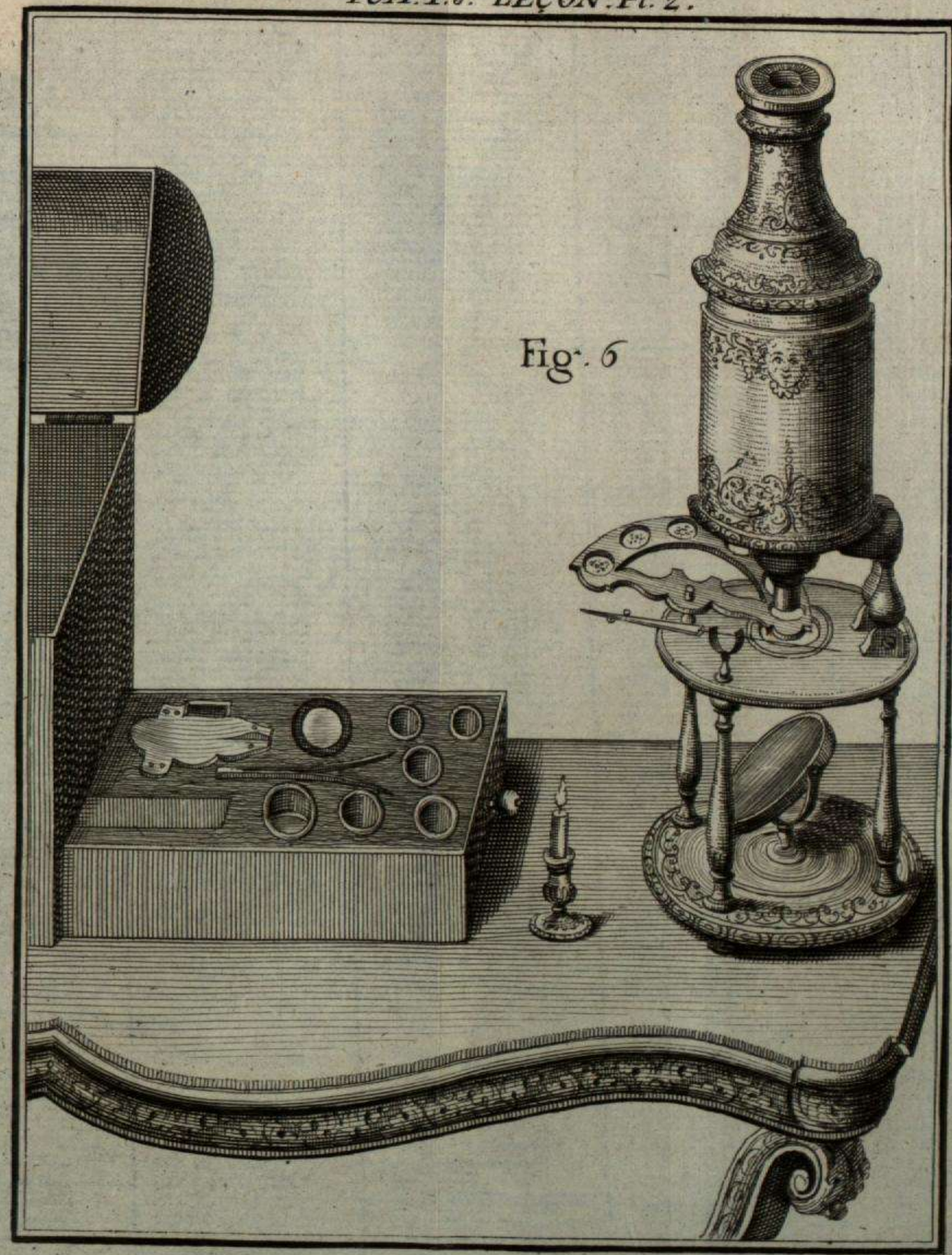


Fig. 6

ailleurs. Nous nous bornerons ſeulement à ceux qui ont rapport à la figure des Corps, dont il eſt préſentement queſtion.

Lorſque nous arrêtons la vue ſur un grain de ſable ordinaire, il paroit comme un point, l'œil confond ſes dimenſions : mais avec le ſecours du Microſcope, l'objet paroit plus grand ; on diſtingue aiſément des lignes, des angles, des ſinuoſités, des contours, des ſurfaces, en un mot une figure bien terminée, dont on apperçoit facilement les différences, quand on la compare à quelque autre.

APLICATIONS.

Les grains de ſable doivent être conſidérés comme autant de petits criſtaux fort durs, préparés par la Nature, & que l'Art aplique utilement à différens uſages. Parce qu'ils ſont petits & anguleux, on s'en ſert commodément pour uſer ou nettoyer les Métaux, ou tous autres Corps encore plus durs, ſur leſquels la lime, ou le tranchant de l'acier, ne trouve plus de priſe : on les mouille en pareil cas pour aider leur mobilité, & pour em-

pêcher, qu'en s'uſant mutuellement, ils ne perdent, avec leurs petits angles tranchans, la propriété qu'ils ont d'entamer les matières les plus ſolides.

La tranſparence du ſable blanc le rend propre à d'autres uſages, il eſt la baſe de tous les ouvrages de verre: le mêlange de quelques ſels, & l'action d'un feu très violent qui le diviſe, & qui en ſépare les ſaletés, met ſes parties en état de ſe lier, & de former une pâte ſuſceptible de toutes ſortes de formes, & qui en ſe refroidiſſant prend de la conſiſtance ſans ceſſer d'être diaphane.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Que l'on faſſe paſſer ſous la lentille le ſecond verre du porte-objets ſur lequel on a mis quelques goutes d'eau ſalée que l'on a laiſſé ſecher.

EFFETS.

En aprochant l'œil du Microſcope, on apperçoit des molécules qui paroiſſent ſous des figures ſemblables,

blables, quand la préparation a été faite avec un même sel: si l'on a employé, par exemple, celui qui vient de la Mer, & qu'on fait servir communément à l'usage des tables, ce qu'on apperçoit avec le Microscope ressemble à de petits cubes. *Fig.* 8.

EXPLICATIONS.

Les parties de ce sel que l'eau avoit divisées, & qu'elle tenoit en dissolution, se sont fixées sur le verre du porte-objets, pendant que la partie liquide s'est évaporée. Avant cette évaporation de l'eau, le secours du Microscope ne suffit pas pour les rendre visibles, parce qu'alors elles sont encore trop divisées & trop minces pour être apperçues: mais à mesure que la liqueur les abandonne, elles se raprochent, & elles forment des molécules d'un plus grand volume: & quand même elles resteroient aussi petites qu'elles étoient dans l'eau, nous ferons voir ailleurs qu'à grandeurs égales, des Corps transparens se voient mieux lorsqu'ils sont plongés dans l'air, que dans toute autre liquide plus matériel.

Chaque Sel qui se cristallise affecte ordinairement une figure qui lui est propre, & qui dépend vraisemblablement de la figure même de ses moindres parties. Le Sel marin, par exemple, forme des cubes, le Salpêtre des aiguilles, le Sucre des globules, &c. *Fig.* 9. & 10.

APLICATIONS.

L'uniformité de figures dans les molécules, n'est point une qualité particulière aux Sels ; on en rencontre beaucoup d'autres exemples, surtout dans le Genre Minéral: le Cristal de roche, & la plupart des Pierres transparentes paroissent assez souvent en petit comme en grand, sous la forme de prisme ou de pyramide exagone: mais on n'en doit pas conclure du particulier au général, que les parties insensibles de tous les Corps sont autant de petits modèles de ce qu'ils sont en plus grand volume.

Le Sel, à cause de son extrême divisibilité, & de la figure anguleuse & pointue de ses parties, s'insinue fort aisément dans les pores de toutes les ma-

matières animales, végétales, ſolides ou liquides ; & par cette raiſon on l'emploie avec ſuccès pour les conſerver. Car la corruption n'étant autre choſe qu'un déplacement de parties, qui change l'état des molécules dans les Corps mixtes, tout ce qui pourra contenir ces parties dans l'ordre qu'elles ont reçu de la Nature, empêchera néceſſairement que les petits compoſés qui réſultent de leur aſſemblage, ne ſoient altérés ; & au contraire tout ce qui donnera lieu au mouvement des moindres parties, occaſionnera corruption. Or les particules ſalines, comme autant de petits coins, rempliſſent les petits vuides, ſoutiennent & appuyent les particules ſolides, arrêtent le progrès de l'évaporation, & conſervent au moins pour quelque tems l'état naturel. C'eſt ainſi que la Chair des Animaux, lorſqu'elle eſt ſalée, demeure plus longtems propre à nos uſages ; & que les Fruits confits dans le ſucre ſe gardent pendant pluſieurs années.

Cette prodigieuſe variété de figures, que l'on obſerve dans tous les Corps inanimés, & dans les petites

maſſes qui les compoſent, n'eſt ni moins grande, ni moins admirable dans le Genre Animal : le même inſtrument qui vient de nous faire voir les angles & les pointes des parties ſalines, nous découvre auſſi un monde de petits Etres vivans, de petits Inſectes, que nous n'eûſſions peut-être jamais ſoupçonné d'exiſter, dont nous n'eûſſions certainement pas deviné les formes, & qu'on doit être curieux de connoître : c'eſt pourquoi j'ajouterai encore l'expérience ſuivante, pour achever de faire voir combien la Nature a varié la figure des Corps en tout genre.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On fait paſſer ſous la lentille objective du Microſcope le troiſième verre du porte-objets, ſur lequel on a mis avec la pointe d'un curedent, une petite goute d'une des liqueurs dont on va donner la préparation.

1. Dans un vaiſſeau dont l'ouverture ſoit un peu large, il faut mettre macérer dans l'eau un peu de foin haché,

ché, de la paille, des fleurs de différentes eſpèces & des parties de plantes quelconques, & l'expoſer environ une ſemaine à l'air libre, mais à l'ombre pendant un tems chaud ; ou bien, ſi l'on en a la commodité, on pourra ſans attendre, puiſer un peu d'eau dans quelque marre aux endroits où il y a de la mouſſe verte, ou quelques autres plantes aquatiques.

2. Dans une fiole de verre qu'il faut tenir ouverte, il faut expoſer de-même du vinaigre commun.

3. Dans un verre à boire, ou dans quelque vaſe équivalent, il faut garder pendant quatre ou cinq jours de l'eau qui ſe trouve dans l'écaille des huitres, lorſqu'on les ouvre.

EFFETS.

On apperçoit dans la prémière liqueur, une infinité de petits animaux qui paroiſſent de différentes eſpèces, ſoit par leurs figures, ſoit par leur façon de ſe mouvoir qui ſont extrêmement variées. Les uns, ſemblables à de petites boules *a*, s'élancent en ligne droite, & forment toujours des angles bien marqués, quand ils changent de *Fig.* II.

directions ; les autres *b*, plus allongés, & d'une forme ovale, ne font que tournoyer : plusieurs laissent appercevoir distinctement des pates, une queue souvent fourchue, & des antennes ; d'autres *c*, composés d'anneaux, se meuvent à la manière des Vers de terre, ou comme les Sangsues. On apperçoit à quelques-uns les principaux organes, & la circulation des humeurs ; & pour peu qu'on observe avec attention, on découvre bientôt jusqu'à la cause finale de leurs mouvemens ; car on en voit qui dévorent les autres, & l'on conçoit sans peine que les uns se meuvent pour joindre leur proie, & les autres pour éviter d'être pris.

Fig. 12. Dans le Vinaigre qui a été exposé plusieurs jours à l'air par un tems doux, on voit des insectes qui par leur figure ressemblent beaucoup à de petites anguilles très vives : il arrive très rarement qu'on les trouve mêlés avec des animaux qu'on puisse juger d'une autre espèce.

Fig. 13. L'eau des Huitres contient un nombre infini de petits animaux qui se ressemblent par la figure, & par la

la manière de se mouvoir : la petite goute dans laquelle ils nagent, paroit semblable à un bassin, dans lequel on verroit fourmiller une quantité prodigieuse de carpes sans nageoires & sans queue; la transparence de leur corps est telle, qu'on apperçoit aisément les parties intérieures.

EXPLICATIONS.

La Nature a varié la figure des plus petits animaux, autant & peut-être plus encore que celle des grands: mais dans ceux-là, comme dans ceux-ci, elle est uniforme & constante pour chaque espèce. Ainsi le Vinaigre préparé comme nous l'avons dit, fait voir des anguilles qui ne diffèrent que par la grandeur; & l'eau d'huitres ne contient pour l'ordinaire que ces animaux dont nous avons parlé.

La prémière liqueur cependant en contient plusieurs qui ne se ressemblent ni par la figure, ni par la manière de se mouvoir: ce n'est point une raison pour conclure, que la figure de ces petits Etres animés, est

un effet du hazard; & qu'une seule & même espèce affecte indifféremment celle-ci ou celle-là. Cette liqueur dont il s'agit, est une infusion de plusieurs sortes de plantes, où différens animaux rencontrent leur nourriture; & l'eau commune qui en est la base, est un milieu qui peut convenir en même tems à ceux qui se nourrissent d'herbes, & à ceux qui sont voraces. Le Brochet vit dans la même eau que la Carpe, quoiqu'ils se nourrissent l'un & l'autre bien différemment; & l'Histoire des Insectes nous fournit nombre d'exemples, qui ont un rapport bien plus direct & plus prochain avec cette supposition. Il n'en est pas tout-à-fait de-même du Vinaigre ou de l'Eau d'huitres: il est probable que ces deux liqueurs ne conviennent qu'à très peu d'espèces de ces petits animaux; & le milieu qu'ils habitent, les met vraisemblablement à l'abri de la poursuite des autres. J'ai essayé plusieurs fois de mettre ensemble des insectes d'eau douce avec ceux du vinaigre, ou avec ceux de l'eau des huitres; les prémiers ont toujours péri dans le prémier instant.

AP-

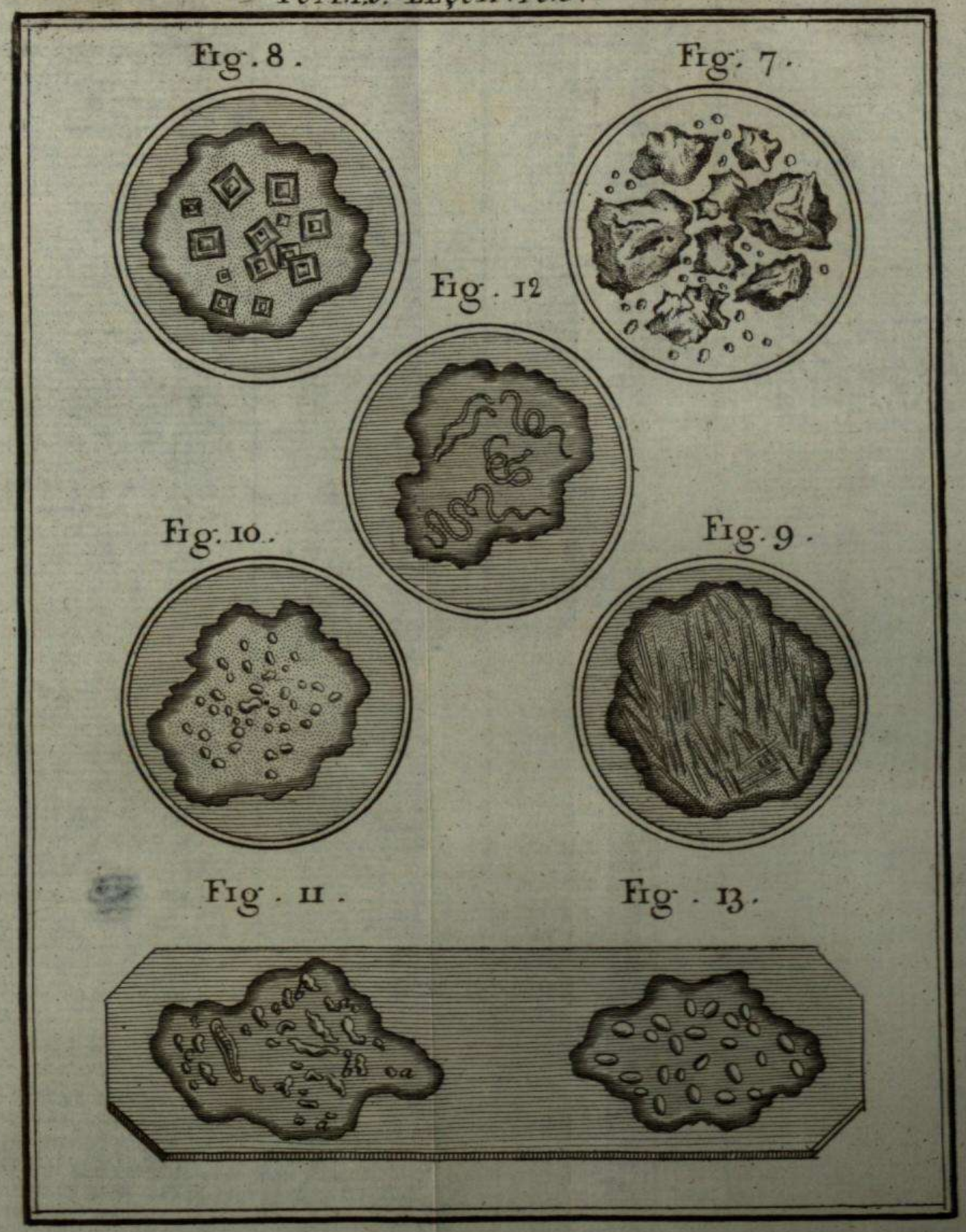
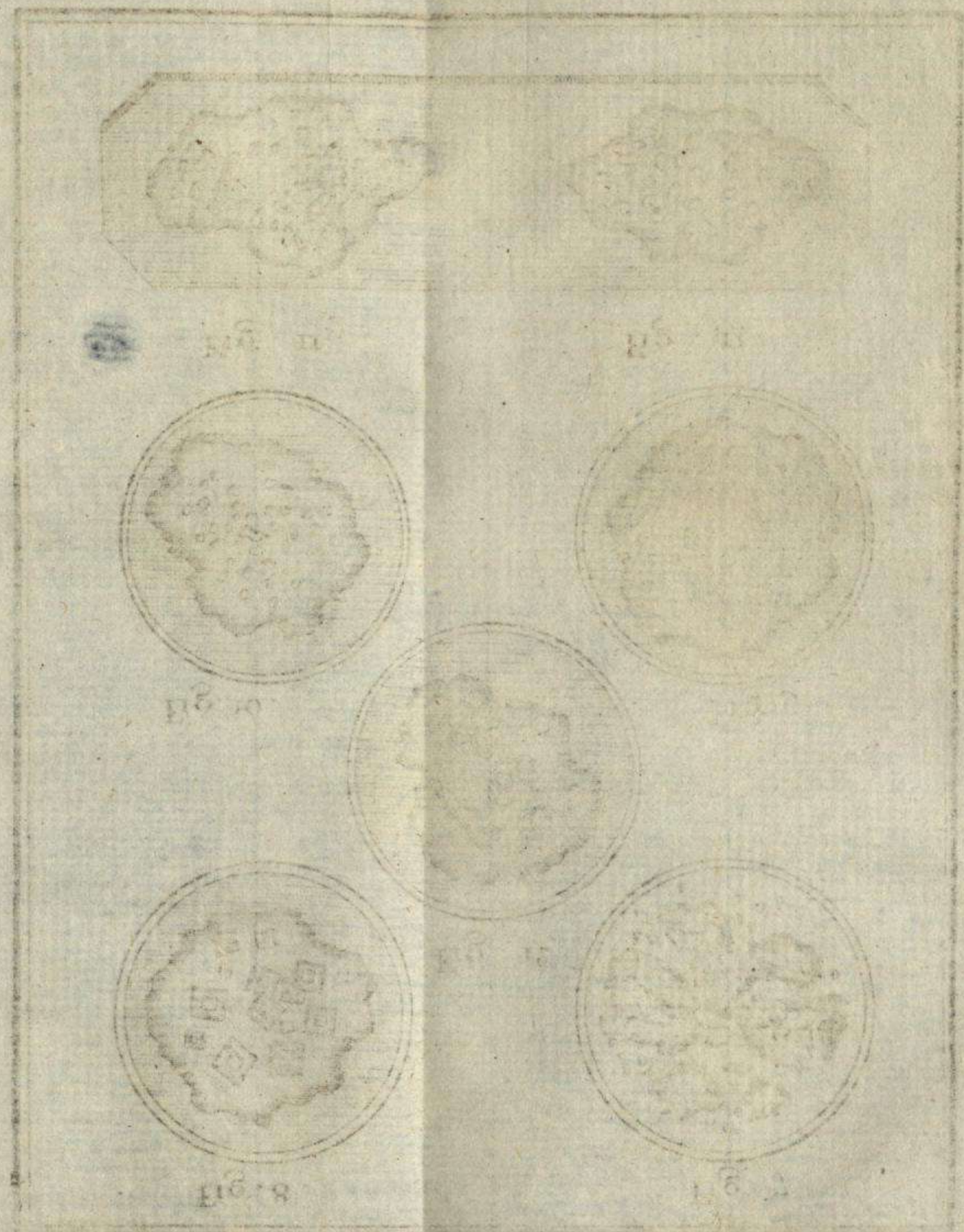


Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 12
Fig. 10.
Fig. 9.
Fig. 11.
Fig. 13.



APLICATIONS.

Les Insectes ont été regardés fort longtems comme les enfans de la corruption, & de la pourriture des autres corps. L'erreur des Anciens touchant leur origine a été telle, qu'ils ont cru pouvoir les faire naître artificiellement, en observant certains procédés, dont ils ont même osé donner des recettes. Ce que le préjugé populaire avoit établi, des Philosophes ont tâché de le confirmer, & d'en rendre raison; & les systèmes que cette opinion a fait naître, ont trouvé des défenseurs jusques dans ces derniers tems. Mais l'hypothèse la plus ingénieuse peut-elle tenir contre des faits qu'il n'est plus permis d'ignorer? Les Naturalistes modernes, mieux instruits qu'on ne l'étoit autrefois de l'Histoire des Insectes, leur ont donné une origine plus noble & plus vraie; ils ont reconnu & constaté par des observations qui ne laissent plus rien d'obscur, que la génération de ces petits animaux est aussi-bien règlée, & d'une uniformité aussi constante

pour chaque eſpèce, que celle des Lions & des Chevaux, &c. Ils ont répondu par des expériences déciſives, à des apparences trompeuſes & trop peu aprofondies, ſur leſquelles on appuyoit l'ancienne opinion. Telle matière corrompue, diſoit-on, fait voir des vers & des mouches; peut-on douter que ces animaux ne doivent leur exiſtence à cette corruption? Comme ſi l'on pouvoit conclure qu'un cadavre de cheval engendre des corbeaux, parce qu'il arrive ſouvent qu'on y trouve de ces oiſeaux voraces aſſemblés; ou qu'un pré fait naître des moutons, parce qu'on y en rencontre des troupeaux qui paiſſent: on pardonneroit de le ſoupçonner à quiconque ne ſauroit pas que les oiſeaux font des nids pour perpétuer leur eſpèce, & qu'un agneau vient d'une brebis. Si l'on peut en quelque façon excuſer ceux qui les prémiers ont été trompés par les apparences, parce qu'alors on n'étoit nullement inſtruit de la vraie manière dont naiſſent ces petits animaux, ſi différens des autres par leurs tailles & par leurs figures; préſente-

ſentement que l'on ſait comment s'engendrent ceux qui ſont aſſez viſibles pour être obſervés, il n'eſt plus permis de penſer que la Nature ſi conforme à elle-même, prenne d'autres voies pour multiplier ceux qu'une extrême petiteſſe permet à peine d'appercevoir avec le Microſcope, ni qu'elle abandonne au hazard le ſoin de les faire naître.

Il faut donc bien ſe garder de croire que les petites anguilles qu'on apperçoit dans le Vinaigre, ainſi que les petits animaux qu'on obſerve dans les infuſions des Plantes, ſoient des parties putréfiées de ces Végétaux, qui ſe convertiſſent en corps animés. L'expérience aprend, que ſi l'on tient les vaiſſeaux fermés, il ne s'y engendre rien : mais on doit penſer que quand ils ſont ouverts, les mères que l'air tranſporte de côté & d'autre, y vont dépoſer leurs œufs ou leurs vermiſſeaux, comme dans un lieu qui doit faciliter leur développement, fournir à leur nourriture, & les faire croître. Cette conjecture (ſi c'en eſt une) eſt ſolidement appuyée ſur des exemples : combien d'eſ-

d'eſpèces de mouches voyons-nous aller placer leurs œufs dans des eaux croupies, où le vermiſſeau venant à éclôre, ſe nourrit & prend ſon accroiſſement, juſqu'à ce que le tems de ſa métamorphoſe étant arrivé, il s'élève dans l'air avec une nouvelle forme & des ailes, qui le rendent ſemblable à ſa mère?

Quelque intéreſſante que ſoit cette matière, je ne dois pas m'y arrêter davantage: le Lecteur curieux d'en être plus amplement inſtruit, doit conſulter l'*Hiſtoire des Inſectes* par Mr. de Reaumur; c'eſt-là qu'il fera connoiſſance avec ce peuple nouveau; c'eſt le bien voir, que de le voir par les yeux d'un tel Obſervateur. Il me ſuffira de remarquer ici, que ſi l'on eſt ſenſible à cette prodigieuſe variété de figures, par leſquelles la Nature a différencié les plus petits corps, il n'eſt point de Genre qui fournîſſe plus à notre curioſité, que celui des Inſectes, où l'on doit admirer également, & les différences qui caractériſent les Eſpèces, & l'uniformité qui règne dans chacune.

III. SECTION.

De la Solidité des Corps.

LA *solidité* d'un Corps n'eſt autre choſe que la quantité de matière qui eſt liée enſemble ſous ſon volume. Je dis, qui eſt liée enſemble; car s'il arrivoit qu'une matière étrangère paſſât librement à travers un corps, & qu'elle y exerçât ſes mouvemens avec indépendance, comme l'eau de la rivière qui baigne intérieurement un monceau de pierres qu'elle rencontre dans ſon lit, cette matière ne contribueroit en rien à la ſolidité dont il eſt ici queſtion. Elle l'augmenteroit au contraire, ſi elle ſe trouvoit fixée ſous le même volume, comme ſi l'eau courante que nous venons de citer pour exemple, devenoit de la glace au moment qu'elle ſe trouve entre les pierres amoncelées. Un panier percé de toutes parts, & plongé dans un fluïde, n'a que ſa propre ſolidité: ſi c'eſt un morceau de bois, il eſt plus ſolide de toute la quantité d'eau

dont

dont il eſt pénétré, & qu'il s'unit à ſa maſſe.

Etre ſolide eſt une propriété, non ſeulement commune, mais même eſſentielle à tous les Corps; ſoit qu'on les conſidère en tout, ſoit qu'on n'ait égard qu'à leurs parties les plus ſimples. C'eſt auſſi le ſigne le moins équivoque de leur exiſtence. Des illuſions d'Optique en impoſent quelquefois à nos yeux, nous ſommes tentés de prendre des phantômes pour des réalités: mais en touchant, nous nous aſſurons du vrai, par la perſuaſion intime où nous ſommes, que tout ce qui eſt Corps eſt ſolide, capable par conſéquent de réſiſtance, & qu'on ne peut placer le doigt ou autre choſe dans un lieu qui eſt occupé par une matière quelconque, ſans employer une force capable de la pouſſer ailleurs.

Toute réſiſtance annonce donc une ſolidité réelle plus ou moins grande: c'eſt une vérité tellement avouée, que je ne crois pas qu'elle ait beſoin d'autre preuve que l'habitude où l'on eſt de confondre les deux idées, quoiqu'à parler exactement,

ment, l'une repréſente la cauſe, & l'autre l'effet. Mais il y a tel cas où l'une & l'autre (la ſolidité & la réſiſtance) échappent à nos ſens, ou à notre attention. Certains corps nous touchent ſans ceſſe, nous touchent par-tout également: l'habitude nous a rendu leur contact ſi familier, que nous avons beſoin d'y réfléchir, pour reconnoître l'impreſſion actuelle qu'ils font ſur nous. Quand on agit dans un air calme, il eſt peu de perſonnes qui penſent qu'elles ont continuellement à vaincre la réſiſtance d'un corps dont la ſolidité s'oppoſe à leurs mouvemens. Si l'on ſortoit de l'atmoſphère pour y rentrer, on ſentiroit ſans réflexion l'attouchement de l'air, comme on ſent celui de l'eau quand on s'y plonge.

Ce qui fait encore que la ſolidité des Fluïdes échappe à notre attention, c'eſt que leurs parties indépendantes les unes des autres, & d'une petiteſſe qui ſurpaſſe beaucoup la délicateſſe de nos ſens, cèdent au moindre de nos efforts, ſur-tout quand elles ſont en petite quantité: & nous ne penſons pas que nous agis-

agiſſons, quand nous agiſſons très peu.

Puiſque les Fuïdes ſont les ſeuls corps dont la ſolidité ait en quelque façon beſoin d'être prouvée, & que la grande facilité qu'ils ont à céder, pourroit faire croire à ceux qui n'y feroient point aſſez d'attention, que ces ſortes de corps ſont incapables de réſiſtance, nous les employerons par préférence dans les expériences que nous appellerons en preuves, & nous choiſirons l'air comme le moins ſolide de tous ceux qu'on peut retenir dans un vaiſſeau fermé, afin que ſa ſolidité bien établie ſur des faits, faſſe conclure à plus forte raiſon la même choſe pour tous les autres corps.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Dans un Vaſe de criſtal repréſenté par la *Fig.* 14. on verſe cinq ou ſix pintes d'eau bien claire, & l'on met flotter ſur la ſurface de l'eau un petit morceau de liège *A*, on deſcend enſuite perpendiculairement le vaſe *B*, afin que l'air qu'il contient ne puiſſe pas s'échapper.

EFFETS.

La partie de la ſurface de l'eau qui répond à l'ouverture du vaiſſeau *B*, s'abaiſſe à meſure qu'on le fait deſcendre : le petit morceau de liège qui flotte deſſus, rend cet abaiſſement ſenſible, & fait voir qu'il n'entre point d'eau dans le vaiſſeau *B*.

EXPLICATIONS.

Le vaiſſeau *B* contient une colonne d'air qui remplit ſa capacité : cette maſſe fluïde, quoique peu matérielle, eſt pourtant compoſée de parties réellement ſolides, qui ne peuvent être déplacées par un autre corps, à moins qu'on ne leur ouvre une nouvelle place qu'elles puiſſent aller occuper. Comme le vaiſſeau *B* eſt fermé de toutes parts, & que l'eau qui ſe préſente à ſon ouverture eſt plus peſante que l'air, ce dernier fluïde ne peut ſortir du lieu où il eſt ; & comme il eſt ſolide en ſes parties, il ſe comporte à l'égard de l'eau qu'il rencontre, comme tout autre corps dont les parties ſeroient liées. Ainſi la ſurface de l'eau baiſſe autant qu'on

fait

fait descendre le vase qui contient l'air ; ce qui devient évident par le petit morceau de liège qui flotte dessus.

Quoique l'air du vaisseau *B* s'oppose à l'eau qui fait effort pour y entrer, sa résistance n'est point telle qu'elle l'en exclue entièrement. Nous verrons ailleurs qu'une masse d'air est un corps flexible, & qu'elle peut se resserrer dans un plus petit volume quand on l'y force: nous ferons voir aussi qu'un corps plongé dans un fluïde, y est d'autant plus pressé, qu'il y descend plus avant. Ces deux principes une fois supposés, expliquent fort bien pourquoi l'eau s'élève un peu dans le vaisseau *B*, malgré la résistance de l'air ; ce qui arriveroit aussi en substituant à l'air toute autre matière flexible, & incapable de se mêler avec l'eau, comme nous le prouverons en parlant de la Compressibilité des Corps. Mais quelque chose qui arrive, & à quelque profondeur que l'on porte le vaisseau *B*, jamais l'eau ne réduira le volume d'air à zéro pour occuper toute la place. Quand une fois l'effort qui se

fait

fait à la base, aura raproché les parties autant qu'elles peuvent l'être, il n'est point de force qui se resserre dans un plus petit espace ; ce qui suffit pour prouver que le fluïde a, comme tous les autres corps, une solidité absolue.

APLICATIONS.

Par l'expérience précédente, pour peu qu'on y pense, on aprend pourquoi l'on ne remplit point un pot, ou tout autre vase semblable, quand on le plonge l'orifice en-bas ; par quelle raison l'entonnoir dont le canal remplit trop exactement le col d'une bouteille, n'est point propre à y introduire une liqueur ; & ce qui oblige d'avoir recours à certaines voies extraordinaires, pour remplir des vaisseaux qui ne sont ouverts que par un très petit canal, comme la cassolette de la 3e. *Exp.* 1e. *Sect.* Le préjugé, ou l'habitude que nous avons de vivre dans l'air, nous fait regarder comme vuide tout ce qui n'est plein que de ce fluïde: dans cette confiance mal fondée, nous croyons qu'une liqueur n'a qu'à se

pré-

présenter de quelque façon que ce soit à l'ouverture d'un vase, pour y trouver accès : mais nous devrions faire attention que toutes ces capacités sont naturellement remplies d'air, comme elles seroient pleines d'eau, si elles avoient été fabriquées au fond d'un étang, & qu'elles n'en fûssent jamais sorties : nous devrions penser de plus, que l'air aiant de la solidité dans ses parties, on ne doit pas prétendre de loger avec lui un autre corps dans le même lieu ; & qu'ainsi, pour mettre de l'eau, du vin, &c. dans une bouteille, il faut que l'air puisse passer entre le col & l'entonnoir pour faire place à la liqueur. Mais quand ce col est tellement étroit, qu'il ne peut pas donner en même tems un passage libre à deux matières qui coulent en sens contraire, c'est-à-dire, à la liqueur qu'on veut faire entrer, & à l'air qui doit sortir, il faut que cela se fasse successivement. C'est pourquoi, quand on veut introduire l'esprit de lavande dans la cassolette que nous avons citée, on commence par la chauffer ; & quand l'action du feu

a

a fait ſortir une bonne partie de l'air qu'elle contenoit, on plonge le col dans la liqueur qui va prendre ſa place. Nous ne conſidérons maintenant dans cet effet, que le déplacement d'un fluïde qui doit précéder l'introduction d'un autre. Lorſque nous expliquerons les propriétés de l'Air, nous ferons connoître comment un vaſe que l'on chauffe, perd une grande partie de l'air qu'il contient.

Nous avons dit pourquoi l'air ne peut point s'échapper du vaiſſeau *B* dans l'expérience précédente : c'eſt par la même raiſon qu'il demeure dans la cloche du Plongeur, & qu'il fournit à ſa reſpiration pendant quelque tems. C'eſt par la raiſon contraire, que l'on puiſe commodément une liqueur dans un vaſe qu'on ne veut pas remuer, avec une eſpèce de chalumeau renflé par le bas, comme il eſt repréſenté par la *Fig.* 15. Car comme cet inſtrument eſt ouvert en *C*, l'air s'échappe par cette iſſue, à meſure que la liqueur s'introduit par *D*; & l'expérience ſuivante aprendra comment on peut le tranſporter plein, en empruntant la réſiſtance de l'air extérieur.

II. EXPERIENCE.

PRÉPARATION.

La *Fig.* 16. représente une espèce de Fontaine, dont le canal *EF* est ouvert de part & d'autre : la partie *E* est élevée d'environ 2 lignes au-dessus du fond du bassin *GH*, qui est percé au centre : on remplit d'eau le réservoir *IK*, jusqu'aux $\frac{3}{4}$ environ.

EFFETS.

Cette Fontaine coule à plusieurs reprises par les petits canaux 1, 2, 3, 4. tant que l'eau contenue dans le réservoir peut fournir à cet effet.

EXPLICATIONS.

Lorsque le canal *EF* est ouvert, il laisse un passage libre à l'air qui exerce intérieurement sa pression sur la surface de l'eau en *IK*. Il y a alors deux causes qui concourent à l'écoulement ; la pression de l'air intérieur, & le poids de l'eau. De ces deux causes, la prémière est contre-balancée par la résistance de l'air extérieur qui répond au bout de chacun des petits ca-

canaux 1, 2, 3, 4. & qui s'oppose par dehors à la chute de l'eau avec une force égale à la pression qui la sollicite par dedans: la seconde cause (le poids de l'eau) subsiste entièrement, & suffit pour la faire couler. Mais si le canal *EF* vient à se boucher, l'air intérieur cessant de presser la surface de l'eau en *IK*, laisse agir librement celui du dehors, dont la résistance l'emporte sur la pesanteur du liquide, & l'écoulement cesse. On se sert assez ingénieusement de l'eau même qui s'écoule, pour causer les intermittences. Comme elle ne peut sortir du bassin *GH* qui la reçoit, que par le trou qui est au centre, elle s'y trouve d'abord, & pendant quelque tems, en assez grande quantité pour noyer l'extrémité *E* du canal; & ce n'est que quand elle est écoulée, qu'il se trouve ouvert de nouveau, & qu'il rend le passage à l'air.

APLICATIONS.

On trouve en différens lieux des sources intermittentes dont les écoulemens sont périodiques: ces effets

naturels qui se rencontrent assez ordinairement dans le voisinage des montagnes, dépendent bien souvent de plusieurs causes qui s'entr'aident pour la même fin ; mais comme les différentes explications qu'on en donne, sont la plupart fondées sur certaines propriétés de l'air que nous n'avons point encore fait connoître, nous différons de les rapporter, jusqu'à ce que l'ordre que nous nous sommes proposé dans cet Ouvrage, nous ait donné lieu de traiter de ce fluïde. Nous supposons seulement ici (ce qu'il a de commun avec tous les autres Corps) qu'il est capable de résister & d'agir sur d'autres matières ; & nous en trouvons des preuves non seulement dans les expériences que nous venons de citer, mais encore dans plusieurs effets que nos propres besoins nous mettent tous les jours sous les yeux. La nécessité de tenir ouverte la partie de l'instrument cité ci-
Fig 15. dessus * pour permettre à l'eau d'y entrer par l'extrémité *D*, ne laisse point ignorer la résistance de l'air qui resteroit enfermé. Mais quand on veut transporter la liqueur qu'on a puisée,

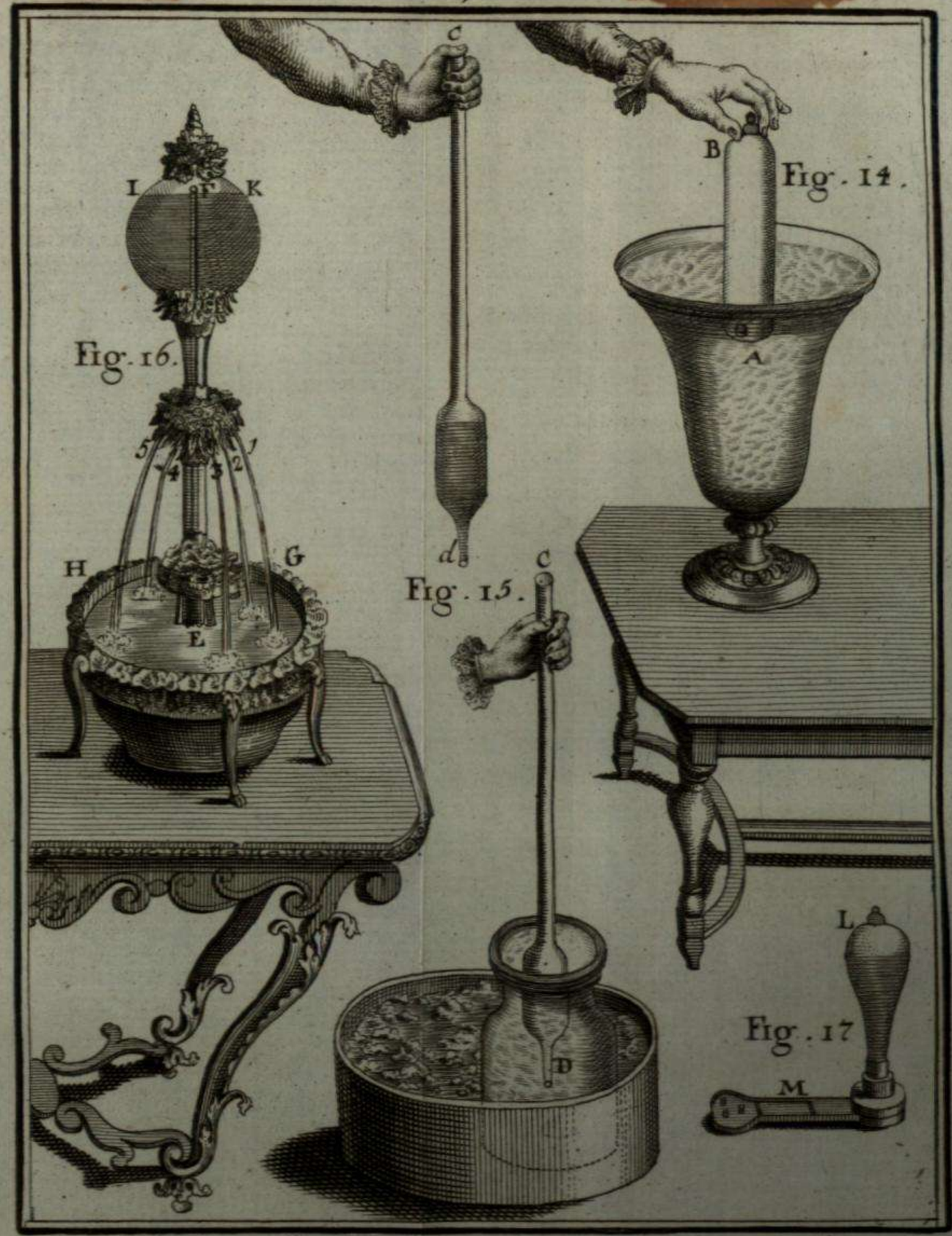
c'est

c'eſt encore par une ſemblable réſiſtance employée en dehors, qu'on en vient à bout. En fermant avec le doigt la partie *c* du canal, on donne lieu à l'air extérieur d'oppoſer toute ſa force en *d* à la chute du liquide renfermé. Les lampes & les encriers dont les réſervoirs ſont des bouteilles renverſées, comme le repréſente la *Fig.* 17. ne ſont encore que des exemples variés des mêmes effets. Si l'on faiſoit la moindre petite ouverture en la partie ſupérieure *L* du vaſe, la liqueur ſe trouveroit alors entre deux puiſſances égales; car l'air qui réſiſteroit en *M* ne feroit qu'équilibre à celui qui preſſeroit par *L*, & l'huile ou l'encre obéiroit librement à ſa peſanteur, qui ne lui permettroit pas de reſter ſuſpendue au-deſſus de ſon niveau. Mais tant que le réſervoir eſt fermé par le haut, l'air qui s'oppoſe en *M* a des forces ſuffiſantes pour ſoutenir la liqueur. Un tonneau plein, quoiqu'ouvert par un trou de vrille, trompe encore l'attente de celui qui l'a percé, s'il oublie de lui donner de l'air par le haut. C'eſt encore par la même cauſe, qu'une bouteille bien bouchée par le col, au fond de la-

quelle on a fait ſecrettement un trou, inonde & ſurprend beaucoup celui à qui on la donne à déboucher.

La Solidité des Corps ſe nomme auſſi *Impénétrabilité*; mais ce terme a beſoin d'être expliqué pour prévenir des objections tirées de certaines expériences, par leſquelles il paroit que pluſieurs matières mêlées enſemble confondent leurs grandeurs, & ſe pénètrent mutuellement: une éponge, par exemple, reçoit intérieurement une quantité d'eau qui ſemble perdre ſon propre volume; puiſque celui ſous lequel elle ſe trouve renfermée après cette eſpèce de pénétration, n'en eſt point ſenſiblement augmenté; un vaiſſeau plein de cendre ou de ſable admet encore une grande quantité de liqueur; & parties égales d'eſprit de vin & d'eau mêlées dans le même vaſe, y tiennent moins de place qu'elles n'en occupoient avant le mêlange. La matière eſt-elle donc pénétrable? ou ſi elle ne l'eſt pas, dans quel ſens faut-il entendre ſon impénétrabilité?

C'eſt qu'il faut ſoigneuſement diſtinguer la grandeur apparente des Corps, de


C
B
Fig. 14.
A
I
F
K
Fig. 16.
5
4
3
2
1
H
G
E
d
Fig. 15.
C
D
L
Fig. 17
M

de leur ſolidité réelle. Les parties indiviſibles (s'il y en a) ſont abſolument impénétrables. Celles même d'un ordre inférieur, qui commencent à être compoſées, ne ſont encore vraiſemblablement jamais pénétrées par aucune matière; en un mot il y a dans tous les corps, quels qu'ils puiſſent être, une certaine quantité de parties qui occupent ſeules les places qu'elles ont, & qui en excluent néceſſairement tout autre corps. Mais ces parties ſolides & impénétrables qui ſont proprement la vraie matière de ces corps, ne ſont pas tellement jointes enſemble, qu'elles ne laiſſent entre elles des eſpaces qui ſont vuides, ou qui ſont pleins d'une autre matière qui n'a aucune liaiſon avec le reſte, & qui cède ſa place à tout ce qui ſe préſente pour l'en exclure: en admettant ces petits interſtices dont nous prouverons l'exiſtence dans la Leçon ſuivante, on conçoit très facilement que l'impénétrabilité des Corps doit s'entendre ſeulement des parties ſolides qui ſe trouvent liées enſemble dans le même tout, & non pas du compoſé qui en réſulte.

II. LEÇON.

De la Porosité, Compressibilité, & Elasticité des Corps.

PREMIERE SECTION.

De la Porosité.

LA Porosité des Corps n'est autre chose que le vuide qui se trouve entre leurs parties solides ; & par ce mot de *vuide* nous ne prétendons pas faire entendre des espaces privés de toute matière : il est indubitable que la plus grande partie de ces interstices loge des fluïdes, dont la présence se manifeste par mille preuves. Quand je plonge dans l'eau une éponge sèche, ou une pierre tendre, j'en vois sortir beaucoup d'air à mesure que l'eau les pénètre : & quand je fais secher des matières humides, elles deviennent plus légères à mesure qu'elles perdent par l'évaporation, ce que leur porosité avoit admis. Ces corpuscules étran-

étrangers ne remplissent que les plus grands vuides; la matière du feu, celle de la lumière que nous voyons passer dans des corps impénétrables à l'air, à l'eau, &c. ne nous permettent point de douter qu'il n'y ait des pores d'un autre ordre, qui se remplissent de ces fluïdes beaucoup moins grossiers que les autres: mais quand on considère la matière propre d'un Corps, c'est toujours en faisant abstraction de toutes ces parties étrangères qui suivent d'autres loix, & qui ne participent point à ses affections. On peut croire aussi qu'après ces prémiers vuides qui n'en sont point à proprement parler, puisqu'ils sont pleins d'une autre matière, il en est d'autres plus petits & qui le sont au sens littéral. La liberté requise pour les mouvemens, semble l'exiger; mais s'ils existent dans la Nature, ils ne sont point susceptibles d'aucune preuve d'expérience. En exceptant donc seulement les parties simples & primordiales des Corps, nous établissons comme une proposition générale, que tout ce qui est composé de parties matérielles est poreux, les Corps durs

comme les Liqueurs, ceux qui ſont organiſés comme ceux qui ne le ſont pas : & s'il y a quelque différence dans les uns & dans les autres, ce n'eſt que par la grandeur, par le nombre, par la figure ou par l'arrangement des pores.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *prémière Figure* repréſente une Machine pneumatique, ſur la platine de laquelle on a établi un canon de verre *N O*, terminé en haut par un vaſe de bois de chêne *P*, qui a été creuſé ſelon le fil du bois, & dont le fond eſt épais d'environ 3 lignes : on met de l'eau dans ce vaſe, & l'on fait agir la pompe.

EFFETS

Après quelques coups de piſton, l'eau contenue dans le vaſe de bois paſſe à travers le fond, & tombe par goutes dans le canon de verre ; le bois s'étend, & quelquefois le vaiſſeau ſe fend.

Ex-

EXPLICATIONS.

La Machine pneumatique eſt un inſtrument qui ſert à pomper l'air qui eſt renfermé dans un vaiſſeau. Nous nous abſtiendrons de rien dire ici de ſa conſtruction & de ſes différens uſages, parce que c'eſt une choſe étrangère à notre objet préſent, & qui trouvera naturellement ſa place dans les Leçons qui traiteront des propriétés de l'Air. Il nous ſuffira de dire ici qu'en faiſant agir la pompe de cette machine dans l'expérence précédente, on peut ôter l'air qui eſt contenu dans le canon de verre *N O*.

Un morceau de bois conſidéré ſelon ſa longueur, eſt un aſſemblage ou un faiſſeau de petites fibres renfermées ſous l'écorce qui leur ſert d'enveloppe commune. On peut s'en faire une idée (fort groſſière à-la-vérité) en ſe repréſentant une botte d'allumettes couvertes d'un fourreau. Quelque menues que puiſſent être ces fibres ligneuſes, elles ne s'aprochent jamais de manière qu'elles ne laiſſent entre elles des interſtices qui forment autant de petits canaux. En creuſant

le vase de l'expérience précédente, on a réduit la longueur de ces canaux à l'épaisseur du fond qui n'est que de deux ou trois lignes: ainsi l'on peut considérer ce fond comme un crible ouvert par une infinité de petits trous qui passent d'une surface à l'autre: cependant les pores du bois de chêne sont si petits, que l'eau dont on remplit le vaisseau, aidée de son seul poids, ne peut se faire jour à travers. Il faut emprunter une force étrangère qui la mette en état d'agrandir les passages & de pénétrer: on se sert ici de la pression de l'air extérieur, qui agit toujours sur la surface de l'eau, mais qui ne peut avoir son effet que quand on diminue, ou qu'on fait cesser la résistance de celui qui est renfermé dans le canon de verre, & qui lui fait équilibre, tant qu'il y reste: ainsi, après quelques coups de piston, l'eau poussée par dehors n'étant plus soutenue par dedans *N O*, filtre à travers le fond du vase de bois, & s'amasse en goutes, qui forment en tombant une espèce de pluye.

Les pores n'ont pas pu s'agrandir, que les parties solides du bois ne se

soient

ſoient écartées les unes des autres, & que la ſurface ne ſe ſoit étendue: mais ſi la circonférence que l'eau pénètre moins, ne s'étend pas proportionnellement autant que le milieu, le fond du vaſe deviendra courbe, ou le vaſe lui-même s'ouvrira par quelque fente.

APLICATIONS.

Les bois qu'on nomme *tendres* (parce qu'étant plus poreux que les autres ils ſont plus aiſés à couper) lorsque leur ſurface n'eſt enduite d'aucune matière graſſe, deviennent humides, quand ils ſont plus ſecs que l'air qui les touche; ou bien ils perdent une partie de leur humidité, s'ils ſont dans un air qui en ait moins qu'eux; parce qu'il eſt de la nature des Fluïdes de s'étendre par-tout avec égalité; & comme l'état de l'atmoſphère varie ſans ceſſe, les bois, ainſi que tous les corps ſpongieux, ſouffrent continuellement des alternatives d'humidité & de ſècheresſe, ce qui cauſe des variations dans leurs volumes: les ſurfaces augmentent d'étendue dans un tems, dans un autre elles dimi-

nuent. C'eſt par cette raiſon, que les charpentes dans les bâtimens neufs, que les cloiſons de ſapin, que les lambris & autres ouvrages de menuiſerie qui n'ont point été faits avec des bois longtems gardés à couvert, ſe fendent ſouvent avec éclat, & que les aſſemblages perdent leur juſteſſe & leur ſolidité; qu'une fenêtre qui ſe ferme aiſément dans un tems, ſe trouve trop large dans un autre, & peut à peine rentrer en place; qu'un tonneau entr'ouvert ſe racommode en reſtant dans l'eau, &c. Car tous ces effets ne ſont autre choſe que des dimenſions augmentées par l'humidité, ou diminuées par la ſècheresſe.

Ces ſortes de déſordres ne ſeroient pas à beaucoup près auſſi conſidérables qu'ils ſont, ſi la diminution ou l'augmentation des ſurfaces ſe faiſoit également par-tout & en même tems: dans les ouvrages qui ſont d'une ſeule pièce, ou qui ſont aſſemblés à colle, il n'arriveroit qu'un changement de grandeur qui ſeroit ſouvent d'une légère conſéquence: mais parce qu'un côté devient humide & plus grand, pendant que l'autre reſte ſec

&

& ſans diminution, il s'enſuit des gerſures, des courbures, des difformités. C'eſt ainſi qu'un lambris ſe creuſe en dehors, quand la ſurface qui touche un mur humide, demeure plus étendue que l'autre; & qu'une porte ſe déjette, quand les pièces qui la compoſent, ne ſont pas également ſusceptibles ou exemtes des impreſſions de l'air.

L'uſage des Peintures à l'huile & des Vernis rémédie aſſez bien à ces ſortes d'inconvéniens : en bouchant ainſi les pores du bois avec une matière qui n'eſt point pénétrable à l'eau, non ſeulement on empêche l'humidité d'y entrer, mais auſſi celle qui s'y trouve renfermée dans le tems qu'on finit l'ouvrage, n'en peut plus ſortir, & c'eſt un moyen de conſerver un état conſtant aux choſes qui n'en peuvent changer que par le ſec ou par l'humide.

C'eſt une choſe admirable, que de petites parcelles d'eau qui s'inſinuent dans une matière ſolide, puiſſent ainſi par leurs petites forces multipliées, augmenter ſon étendue, malgré les réſiſtances énormes qui font effort

quel-

quelquefois pour la retenir dans ses dimensions. On a vu des cables mouillés à dessein se gonfler aux dépens de leur longueur, & faire aprocher du point fixe où ils étoient attachés des masses prodigieuses. Une semblable expérience, & qui n'est pas moins digne d'attention, se passe tous les jours sous des yeux qui n'en remarquent pas tout le beau, dans les carrières où l'on taille les meules de moulin. Ces sortes de pierres sont fort dures, & l'on n'est pas dans l'usage de les scier. On en choisit un bloc que l'on façonne en forme de cylindre d'un diamètre couvenable. Tandis qu'il repose sur sa base, on le partage par des tranchées circulaires & parallèles, à telle distance l'une de l'autre qu'il se trouve entre elles de quoi faire autant de meules: mais comme ces tranchées ne peuvent pas aller jusqu'à l'axe du cylindre, il reste un noyau qu'il faut rompre à chaque tranche qu'on veut détacher: pour cet effet on remplit tout ce qu'on a creusé, avec des coins de bois tendre & bien sechés, dont on augmente ensuite le volume en les mouillant par aspersion ou autrement.

Ce

Ce qu'il y a de merveilleux dans cette pratique, c'eſt que ni le poids, ni la dureté d'une telle pierre, ne puiſſe empêcher l'humidité d'avoir ſon effet ſur le bois, & que par un moyen ſi ſimple, & ſi peu puiſſant en apparence, elle ſe ſépare de la maſſe dont elle fait partie.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

En place du canon de verre de l'expérience précédente, on met celui qui eſt repréſenté par la *Fig.* 2. Il eſt garni par le haut, d'un flacon de criſtal dont le fond eſt de cuir de buffle, & dans lequel on a mis du mercure juſqu'à la hauteur de deux doigts environ.

EFFETS.

Au prémier ou au ſecond coup de piſton le mercure paſſe à travers le cuir, & tombe dans le tube par petits globules qui imitent une pluye d'argent.

EXPLICATIONS.

La peau de buffle qui ſert de fond

au

au flacon, eſt, comme celle de tous les autres animaux, très poreuſe : le mercure qui repoſe deſſus, n'eſt pas en aſſez grande quantité pour forcer le paſſage par ſon propre poids ; mais quand on y joint la preſſion de l'air extérieur comme dans la prémière expérience, alors ſes petits globules ſe font jour, & imitent, en tombant, une pluye d'argent, par leur nombre & par leur couleur.

APLICATIONS.

La vie des Animaux s'entretient par les alimens ; mais de tout ce qu'ils prennent par forme de nourriture, la nature n'en emploic qu'une très petite partie à la ſubſiſtance du corps qui les digère. Quand elle a fait ſon extrait, & qu'elle l'a placé ſelon ſes vues, elle a des voies par leſquelles elle fait ſe débarraſſer du ſuperflu ; on croiroit volontiers que les évacuations les plus vulgairement connues, ſont auſſi celles qui emportent la plus grande quantité de ces ſubstances excédentes : mais il en eſt d'autres qu'on apperçoit moins & qui opèrent davantage, parce qu'elles ſe

ſont continuellement. Ce qu'on appelle *tranſpiration*, n'eſt autre choſe qu'une évaporation d'humeurs ſurabondantes qui ſe fait en plus grande partie par les pores de la peau. Si elle eſt telle qu'elle rende la ſurface du corps notablement humide, elle ſe nomme tranſpiration ſenſible, ou vulgairement *ſueur* : & cet état n'eſt pas naturel, il ſuppoſe un exercice violent, ou quelque agitation extraordinaire dans les parties internes : mais l'animal le plus tranquille & qui ſe porte le mieux, n'eſt pas un inſtant ſans tranſpirer d'une manière peu ſenſible à-la-vérité, mais ſi efficace à la longue, que ſelon les expériences de Sanctorius, de Mr. Dodart, & de quelques autres perſonnes qui les ont faites avec ſoin, de huit livres de nourriture qu'un homme auroit priſes en 24. heures, la tranſpiration inſenſible en enlève cinq.

On ne doit donc pas être ſurpris du dépériſſement & de la défaillance de ceux qui ſont trop longtems ſans manger, ou qui ne prennent que des ſubſtances peu capables de fournir à la réparation de celles qui

ſe

ſe perdent continuellement par la tranſpiration : mais on a raiſon de l'être quand on voit des Létargiques & certains Animaux, comme les Marmotes, les Loirs, &c. vivre pluſieurs mois endormis ſans prendre aucun aliment.

Ceux qui ont vu des corps vivans & endormis de cette ſorte, ont dû s'appercevoir que leur état reſſemble bien plus à un engourdiſſement général répandu dans toute l'habitude du corps, qu'au ſommeil naturel & commun. Dans un animal qui n'eſt ſimplement qu'endormi ſelon le cours ordinaire de la Nature, la reſpiration eſt ſenſible & fréquente; la chaleur & la molleſſe des membres témoignent que les humeurs ſe meuvent & circulent avec liberté; il n'y a, pour ainſi dire, qu'un pas à faire de ce ſommeil au réveil; ainſi la tranſpiration continue, parce que ſes cauſes ſont à peu près les mêmes : mais dans un létargique ce n'eſt pas la même choſe, tout eſt dans une inaction preſque entière; il ne diffère d'un mort que par un reſte de mouvement qui ſe laiſſe à peine appercevoir, & qui le plus ſou-

ſouvent ne ſe ranime plus; ou s'il ſe ranime enfin, l'extrême maigreur & la grande foibleſſe du malade marquent bien à ſon réveil la perte qu'il a faite de ſa ſubſtance par une tranſpiration plus lente mais trop longue. J'ai obſervé quelquefois de ces eſpèces de rats qu'on nomme loirs: l'engourdiſſement où ils étoient, leur rendoit les membres auſſi roides que s'ils eûſſent été morts; à peine paroiſſoient-ils plus chauds que la muraille d'où on les avoit tirés; preſque aucun ſigne de mouvement interne, & une difficulté pour les éveiller qui permettoit de les agiter de toute manière, & même de leur faire des bleſſures. Dans un tel état, l'animal fait bien peu de diſſipation: il peut donc le ſoutenir quelque tems ſans nourriture, & ce tems où il vit ainſi, eſt toujours celui de toute l'année où la tranſpiration eſt moins abondante, c'eſt-à-dire pendant le froid.

Dans les grandes chaleurs de l'Eté on tranſpire davantage, & d'ordinaire on mange moins que dans toute autre ſaiſon; les parties de l'eſtomac deſtinées à faire la digeſtion des ali-

alimens, se relâchent justement lorsqu'il seroit le plus nécessaire qu'elles exerçâssent leurs fonctions ; les animaux sont alors moins vigoureux, parce qu'ils perdent plus, & qu'ils réparent moins qu'en tout autre tems; l'appétit & le besoin de manger ne sont point la même chose.

Si la peau des animaux a des pores qui transmettent les humeurs du dedans au dehors, elle en a aussi qui permettent le passage à des matières qui agissent du dehors au-dedans; la Médecine aplique extérieurement des remèdes qui portent leurs effets jusqu'aux parties les plus internes, & qui ne permettent point de douter de cette dernière espèce de porosité.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On met un œuf dans un gobelet de verre plein d'eau claire, que l'on couvre d'un récipient sur la platine de la Machine pneumatique, comme il est représenté par la *Fig.* 3.

EFFETS.

Quand on fait agir la Pompe pour ôter une partie de l'air qui eſt dans le récipient, toute la ſurface de l'œuf ſe couvre de petites bulles d'air qui ſe détachent peu à peu, pour gagner la ſurface de l'eau; & à certains endroits de l'œuf on remarque de petits jets d'air qui ſont formés par une ſuite continuelle de petits globules.

EXPLICATIONS.

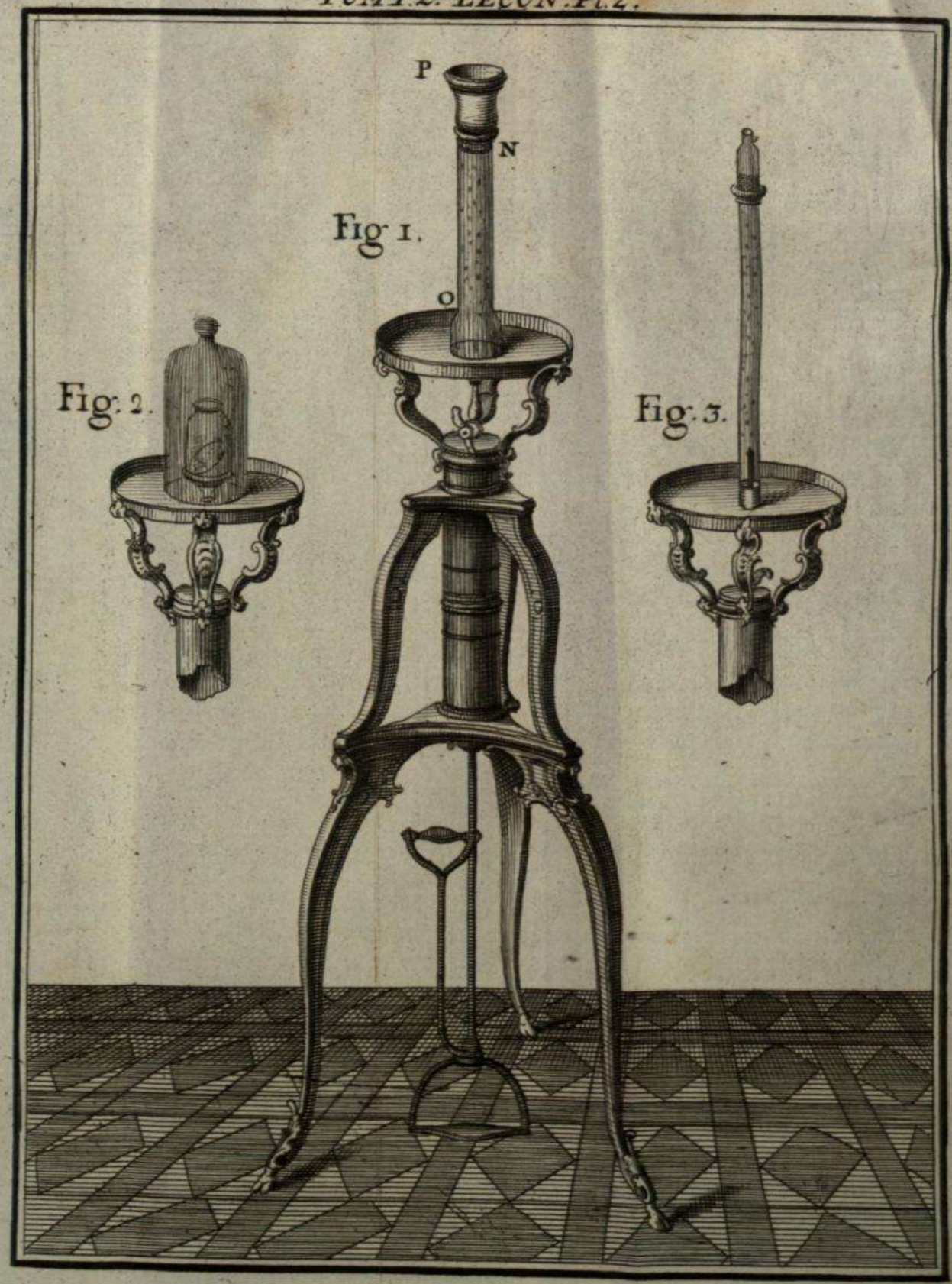
La coque d'un œuf eſt poreuſe, & par cette raiſon il s'évapore en peu de jours une partie de ſa ſubſtance, qui eſt bientôt remplacée par l'air qui l'environne. Cet air contenu dans l'œuf n'en ſort point tant qu'il eſt retenu par la preſſion de l'atmoſphère; mais quand on diminue ou qu'on fait ceſſer cette preſſion, comme il arrive dès qu'on ôte l'air qui eſt dans le récipient, & qui preſſe l'eau contre toute la ſurface de l'œuf, auſſi-tôt l'air intérieur, par une propriété que nous expliquerons dans ſon tems, fait effort pour paſſer au dehors, & montre en ſortant les pores de la co-

coque par lesquels il y étoit entré. La plupart de ces pores sont si petits, que l'air n'y passe qu'en parties insensibles; mais l'adhérence mutuelle de ces particules les retient jusqu'à ce que le volume augmenté par un assez grand nombre, soit forcé de s'élever à la surface de l'air, par la différence qu'il y a entre les pesanteurs spécifiques des deux fluïdes.

La porosité n'est point égale partout, il y a des endroits où ces petits passages sont plus ouverts, & par lesquels l'air passe assez librement, & en assez grande quantité, pour obéir tout d'un coup à sa légèreté respective; c'est ce qui donne lieu à ces petits jets qu'on remarque en différens endroits. L'eau que l'on met dans le gobelet, & dans laquelle l'œuf doit être entièrement plongé, ne sert que pour faire appercevoir les bulles d'air qui sortent de la coque, & qu'on ne pourroit pas remarquer si elles passoient immédiatement dans l'air du récipient.

APLICATIONS.

Les œufs qu'on nomme frais, sons ceux


P
N
Fig. 1.
O
Fig. 2.
Fig. 3.

ceux qui n'ont point encore perdu cette partie qu'on nomme le lait, & qu'on trouve d'abord en les ouvrant quand ils ne ſont point trop cuits : ainſi ſans avoir égard à la date, on pourroit nommer de-même ceux qui ſeroient pondus depuis pluſieurs jours, mais à qui l'on auroit épargné cette diſſipation de ſubſtance, qui n'eſt qu'un effet de l'évaporation qui ſe fait aſſez promtement par les pores de la coque. Non ſeulement c'eſt une choſe curieuſe de conſerver frais par leurs qualités, des œufs qui ſont vieux par le tems ; mais il y a un avantage réel à ſe procurer toujours en bon état, un aliment qui devient ſouvent équivoque quand il eſt gardé. Dans les voyages de Mer, & dans les ſaiſons où les poules ne pondent point ou très rarement, c'eſt une véritable reſſource, qu'une proviſion d'œufs qui ſont auſſi bons que s'ils étoient nouvellement pondus. Mr. de Reaumur, qui ne borne jamais ſes recherches à des ſpéculations de ſimple curioſité, nous en offre un moyen qui paroit auſſi ſimple & plus ſûr que tous ceux qu'on avoit imaginés avant lui.

Il conſeille de boucher les pores de l'œuf avec un enduit indiſſoluble à l'eau, & qui ait quelque conſiſtance, afin que ce qui fait effort pour tranſpirer du dedans au dehors de l'œuf, ne puiſſe pas fondre ce qui ſe ſera moulé dans les pores comme autant de petits bouchons. Deux ou trois couches de vernis le plus commun, une légère couverture de graiſſe de mouton, ou de cire chauffée ſeulement juſqu'à liquidité, ſont des moyens qui réuſſiſſent également; & je puis dire d'après ma propre expérience, qu'un œuf ainſi gardé cinq ou ſix mois, fait encore le lait, & n'a pas le moindre mauvais goût.

Les œufs vernis ou enduits, comme on vient de le dire, n'ont pas ſeulement l'avantage de ſe conſerver bons pour être mangés comme frais; ils ont encore celui de pouvoir être couvés en toute ſureté, après un tems qui, ſans cette précaution, feroit craindre avec raiſon qu'ils ne fûſſent corrompus. C'eſt donc un nouveau moyen pour tenter d'élever des Oiſeaux étrangers, qu'on ne peut tranſporter vivans qu'avec beaucoup de

de peine & d'embarras, & qui pour l'ordinaire ne s'accouplent point hors de leur pays. Leurs œufs vernis se transporteront aisément, seront propres à être couvés après un long transport; & l'on sait qu'une Espèce couve les œufs d'une autre : une Poule fait éclôre des Canards, des Faisans, &c. mais en pareil cas il ne faut pas oublier de préférer le vernis à tout autre enduit qui s'apliqueroit chaud, & qui pourroit tuer le germe; non plus que d'ôter le vernis même qui couvre la coque, quand il s'agit de mettre les œufs sous l'Oiseau qui les doit couver. Cette transpiration qu'on avoit intérêt d'arrêter jusqu'alors, devient nécessaire pendant l'incubation; & ce sont encore deux faits également constatés par les expériences de Mr. de Reaumur: 1. qu'un œuf verni demeure envain sous l'Oiseau qui couve : 2. que celui qui a été enduit & qui ne l'est plus, se couve & vient à bien, comme s'il ne l'avoit jamais été.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Sur un morceau de papier blanc on écrit ou l'on deſſine ce que l'on veut avec une liqueur claire & ſans couleur, qui eſt préparée avec du vinaigre diſtillé & de la litarge: on met le papier, qui ne porte aucune marque d'écriture quand il eſt ſec, dans les prémières feuilles d'un Livre qui a 400 ou 500 pages; on étend enſuite avec une petite éponge ſur la dernière feuille du Livre, une autre liqueur qui n'eſt pas plus colorée que la prémiére, & qui eſt une préparation faite avec l'orpiment, la chaux vive, & l'eau commune; & l'on tient le Livre fermé pendant trois ou quatre minutes. *Fig.* 4.

EFFETS.

Quand on retire le papier qu'on avoit mis dans le Livre, on trouve coloré d'un brun-noir tout ce qu'on y avoit écrit ou deſſiné avec la prémière liqueur; & l'on ne rencontre aucune marque ſemblable dans tout le reſte du Livre.

Ex-

EXPLICATIONS.

Ces deux liqueurs que l'uſage a nommées *Encres de ſympathie*, ſont de telle nature, que par-tout où elles ſe rencontrent, leur mêlange paroit ſous une couleur qu'elles n'avoient ni l'une ni l'autre avant que de ſe joindre. C'eſt un effet qui leur eſt commun avec pluſieurs autres liqueurs, & dont nous eſſayerons de rendre raiſon en parlant de la Lumière & des Couleurs. La dernière de ces deux liqueurs exhale une vapeur fort pénétrante, qu'on apperçoit à l'odeur, & qui paſſe à travers les feuillets du Livre en très peu de tems. Or la vapeur d'une liqueur, c'eſt la liqueur même diviſée en très petites parties, & dans cet état elle eſt également propre à s'unir avec ce qu'on a étendu de la prémière ſur le papier blanc. Il s'y fait donc un mêlange des deux, qui paroit ſous la couleur qu'elles doivent faire naître toutes les fois qu'elles ſe joignent enſemble: & comme cette couleur dépend abſolument de l'union des deux, la vapeur, en pénétrant le Livre, n'a dû laiſſer aucune

trace de ſon paſſage, puiſqu'on ſuppoſe que les feuilles ne portoient rien de la prémière liqueur.

APLICATIONS.

Depuis qu'on a banni de la Phyſique toutes ces qualités occultes avec leſquelles on répondoit à tout, mais qui au fond ne rendoient raiſon de rien à quiconque vouloit des idées claires & diſtinctes, on ne doit plus recevoir la *Sympathie* & l'*Antipathie* comme les cauſes d'aucun phénomène, à moins qu'on ne prenne ces mots par abréviation, pour l'action méchanique d'un Corps ſur un autre; comme quand on dit, *tel remède, ou tel aliment, eſt ami de la poitrine, de l'eſtomac, &c.* façon de parler, pour dire qu'on en doit attendre un bon effet, & pour ne point expliquer en détail comment ſe paſſe cette action qui conſerve, ou qui répare. Mais ſi quelqu'un, pour rendre raiſon de l'expérience précédente, avoit dit: la ſeconde liqueur fait paroître la prémière, parce qu'elle ſympathiſe avec elle, il n'auroit rien dit pour ceux qui veulent une explication intelligible:

ble : on exigeroit de lui qu'il fît connoître en particulier, ou au moins en général, en quoi consiste cette sympathie : ses raisons ne se feroient goûter, que quand il les établiroit sur des principes connus ; car s'il supposoit dans son explication quelque chose de nouveau en Physique, il faudroit encore qu'il le prouvât, sans quoi ce ne seroit qu'une hypothèse qui n'auroit nulle force.

Ce qui fait recourir aux sympathies ou aux antipathies pour expliquer certains faits, c'est ordinairement la difficulté qu'on trouve à les accorder avec les loix ordinaires & connues de la Nature : mais ceux qui en usent ainsi, sont souvent bien peu informés de ces loix, & de l'usage qu'on peut faire de leur connoissance. Un homme instruit, sait que les propriétés que nous connoissons dans les Corps sont en bien petit nombre, mais qu'elles sont très fécondes dans leurs aplications : elles se montrent par tant d'endroits différens, qu'il a peine à se persuader de les trouver jamais en défaut : sans se flater de les connoître toutes, il ne se permet pas

légèrement la liberté d'en imaginer de nouvelles ; il aime mieux croire qu'il ne les voit pas toujours où elles ſont, & que ce qu'il n'apperçoit pas eſt réſervé à un génie plus heureux ou plus clairvoyant.

Mais (il faut l'avouer) les faits ſont très ſouvent inexplicables, parce qu'ils ſont faux ou exagérés ; & c'eſt agir prudemment, que de les conſtater avant que de faire les frais d'une explication. Ceux qui les racontent, ont cru voir ce qu'ils n'ont point vu, faute de diſcernement ou d'attention ; ou bien ils les rediſent d'après gens intéreſſés, ou de mauvaiſe foi. Si la crédulité, l'amour du merveilleux vient encore à l'appui de l'ignorance & de la prévention, on reçoit comme faits conſtans toutes les imaginations creuſes & puériles qui ſe préſentent, & toutes les exagérations qui ſe tranſmettent de bouche en bouche, & qui s'acréditent par le tems, & par l'autorité de quelqu'un à qui l'on ſuppoſe des lumières qu'il n'a pas. Je ne parle point de l'impoſſibilité prétendue d'accorder ſur un Inſtrument deux cordes, dont l'une

ſeroit

feroit de boyaux de Mouton, & l'autre de boyaux de Loup; du danger imaginaire de jetter dans le feu de l'urine ou du fang; de la guérifon qu'on attend de certains fruits qu'on porte dans fa poche, ou qu'on jette dans un puits; & d'une infinité d'autres remèdes ou préfervatifs femblables, dont tout le monde fent le ridicule, & qui ne s'appuyent d'aucune expérience qu'on puiffe citer. Mais qui eft-ce qui n'a point entendu parler de la fameufe Poudre de fympathie, & de fes effets admirables? On fait que ce n'eft autre chofe que du vitriol calciné au Soleil & pulvérifé: ce minéral eft aftringent; quand on l'aplique fur une plaie, il ne manque guères de la deffecher, & de la difpofer à fe fermer en peu de tems: jufqu'ici point de fympathie, dans le fens qu'on le fuppofe. Quand on emploie cette poudre près du Bleffé fur un linge baigné de fon fang encore chaud, il arrive quelquefois que la bleffure s'en reffent; il n'y a encore-là rien de fympathique, que pour ceux qui ignorent que du vitriol en poudre s'exhale en particules infenfibles, que l'air

voisin porte aux environs, & qui s'attachent par préférence aux endroits humides. Mais le merveilleux de cette opération, c'est quand cette poudre agit à une grande distance, comme à 4. à 6. ou à 10. lieues.

Il n'y a pas d'apparence (il faut en convenir) qu'on explique jamais un tel phénomène avec quelque vraisemblance, par les loix ordinaires & connues de la Nature. Mais pourquoi chercher à l'expliquer ce prétendu phénomène, s'il n'est qu'une exagération outrée de quelque Charlatan, soutenue aveuglément par la crédulité, & par l'envie d'entendre & de débiter des merveilles? C'est le jugement qu'on doit en porter d'après ceux qui n'en ont voulu croire que leurs propres yeux. * Combien de pareilles chimères s'évanouïroient, si l'on étoit de bonne-foi dans le récit des faits & de leurs circonstances!

* *Cours de Chymie de Lemery, p. 492.*

AUTANT nous sommes certains que la porosité est une propriété commune à tous les Corps, autant nous ignorons la quantité absolue de leurs pores. Comme tout ce qui est matière est pesant, & que la pesanteur ne convient

vient qu'à ce qui eſt matériel, nous ſavons bien qu'un Corps a moins de vuide qu'un autre, quand à volume égal il pèſe davantage que lui : mais cette comparaiſon ne nous aprend que leur poroſité rélative ; elle ne nous dit pas que dans l'un des deux il y a juſtement telle ou telle quantité de parties ſolides, ce qui nous feroit connoître évidemment de combien il eſt poreux. Le vrai moyen d'en être inſtruit, ſeroit d'avoir une matière de comparaiſon qui fût toute ſolide, en qui la grandeur & le poids fûſſent abſolument ſynonimes : car en comparant une portion de cette matière avec un pareil volume d'une autre matière, ſi celle-ci peſoit moitié moins, par exemple, on auroit raiſon de conclure, non ſeulement qu'elle eſt une fois moins ſolide, comme nous faiſons d'ordinaire ; mais on ſauroit de plus la juſte valeur de ce *moins*, & l'on regarderoit comme certain, que la poroſité de cette matière comparée, ſeroit égale à ſa ſolidité ; puiſque la peſanteur, attribut qu'on peut regarder comme inſéparable des parties matérielles, s'y feroit ſentir une

fois moins que dans une ſemblable étendue qu'on ſuppoſe toute matière.

Mais un Corps de cette eſpèce ne ſera jamais qu'une ſuppoſition qu'on ne peut pas réaliſer ; nous ne connoiſſons rien de ſemblable dans la Nature. L'Or eſt de tous les êtres matériels que nous connoiſſons, celui qui eſt le plus compacte, & qui renferme le plus de matière ſous un volume déterminé; il n'y a point de matière connue dont un pouce cube pèſe autant qu'un pouce cube d'or. Cependant ce métal eſt poreux, puisqu'en un moment le mercure s'y introduit, & que l'eau régale dont on ſe ſert pour le diſſoudre, agit de ſurface en ſurface juſqu'à la dernière. Pluſieurs Phyſiciens * même ont porté leurs conjectures juſqu'à croire qu'il pouvoit y avoir dans l'or autant de vuide que de plein Quelle idée aurons-nous donc de la poroſité des autres Corps? de l'Eau commune, par exemple, qui pèſe environ dix-neuf fois moins que l'Or; ou de l'Air qui eſt 800 fois moins ſolide que l'Eau.

* *Newton Traité d'Optique liv. 2. part. 3. prop. 8.*

Une matière n'eſt pas toujours plus poreuſe qu'une autre, par cette

ſeule

ſeule raiſon qu'elle a des pores plus ouverts ; le nombre compenſe ſouvent ou ſurpaſſe même dans l'une, ce que fait la grandeur dans l'autre. Un bouchon de liège, quelque comprimé qu'il ſoit dans le col d'une bouteille, ne devient jamais auſſi compacte qu'un morceau de bois de quelqu'autre eſpèce : jamais ſon volume diminué par compreſſion, ne le rend auſſi peſant que le chêne, par exemple ; ſa poroſité eſt donc toujours plus grande ; cependant ni le chêne, ni aucun autre bois ſemblable ne ſera jamais auſſi propre que le liège pour arrêter l'évaporation de quelque liqueur renfermée dans un vaiſſeau : il eſt donc plus que vraiſemblable, que ſi dans l'un des deux la ſomme des vuides eſt plus grande, c'eſt moins par la grandeur que par le nombre des pores. Quand l'Eau régale qui diſſout l'Or, refuſe de pénétrer une maſſe d'argent, dira-t-on, en conſéquence de la légèreté reſpective de ce dernier métal, qu'il a les pores plus ouverts que le prémier ? Pourquoi ce qui entre dans celui-ci, ne peut-il pas entamer l'autre, ſi, comme

on le ſuppoſe, ſes parties plus diſtantes les unes des autres, donnent plus de priſe au diſſolvant? Ne vaudroit-il pas mieux dire que les petits vuides dans l'Argent, ne ſont pas tout-à-fait auſſi grands que dans l'Or, mais qu'ils ſont beaucoup plus nombreux?

Juſqu'ici l'explication ne va point mal. Mais ſi l'on répond que l'Eau forte ordinaire, qui diviſe l'Argent & la plupart des autres métaux, ne donne aucune atteinte à l'Or, il faut avouer que la grandeur reſpective des pores devient une raiſon bien foible; car pourquoi ce qui peut s'introduire dans une moindre ouverture, n'en peut-il pas pénétrer une plus grande? Eſt-ce qu'il faudroit une juſte proportion entre les petites pointes du diſſolvant, & les pores de la matière diſſoluble? ou bien faudra-t-il, pour étayer cette explication, joindre la figure à la grandeur?

On ne peut douter qu'une matière ne diffère d'une autre, par la configuration de ſes parties inſenſibles; & de ce qu'elles ſont différemment figurées en différens corps, il s'enſuit que les pores dans les uns & dans les autres

autres doivent prendre différentes formes. A l'aide de ce principe qui eſt inconteſtable, on conçoit aiſément qu'une particule ſolide pour ſe placer dans un de ces petits vuides, ou pour paſſer de l'un à l'autre, doit avoir non ſeulement une grandeur proportionnée, mais auſſi une figure convenable; & que l'une de ces deux conditions venant à manquer, l'autre peut fort bien ne pas ſuffire. C'eſt ici le cas où l'on eſt obligé de reconnoître, qu'avec des principes certains & avoués d'ailleurs, on demeure encore en doute ſur les explications, quand on n'aplique ces principes que par conjectures, & que l'expérience ne dit pas ſi l'on a bien deviné.

Au reſte, quoique nous ignorions, ſi c'eſt une proportion de grandeur ou de figure, ou l'une & l'autre enſemble, qui font agir un diſſolvant ſur une matière préférablement à une autre, le fait n'en eſt pas moins connu, & depuis longtems les Arts en ont fait leur profit.

Le Graveur en tailles-douces prend une planche de cuivre mince & bien polie; il l'enduit légèrement d'une

eſpè-

eſpèce de cire préparée, qu'il noircit à la fumée d'un flambeau ; il deſſine enſuite ſur cette ſurface enduite, avec une pointe d'acier qui découvre le cuivre par autant de traits que ſon deſſein en exige ; il borde ſa planche avec un cordon de cire amollie, il la poſe horizontalement, & il la couvre de 3. ou 4. lignes d'eau-forte affoiblie avec de l'eau commune au tiers ou à moitié. En peu de tems le cuivre découvert par la pointe d'acier, cède à l'action du diſſolvant, & ſe creuſe plus ou moins ſelon les vues de l'Artiſte qui règle la durée de l'opération, pendant que la cire (qui ne ſe diſſout point dans l'eau-forte) conſerve le reſte de la ſurface en ſon entier. Ceſt ainſi qu'on prépare une feuille de métal pour multiplier 3000. ou 4000. fois la même Eſtampe, en la faiſant paſſer ſucceſſivement par la preſſe ſur autant de feuilles de papier.

Le Marbre eſt impénétrable à l'eau, & à quantité d'autres liqueurs ; mais il ne l'eſt pas pour l'eſprit de vin, pour l'eſprit de thérébenthine, pour la cire fondue : ces exceptions ont été ſaiſies par des perſonnes ingénieuſes, comme

comme autant de moyens pour introduire dans l'intérieur du marbre des couleurs étrangères, & pour imiter avec celui qui eſt blanc les autres eſpèces qui ſont naturellement colorées. Feu Mr. Dufay, qui s'étoit beaucoup exercé à teindre des pierres dures, & qui a fait part à l'*Académie des Sciences* de ſes découvertes en ce genre, * m'a fait voir pluſieurs fois des tables de marbre artificiellement teintes, bien imitées, & ſi fortement pénétrées, qu'elles ont été polies depuis ſans rien perdre de leurs couleurs.

* *Mém. de l'Acad.* 1728. *pag.* 50.

Les Vernis dont on fait maintenant tant d'uſage, ne ſont autre choſe que des gommes de différentes eſpèces, que l'on liquéfie par le moyen de quelque diſſolvant. Telle s'étend dans l'eſprit de vin, qui reſte entière dans les huiles qu'on emploie avec ſuccès pour fondre les autres : tout l'art conſiſte à connoître dans quelle matière chacune eſt diſſoluble, & ce choix ne devient ſans doute néceſſaire que par la différence qu'il y a entre la poroſité des unes & celle des autres.

III. SECTION.

De la Compressibilité & de l'Elasticité des Corps.

TOut ce que nous avons dit de la Porosité, a déjà dû faire connoître que la grandeur apparente d'un Corps quelconque excède toujours la quantité réelle de sa matière propre : & cet excès varie peut-être autant que les espèces qui composent l'Univers ; car on rencontre rarement deux matières qui, à volumes égaux, pèsent également.

C'est ce rapport du volume à la masse qu'on nomme *densité*. Un Corps est plus dense qu'un autre, quand la quantité réelle de sa matière diffère moins de sa grandeur apparente ; ou (ce qui est la même chose) quand sous une grandeur donnée il contient plus de parties solides. Le Plomp est donc plus dense que le Cuivre, l'Air est moins dense que l'Eau.

Mais le même Corps peut changer de

de denſité; c'eſt-à-dire, que ſa maſſe reſtant la même, ſon volume peut varier, ſoit en augmentant, ſoit en diminuant. Quand un Corps devient plus denſe, c'eſt que ſes parties ſolides ſe raſſemblent dans un plus petit eſpace; & cela peut ſe faire de deux manières, ou lorſqu'on ſuprime une cauſe interne qui les tenoit plus écartées, ou quand on aplique extérieurement une force qui les oblige à ſe raprocher mutuellement. On peut diſtinguer l'une de l'autre, ces deux manières de diminuer le volume d'un Corps, en appellant la première, *condenſation*, l'autre, *compreſſion*; (quoiqu'à dire vrai, ce ſoit toujours condenſer une matière, que d'occaſionner la diminution de ſon volume de quelque façon que ce ſoit:) ainſi ſerrer de la neige dans les mains pour en faire une pelotte, c'eſt la comprimer; faire refroidir une liqueur, ou diminuer la chaleur qui dilate ſes parties, c'eſt la condenſer.

Nous ne connoiſſons aucun Corps dans la Nature (en faiſait abſtraction des parties élémentaires, ou atômes, s'il y en a) dont le volume ne puiſſe

être

être diminué de l'une de ces deux manières au moins, & assez souvent de l'une & de l'autre façon. Quelque dure que puisse être une matière, elle ne l'est jamais parfaitement; ses molécules sont toujours plus ou moins dilatées, soit par un mouvement interne qui peut être ralenti, soit par l'action d'un fluïde étranger qui la pénètre, & qu'on peut vaincre par une puissance extérieure. Une Barre de fer, par exemple, qui a été chauffée jusqu'à rougir, devient ensuite plus menue & plus dure, à mesure qu'elle se refroidit; parce que ses parties se raprochent peu à peu, en perdant le mouvement violent qu'elles avoient acquis dans le feu. Une Eponge mouillée & dilatée par l'eau qu'elle contient, se place dans un espace beaucoup moindre, quand on exprime le fluïde qui remplit ses pores. Une Boule de marbre ou de verre, un Diamant même, jettés sur quelque chose d'aussi dur, rejaillissent à l'instant; & nous ferons voir bientôt, que le mouvement de réflection est une preuve de la compressibilité du Corps réfléchi.

Tous

Tous les Corps généralement dans quelque état qu'ils se présentent, solides, fluïdes, ou liquides, sont susceptibles de condensation. Un Morceau de marbre, & sur-tout s'il est noir, se trouve sensiblement plus petit, quand il a séjourné quelque tems dans un lieu beaucoup plus froid que celui où il étoit, lorsqu'on l'a mesuré d'abord. Une Vessie ou un Ballon rempli d'air pendant l'Eté, devient flasque pendant l'Hiver; & la liqueur du Thermomètre ne descend vers la boule, que quand son volume ne suffit plus pour remplir la partie du tube qu'elle occupoit dans un tems plus chaud: mais nous remettons à parler plus amplement de la manière dont les Corps se condensent, en traitant du Feu & de la Chaleur qui les raréfient.

Quant à la Compression, on ne peut pas dire qu'elle convienne aussi généralement à la matière considérée dans tous ses états: tous les Corps solides sont compressibles, & jusqu'ici l'expérience n'en a fait excepter aucun. L'Air se comprime considérablement, & produit par cette propriété des effets surprenans, que nous

rappor-

rapporterons dans leur lieu. D'autres Fluïdes, comme la fumée, la flamme, &c. n'ont point encore été éprouvés dans cette vue; sans doute parce qu'il seroit très difficile, & probablement impossible de les apliquer seuls à des expériences de cette espèce : mais pour les Liqueurs, elles n'ont jamais donné directement aucun signe de compressibilité, quelque chose qu'on ait fait; & il semble que l'on a fait d'abord tout ce que l'on peut faire: l'expérience de l'Académie *del cimento*, est aussi ingénieuse que le résultat devoit être peu attendu; & l'on ne voit pas que depuis qu'on l'a faite, personne ait tenté de faire mieux. Mr. Newton * la rapporte comme une chose fort curieuse; & comme s'il eût apréhendé qu'un fait aussi surprenant ne fût révoqué en doute, il assure qu'il le tient d'un témoin oculaire: pour moi je le cite d'après mes propres yeux, & l'usage que j'en fais dans mes Cours, a déjà mis bien du monde à portée de le citer de-même: voici le fait.

* *Traité d'Opt. liv. 2. part. 3. prop. 8.*

PRE-

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Une Boule de métal dont on a mesuré exactement la capacité, assez mince pour être flexible, remplie d'eau entièrement, & bouchée de façon qu'elle ne puisse rien perdre par l'orifice, s'aplique à une petite presse qui est représentée par la *Fig.* 5.

EFFETS.

Quand on fait agir la presse, la Boule de métal comprimée s'aplanit un peu; & si l'on continue de presser, l'eau se fait jour au travers des pores, & paroit sur la surface en petites goutes semblables à celles de la rosée.

EXPLICATIONS.

C'est une chose démontrée, qu'une capacité sphérique, à surfaces égales, contient plus de matière que toute autre: il s'ensuit qu'un vaisseau qui a cette figure, & qui est plein, ne peut pas la perdre, qu'il n'arrive de ces deux choses l'une; ou qu'il aug-

augmente de ſurface pour conſerver la même capacité, ou que ce qu'il renferme ſe condenſe en diminuant de volume. Quand l'eau commence à paſſer à travers le métal, la boule ſe trouve un peu aplatie ; mais en meſurant ſa capacité, on la trouve la même qu'elle étoit avant l'expérience. Il faut donc convenir que cet aplatiſſement n'eſt dû qu'à la ductilité du métal, & que le volume de l'eau n'a point été ſenſiblement diminué ſous la preſſe.

Boyle, le Baron de Vérulam, & quelques autres Phyſiciens qui ont eſſayé de comprimer l'eau dans des boëtes de métal, ont cru voir des marques de ſa compreſſibilité ; mais il y a toute apparence que ce qu'ils ont apperçu, devoit être attribué à la flexibilité ou au reſſort du métal, ou bien à celui de quelques bulles d'air renfermées avec l'eau dans la même boëte.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

ABCD, *Fig.* 6. eſt un Tube de verre

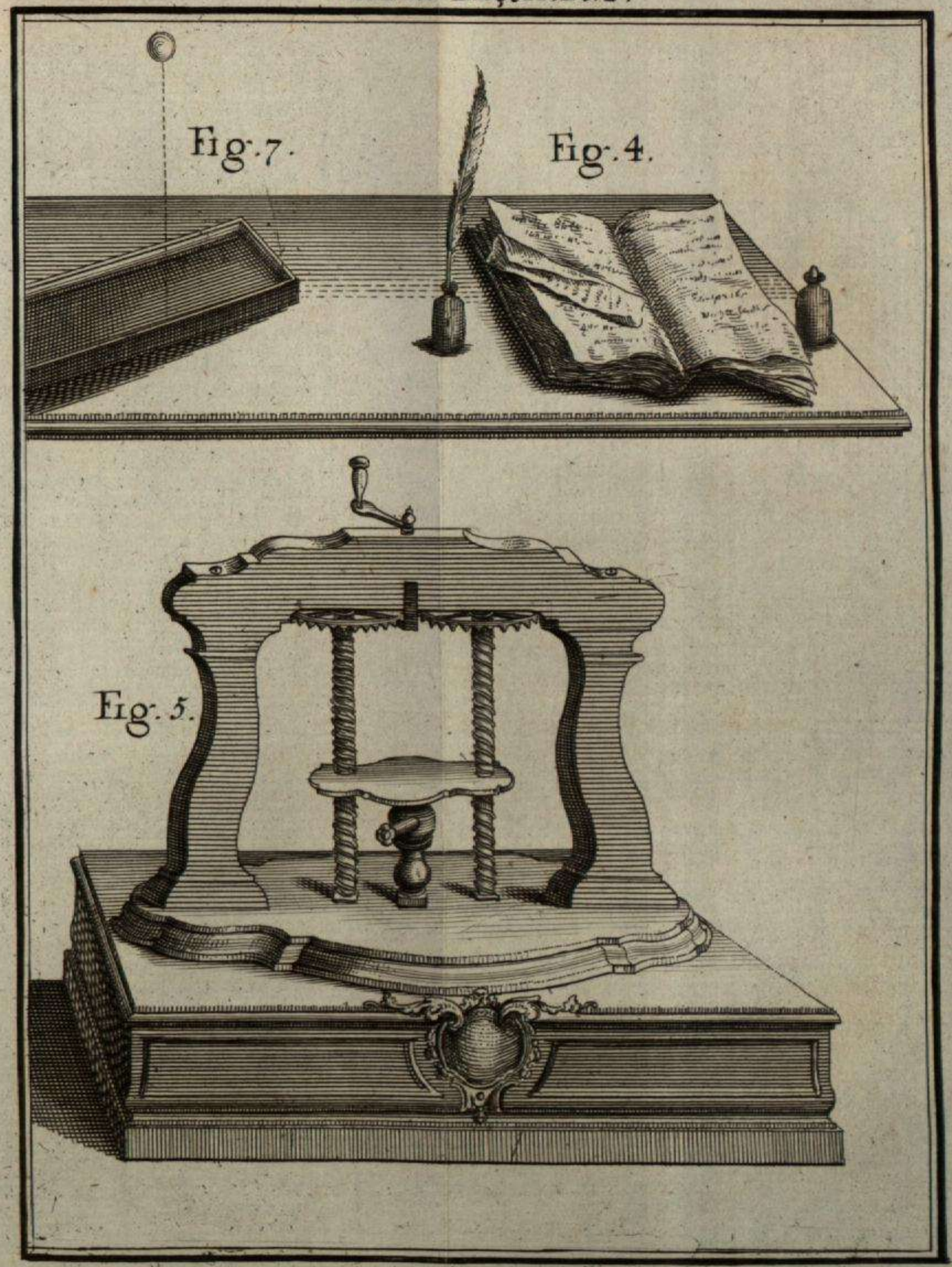


Fig. 7.
Fig. 4.
Fig. 5.

verre fort épais, qui a 3 lignes de diamètre intérieurement, 7 piés de hauteur, & qui eſt recourbé en forme de ſciphon : on y verſe d'abord un peu de mercure qui remplit la courbure, & qui ſe met de niveau en *BC*; on emplit la partie *CD* avec de l'eau, on bouche exactement & ſolidement le tuyau en *D*, & l'on verſe enſuite du mercure dans la branche *AB*, juſqu'à ce qu'elle ſoit entièrement pleine.

EFFETS.

La colonne d'eau qui eſt entre *CD*, oppoſe tant de réſiſtance à la preſſion du mercure, qu'elle ne diminue pas ſenſiblement de volume.

EXPLICATIONS.

Nous ferons voir, en traitant de l'Hydroſtatique, que la preſſion qu'exerce le mercure contre l'eau en *C*, eſt égale au poids de la colonne contenue dans la partie *AB* du tuyau. Or cette colonne de mercure qui a environ 6 piés 10 pouces de hauteur, égale trois fois le poids de l'atmoſphère, ce qui fait une force très grande ; & puiſqu'elle ne ſuffit pas

pour condenser sensiblement le volume d'eau contre lequel elle agit, c'est une marque que les parties des liquides sont fort dures, & que les matières qui sont en cet état sont bien peu flexibles.

APLICATIONS.

Quoique dans les expériences que nous venons de rapporter, l'eau ne laisse appercevoir aucun signe de condensation, on n'en doit pas conclure que les liqueurs soient absolument incompressibles, mais seulement qu'elles sont capables de résister aux efforts qu'on a employés jusqu'ici contre elles. Tout nous porte à croire qu'elles cèderoient enfin d'une manière sensible, s'il étoit possible de les soumettre à de plus grandes pressions, & qu'elles cèdent même à celles qu'on emploie, mais d'une quantité trop petite pour être apperçue. Tous les Corps solides se compriment, parce qu'étant poreux, leurs parties peuvent se raprocher. Mais qu'est-ce qu'une liqueur, sinon un assemblage de petits corps solides, que nous ne pouvons pas regarder comme des

êtres ſimples, mais plutôt comme de petites maſſes compoſées de parties qui ne ſont pas ſi étroitement unies, qu'elles ne laiſſent de petits vuides entre elles. Si la poroſité rend les grands corps ſuſceptibles de condenſation, la même cauſe ne doit-elle pas avoir le même effet dans les plus petits? Tout ce qu'on peut dire, c'eſt que la compreſſibilité doit diminuer, comme la grandeur des corps; c'eſt-à-dire, que les plus petits ſont les moins flexibles; que les parties d'une liqueur par conſéquent, à cauſe de leur extrême petiteſſe, ſont à l'épreuve des plus grandes forces. Mais il ſuit du même principe, qu'il n'y a d'abſolument incompreſſible, que ce qui eſt abſolument ſimple; tels que ſeroient des atômes, ou les parties primordiales des corps, ſur leſquelles nos épreuves n'ont point de priſe.

Il eſt avantageux pour nous, que tout ce qui eſt liquide puiſſe réſiſter à des preſſions qui raprochent & qui broient les autres Corps. Tout ce que nous tirons des Végétaux par expreſſion, le Vin, le Cidre, les Huiles, &c. ne ſe ſépareroient jamais des

parties ſolides qui les renferment, ſi les liquides pouvoient ſe comprimer comme elles; les Fruits ſoumis à la preſſe ne feroient qu'y changer de volume; la facilité que nous avons à extraire les ſucs que la Nature y a préparés pour nos uſages, eſt preſque toute fondée ſur la réſiſtance que les liquides oppoſent à la compreſſion.

On ne peut s'empêcher d'être ſurpris, quand on conſidère que le même Corps eſt compreſſible ou ne l'eſt pas, ſelon qu'un degré plus ou moins de chaleur, change ſon état : un Morceau de glace donne des marques de compreſſion; qu'il ſe réduiſe en eau, c'eſt toujours la même matière, mais elle ne ſe comprime plus : la Cire, le Soufre, le Métal, &c. font voir la même choſe, quand on les fait paſſer de l'état de ſolidité à celui de liquidité. Ce phénomène eſt intéreſſant, & mérite bien une explication : malheureuſement nous n'avons à offrir qu'une conjecture, mais pourtant une conjecture appuyée ſur des principes connus, & qui la rendent probable.

On peut dire que l'état naturel de

pref-

presque tous les Corps, est d'être solides: quand ils sont liquides, c'est parce qu'une matière étrangère les rend tels, en pénétrant leur intérieur, & en donnant par sa quantité ou par son action à leurs parties une mobilité respective qui romt toute liaison, & presque toute adhérence entre elles. C'est ainsi que de la terre abreuvée d'une quantité d'eau suffisante, devient de la boue qui coule sur un plan incliné; l'eau elle-même cesse d'être glace, aussi-tôt qu'un fluïde plus subtil, & connu sous le nom de *matière du feu*, la pénètre en assez grande quantité, & y porte assez de mouvement pour détacher ses parties les unes des autres.

Si l'on demande maintenant pourquoi les Corps solides peuvent se comprimer, & que les Liqueurs n'ont pas la même propriété, ne peut-on pas répondre avec vraisemblance, que dans les prémiers les parties portent pour ainsi dire à faux, ou ne sont appuyées que sur un fluïde sans action qui cède au moindre choc; au-lieu que dans les liqueurs, les molécules plus divisées, & par cette raison déjà

moins flexibles, ſont appuyées ſur un fluïde aſſez abondant, & dont les parties ſont d'autant plus dures qu'elles ſont plus ſimples. Si l'on avoit mis dans un vaſe une certaine quantité de globules d'acier, ou de quelque autre matière équivalente par la dureté, elles ne cèderoient point ſenſiblement à la compreſſion, ſoit qu'elles fûſſent ſeules, pourvu qu'elles ſe touchâſſent; ſoit qu'elles fûſſent mêlées avec d'autres plus petites qui les empêchâſſent de ſe toucher, pourvu que ces dernières fûſſent elles-mêmes inflexibles. *Fig.* 8.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Sur une Tablette de marbre noir bien unie, & enduite d'une très légère couche d'huile, on laiſſe tomber pluſieurs fois & en différens endroits, de la hauteur de 2 ou 3 piés, une petite boule d'ivoire, qui peut avoir environ $\frac{3}{4}$ de pouces de diamètre. *Fig.* 7.

EF-

EFFETS.

En regardant obliquement la Tablette de marbre, on apperçoit partout où la boule d'ivoire a touché, une tache ronde qui a environ deux lignes de diamètre; & cette tache eſt plus grande aux endroits où la boule eſt tombée de plus haut.

EXPLICATIONS.

L'Ivoire, quoique très ferme, eſt une matière compreſſible : quand il tombe ſur le marbre, le mouvement de ſa peſanteur qui l'y pouſſe, occaſionne une preſſion qui porte une partie plus ou moins grande de cette petite ſphère vers ſon centre; & comme ces parties comprimées ſont de nature à ſe rétablir dans un inſtant, il ne reſte aucune marque de cette compreſſion ſur la boule ; mais la tache qui paroit ſur le marbre, eſt une preuve inconteſtable de cet aplatiſſement qui a diſparu; ſi l'on n'aime mieux dire que le marbre s'eſt enfoncé, & remis auſſi-tôt, ce qui prouve également la compreſſibilité d'un corps très dur. L'un & l'autre arrive

probablement, la même compreſſion creuſe le marbre, & aplatit la boule: mais de ces deux effets, le dernier eſt ſans doute le plus conſidérable, à en juger par la nature des deux corps comprimés : c'eſt pourquoi nous nous arrêtons par préférence au dernier; & ce que nous allons dire pour faire entendre que la tache ronde prouve inconteſtablement l'aplatiſſement de la boule, en faiſant abſtraction de la flexibilité du marbre, obligeroit de-même à conclure un enfoncement dans le marbre, ſi l'on n'avoit aucun égard à la compreſſibilité de l'ivoire.

On ſait en effet que la circonférence d'un Cercle apliquée par ſa partie convexe ſur une ligne droite, ne la touche qu'en un point *G. Fig.* 9. On ſait auſſi que les Surfaces ſphériques ſont compoſées de lignes circulaires, comme les Plans le ſont de lignes droites, & que les ſurfaces ſe comportent entre elles à cet égard, comme les lignes qui les compoſent. Si le cercle ne touche la ligne droite qu'en un point, la boule d'ivoire de notre expérience, poſée ſimplement

ſur

ſur la tablette de marbre, ne doit la toucher auſſi qu'en un point. Quand on l'a laiſſé tomber deſſus, s'il paroit qu'elle y ait été apliquée par une ſurface circulaire de deux lignes de diamètre, il faudra néceſſairement convenir que le prémier point de tengence, *g. Fig.* 9. a été raproché du centre par l'effort de la compreſſion, & qu'après lui ceux d'alentour ont ſouffert le même déplacement: ce qui a donné lieu à une portion ſenſible de la ſurface, d'être apliquée au marbre, & d'y laiſſer ſon impreſſion ſur la couche légère d'huile dont il eſt enduit.

APLICATIONS.

Si l'on comprime un Corps également dans toute l'étendue de ſa ſurface, au cas qu'il ſoit compreſſible, il ne s'en peut ſuivre qu'une diminution de volume; parce que tous les points oppoſés obéiſſent à des puiſſances égales, & leurs ſituations reſpectives reſtent les mêmes. Tel eſt l'état des Animaux qui vivent dans l'air ou dans l'eau: environnés de toutes parts de l'un de ces deux fluïdes, ils n'en remarquent point la preſſion, quoiqu'el-

le ſoit conſidérable ; parce qu'elle ſe fait équilibre à elle-même, & qu'elle ne déplace rien de ce qui lui eſt ſoumis : mais ſi la compreſſion devient plus forte d'un côté que de l'autre, ſon effet ne ſe borne plus à diminuer le volume ; la figure change auſſi, comme il eſt aiſé de l'appercevoir dans une balle de plomb qui tombe ſur quelque choſe de dur, & qui y perd une partie de ſa ſphéricité ; ou dans une balle de jeu de paume, qui laiſſe ſouvent contre la muraille, des veſtiges bien remarquables de ſon aplatiſſement.

De l'Elaſticité ou Reſſort des Corps.

DE tous les Corps qui ſe comprimment, les uns demeurent dans l'état que la compreſſion leur a fait prendre ; c'eſt-à-dire, qu'aiant changé ou de grandeur, ou de figure, ils perſévèrent dans ce changement, lorſque la compreſſion vient à ceſſer ; comme la balle de plomb qui reſte aplatie après ſa chute, & la pelotte de neige qui demeure dans la forme qu'on lui a donnée avec les deux mains. Les autres au contraire ſe rétabliſſent, & re-

reprennent, après avoir été comprimés, les mêmes dimensions & la même figure qu'ils avoient avant que de l'être. Telle est la Bille d'ivoire de l'expérience précédente; telle est une Bulle d'air, qui partant du fond d'un vase plein d'eau, devient plus grosse à mesure qu'elle s'élève vers la surface.

Les Corps de la dernière espèce se nomment des Corps à *ressort* ou *Elastiques*; car l'*Elasticité* n'est autre chose que l'effort par lequel certains Corps comprimés tendent à se rétablir dans leur prémier état. Cette propriété suppose donc qu'ils soient compressibles; & comme les Liqueurs ne le sont pas d'une manière sensible, on doit conclure que si elles ont du ressort, leur réaction a trop peu d'étendue pour être visible.

Tous les Corps même qui sont élastiques, ne le sont pas au même degré; il y en a tels qui ne se rétablissent presque point, & alors l'élasticité est regardée comme nulle dans l'usage; & l'on appelle ces sortes de corps *mols*, ce qui veut dire seulement une privation de ressort assez actif pour être considérée.

Ceux en qui la Force élastique se fait appercevoir, réagissant plus ou moins selon la dureté, la roideur, ou la disposition de leurs parties internes; mais il n'en est aucun dont on puisse assurer avec des preuves positives, que le ressort est parfait & inaltérable; on remarque presque toujours que cette qualité se perd ou s'affoiblit par un long exercice, ou par une compression de trop longue durée. Un arc qui est trop longtems ou trop souvent tendu, garde enfin la courbure qu'on lui a fait prendre: le crin, la laine, ou la plume dont on garnit les meubles, perdent par succession de tems presque tout ce qu'ils offrent de commode dans la nouveauté, & leur affaissement n'est que la suite nécessaire d'un ressort usé.

Nous ne pouvons donc point nous promettre des expériences rigoureusement exactes pour établir la théorie du Ressort; puisque les Corps qui en ont le plus, n'en ont point encore autant qu'il leur en faudroit pour être parfaitement élastiques. De plus on ne peut opérer que dans quelque milieu matériel: quand on choisiroit l'Air com-

comme celui qui l'eſt le moins, nous avons déjà fait voir qu'il eſt capable de réſiſtance, & l'on doit s'attendre qu'il fera diſparoître une partie de l'effet, ſi petite qu'elle ſoit: mais les à-peu-près ſuffiſent, quand il ne manque preſque rien à l'exactitude, & qu'on eſt obligé de rabattre quelque choſe pour les empêchemens inévitables. L'Acier trempé & l'Ivoire m'ont paru aſſez propres aux effets par leſquels on peut prouver ce qu'il importe le plus de ſavoir touchant l'élaſticité; c'eſt pourquoi je m'en ſervirai préférablement à toute autre matiére dans les expériences de ce genre: mais comme celles dont j'ait fait choix, exigent quelques connoiſſances des principales propriétés du Mouvement, dont nous n'avons encore rien dit, j'ai cru qu'il étoit à propos de les différer, d'autant plus qu'elles trouveront une place convenable parmi celles que nous employerons pour faire connoître les Loix du Mouvement dans le Choc des Corps.

Les Arts ont apliqué les reſſorts à tant d'uſages, que ce ſeroit une longue & inutile entrepriſe d'en faire ici

l'énumération : il nous suffira d'en citer deux ou trois exemples, par lesquels on pourra juger de l'utilité des autres.

S'il est utile & commode de voyager à son aise, on doit presque tout cet avantage aux lames d'acier, aux bandes de cuir, & aux autres corps élastiques sur lesquels on suspend les voitures : sans cette précaution, la plus belle chaise de poste, le carosse le plus somtueux, ne seroit qu'un tombereau couvert & orné, dans lequel on seroit durement secoué ; car si tout ce qui compose la voiture étoit également inflexible, les divers mouvemens causés & brusquement interrompus par les inégalités du terrain, se communiqueroient dans toute leur force jusques aux personnes qui en occuperoient l'intérieur.

La mesure du Tems est une chose si intéressante pour tout le monde, qu'il est peu de personnes qui n'aient une Pendule ou une Montre, & qui ne la regardent comme un meuble nécessaire : ces sortes d'instrumens qu'on doit considérer comme des chefs-d'œuvre de l'Art, sont animés par un ressort,

(*Fig.*

(*Fig.* 10.) formé d'une lame d'acier roulée ſur elle-même dans un barillet qu'elle fait tourner en ſe développant, & dont le mouvement ſe communique par des roues dentées juſqu'aux pivots qui portent les aiguilles pour leur faire indiquer les heures & les minutes ſur un cadran diviſé à cette intention. Nous dirons ailleurs comment on eſt parvenu à rendre l'action du reſſort preſqu'égale pendant tout le tems qu'il ſe développe ; car une difficulté qui ſe préſente d'abord, c'eſt que cette action diminuant toujours à proportion que le reſſort ſe détend, le mouvement doit auſſi ſe rallentir dans toutes les pièces qu'il anime, & les aiguilles doivent faire les heures & les minutes plus longues vers la fin qu'au commencement. Il a donc fallu trouver un remède à cet inconvénient, & l'on en eſt venu à bout par une invention fort ingénieuſe, dont nous aurons occaſion de parler en traitant de la théorie du Lévier & des machines qui y ont rapport.

De quels ſecours ne ſont point les reſſorts dans l'Arquebuſerie ? par quel autre moyen auroit-on pu opérer des

mou-

mouvemens auſſi promts, & auſſi difficiles à être apperçus par un Oiſeau, ou par un Quadrupède, que la Nature a mis en garde contre tout ce qui menace ſa vie, & qui oppoſe aux ruſes & à l'adreſſe du Chaſſeur le mieux exercé des organes d'un ſentiment exquis, & une agilité qui trompe ſouvent ſes pourſuites. Le chien d'un fuſil conduit par un reſſort, porte en un clin d'œil un caillou tranchant contre une petite pièce d'acier trempé; le feu prend à la poudre, & le plomb qu'elle chaſſe, frappe l'animal avant qu'il aït été averti par la flamme ou par le bruit, ou du moins avant qu'il ait pu profiter de cet avis.

Non ſeulement les Arts ont profité de l'élaſticité des Corps, & en ont fait des aplications heureuſes; ils ont encore trouvé des moyens pour la faire naître, ou pour l'augmenter dans ceux qui n'en ont que peu ou point.

Tous les Corps ſonores, comme nous le dirons plus amplement à la ſuite des expériences ſur l'Air, doivent être à reſſort; c'eſt pour cette raiſon qu'on fait les cloches & les tim-

bres

Fig. 6.

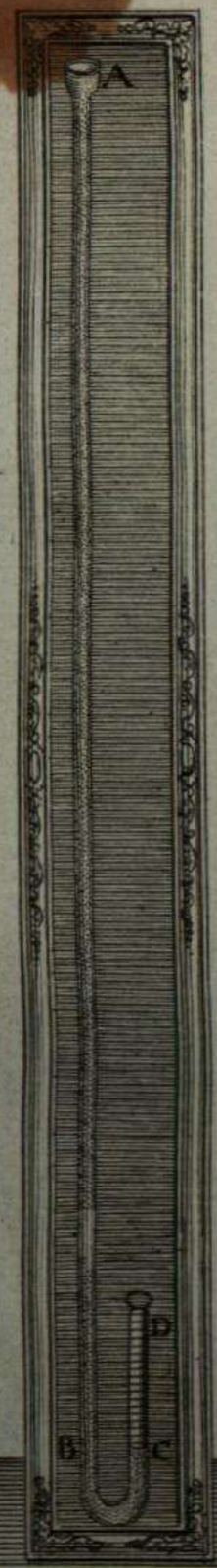


Fig. 10

Fig. 9.

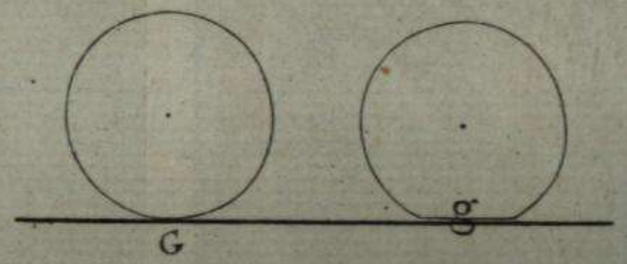


Fig. 8.

bres avec du cuivre & de l'étain fondus ensemble; parce qu'on a remarqué qu'un métal mêlé est plus dur, plus roide, & plus élastique, que les métaux simples dont il est composé.

La plupart des Métaux même sans être alliés, deviennent capables d'une plus grande réaction quand on les bat à froid; ce que les Ouvriers appellent *écrouïr*. On s'en apperçoit bien par la vaisselle: quand une cuillière ou une fourchette a été seulement fondue & limée, & qu'elle ne doit rien au marteau, la façon en est moins chère, mais elle est moins durable; la pièce se fausse au moindre effort, & son poli n'est jamais si beau. Un Ouvrier intelligent en Horlogerie, en Instrumens de Mathématiques, en Orfèvrerie, &c. ne manque jamais à écrouïr ses ouvrages, non seulement pour leur procurer plus de solidité, mais encore pour les faire valoir par un poli plus brillant, en raprochant les parties, & en rendant les pores du métal plus serrés.

Mais de tous les Corps dont on augmente artificiellement le ressort, il n'en

n'en eſt point de plus remarquable que le Fer converti en acier ; & parmi les différens procédés qu'on emploie à cet effet ſur ce métal, rien n'eſt comparable à la *trempe*.

Il faut ſavoir 1. que l'Acier n'eſt point un métal particulier ; on doit le regarder comme un fer préparé, quoiqu'il ſe trouve des mines qui en fourniſſent immédiatement : le plus ordinaire & le plus fin, eſt celui qu'on fait avec du fer forgé, en y introduiſant une certaine doſe de parties ſalines & ſulfureuſes qui augmentent ſa dureté, & qui le rendent propre à être trempé. 2. Tremper l'acier, c'eſt le refroidir ſubitement dans le moment qu'on le ſort bien rouge du feu ; & cela ſe fait d'ordinaire en le plongeant dans de l'eau froide, ou dans quelque choſe d'équivalent.

Les principaux effets de la trempe ſur l'acier, ceux dont les Arts tirent le plus d'avantage, ſont de le rendre très dur, d'augmenter ſon élaſticité, & de la rendre durable. Tous les outils tranchans, juſqu'à ceux qu'on emploie pour cultiver la terre, en un mot depuis la lancette juſqu'à la bêche,

che, tous ſont redevables de leur principal mérite à cette dureté qui coute ſi peu, & qui ſeroit deſavantageuſe par excès, ſi l'on n'avoit ſoin de la modérer par un degré de chaleur qu'on fait ſuccéder à la trempe, & qu'on nomme *recuit*.

Les effets admirables de la trempe ſur l'acier, ont intéreſſé avec raiſon la curioſité des plus habiles Phyſiciens; tous ont deſiré d'en ſavoir les cauſes, & quelques-uns en ont hazardé des explications; mais on doit convenir que perſonne n'en a donné d'auſſi vraiſemblables, & d'auſſi bien appuyées, que Mr. de Reaumur. Après une ſuite d'expériences de pluſieurs années ſur cette matière, il ſuppoſe que l'action du feu chaſſe de l'intérieur des molécules de l'acier une grande partie des ſels & des ſoufres qui s'y trouvent diſſéminés, ſans pour cela les faire ſortir de la maſſe totale: ſuppoſition fondée ſur les effets ordinaires & connus du feu, & ſur l'expérience; car on ſait d'ailleurs que dans la fuſion des matières hétérogènes & fixes, le feu procure toujours l'union

des

des parties ſemblables; & quand ſon action augmente juſqu'à un certain point ſur l'acier, elle le dépouille de ſes ſoufres & de ſes ſels, ce que les Ouvriers appellent *bruler*. La trempe ſaiſit donc l'acier dans un tems où ſes principes, quoique les mêmes, ſe trouvent différemment mêlés. Avant que de la chauffer, les parties ſalines, ſulfureuſes, métalliques, &c. extrêmement diviſées & intimement mêlées, compoſoient un tout d'une tiſſure plus uniforme, mais cependant plus hétérogène dans ſes molécules, puiſque chacune participoit également des trois ou quatre ſortes de matières qui entrent dans la compoſition de l'acier: mais après un dégré de feu ſuffiſant, les ſels & les ſoufres extraits & pelotonnés, pour ainſi dire, à part du métallique, font un tout plus homogène dans ſes molécules, mais plus poreux & moins lié, quant à l'aſſemblage de ces petits pelottons de différentes eſpèces. Cette hypothèſe (ſi c'en eſt une) explique fort heureuſement tous les phénomènes qui réſultent de la trempe.

1. L'acier caſſé paroit d'un grain plus

plus groſſier après avoir été trempé, parce que les parties métalliques qui ſont les plus apparentes par leur couleur, ſont ramaſſées en petites maſſes plus écartées les unes des autres.

2. La trempe donne plus de volume à l'acier qu'il n'en avoit avant; & cela doit être, puiſqu'elle le fixe dans un état où le mêlange & l'union de ſes principes eſt moindre.

3. L'acier durcit à la trempe, parce que ſes molécules ſe forment de parties plus ſemblables, & par cette raiſon plus capables de s'unir.

4. L'acier trempé ſe caſſe plutôt que celui qui ne l'eſt pas, ou qui l'eſt moins: c'eſt que la liaiſon de ſes molécules entre elles eſt moindre, puisqu'elles ſont de matières diſſemblables, & qu'elles ſe touchent par moins de ſurface.

5. Enfin le recuit rend l'acier trempé moins caſſant & plus flexible; parce qu'un degré de feu modéré, fait renaître en partie le mêlange intime des parties diſſemblables, & qu'il lui fait prendre un état moyen entre celui d'un acier non trempé, & celui d'une trempe exceſſive.

Quoi-

Quoique nous aions des procédés certains pour augmenter, diminuer, anéantir même le reſſort de pluſieurs Corps, nous n'en connoiſſons pas mieux la cauſe de l'élaſticité en général: tout ce qu'on a imaginé jusqu'à préſent pour en rendre raiſon, ne peut paſſer tout au plus que pour des conjectures, dont les unes ſont viſiblement démenties par l'expérience; les autres ſuppoſent ce qui eſt en queſtion; d'autres enfin, plus ingénieuſes que probables, n'ont aucuns faits qui parlent pour elles.

Dire qu'un reſſort que l'on tend en le courbant, a les pores plus ouverts en ſa partie convexe, cela eſt vrai; que les pores quoique plus ouverts, ne le ſont point aſſez pour ſe remplir d'air groſſier, & qu'ils en restent vuides, cela paroit encore vraiſemblable: mais ajouter, qu'en conſéquence de ces petits vuides, la preſſion de l'air qui agit par le côté oppoſé, eſt la cauſe de l'effort qu'on voit faire au Corps élaſtique, pour ſe remettre dans ſon prémier état; c'eſt ce que la raiſon ne dit point, & ce que l'expérience dément formellement;

car

car l'élasticité dans un lieu privé d'air grossier, fait ses fonctions comme ailleurs.

J'appelle supposer ce qui est en question, que d'attribuer le ressort des Corps à l'air qu'ils contiennent entre leurs parties, comme autant de petits ballons qui se trouvent comprimés dans la partie concave d'un bâton que l'on courbe, & qui réagissent jusqu'à ce qu'il soit redressé; car il restera toujours à savoir quelle est la cause du ressort de l'air.

Enfin si l'on suppose avec le changement de figure qui se fait dans les pores d'un ressort tendu, l'action d'un fluïde qui se trouve par-tout, comme la matière subtile, ou quelque chose de semblable qui agîsse par son poids, on pourra former une explication qui aura quelque vraisemblance : mais je doute fort qu'elle soit bien reçue, si elle n'est appuyée sur des faits, & je ne vois pas qu'il soit facile d'en trouver qui parlent clairement.

Ce que nous avons dit dans la Leçon précédente & dans celle-ci, touchant la divisibilité des Corps, la subtilité de leurs parties, la variété de

leurs

leurs figures, leur impénétrabilité & leur porosité, nous engage & nous met à portée d'expliquer en général de quelle manière nous acquérons la connoissance des objets qui nous environnent : car tout ce qui est hors de nous-mêmes nous seroit inconnu, s'il ne faisoit sur nous quelque impression sensible ; & cette impression qui prend tant de formes différentes, nous la devons presque entièrement à la petitesse extrême des parties qui nous touchent, & aux différentes figures qu'elles affectent : tout ce qui est matériel s'adresse à nos sens, & nous jugeons d'après leur rapport.

Digression sur les Sens.

ON appelle *Sens* certaines facultés du Corps animé, par lesquelles il entre en commerce avec les objets extérieurs : ce sont autant de moyens que le Créateur a établis pour mettre les Animaux en état de se nourrir, de se défendre, de s'entraider, & de se reproduire ; car sans les sens, à peine différeroient-ils d'une Plante qui végète dans la même place où la Nature

ture l'a fait naître, qui sèche sur pié quand la nourriture ne lui vient plus, & qui souffre avec une égale insensibilité la bêche qui la cultive, & le fer qui la fait périr.

L'exercice des sens est une fonction purement animale, elle convient aux Bêtes comme à l'Homme : il semble même qu'à cet égard, plusieurs espèces d'entre elles aient été mieux traitées que nous : quelle finesse dans l'odorat des Chiens ! quelle portée de vue dans les Oiseaux de proie !

On distingue communément cinq sortes de sens ; le *toucher*, l'*odorat*, le *goût*, l'*ouïe*, & la *vue* ; il est peu d'animaux en qui l'on n'en compte autant. Il y a peut-être dans la Nature des espèces qui ont quelque autre sens que nous ne connoissons pas : mais il en est de ceci comme de toutes les choses qui ne sont point impossibles, on ne doit pas les admettre sans nécessité & sans preuves. Chaque sens a son siège particulier dans quelque partie du corps, qui à cet égard se nomme son *organe* ; l'oreille, est celui de l'ouie ; l'œil, est celui de la vue.

Quoique tout organe ſoit ſenſible, il ne l'eſt pourtant pas pour toutes ſortes d'objets, chacun a ſon diſtrict particulier ; l'oreille ſe dirigeroit envain vers la lumière, & la vue la plus perçante n'apperçoit pas le ſon des cloches. Quand même l'objet ſeroit de la compétence de l'organe qu'il affecte, la ſenſation naturelle n'a lieu, qu'autant que l'impreſſion n'eſt ni trop forte ni trop foible. On ne diſtingueroit point l'image du Soleil, ſi l'on recevoit immédiatement ſes rayons dans les yeux; & peu de perſonnes pourroient lire une écriture de petit caractère à la clarté des étoiles.

Qu'eſt-ce donc que *ſentir*, ou faire uſage de ſes ſens ? De la part du Corps animé, c'eſt recevoir ſur tel ou tel organe l'impreſſion modérée d'un objet qui le touche ou par lui-même, ou par quelque matière intermédiaire. De la part de l'Ame qui anime le corps, c'eſt ſe retracer les idées qu'elle a attachées à ces impreſſions, ou s'en former de nouvelles, ſi les impreſſions ſont neuves. Un homme, par exemple, jette la vue en plein jour

ſur

ſur un chien: la lumière qui éclaire le corps de cet animal, rejaillit juſqu'au ſpectateur, & frappe dans le fond de ſon œil une place terminée comme la figure de l'animal qui la réfléchit: à cette occaſion l'ame ſe rappelle l'idée d'un chien qui lui eſt familière; & ſi la mémoire lui fournit l'idée de quelqu'autre chien, elle juge que celui-ci eſt grand, petit, maigre, gras, &c. par la comparaiſon qu'elle en fait. De ſavoir maintenant comment l'organe affecté par l'objet détermine l'eſprit à penſer en conſéquence, c'eſt ce que la Phyſique n'aprend point, & c'eſt, je crois, ce qui ſurpaſſe la portée de nos foibles lumières: l'union de l'ame avec le corps, le commerce de ces deux êtres de natures ſi différentes, eſt un de ces myſtères qu'il eſt peut-être plus ſage d'admirer que d'étudier.

Mais comme un homme voit un chien, un chien voit un homme; & ſes actions, comme les nôtres, ſemblent ſe règler ſur ce qu'il voit, ſur ce qu'il entend, &c. Que ſe paſſe-t-il donc dans cet animal, lorſqu'un objet affecte quelqu'un de ſes ſens?

C'eſt encore une de ces queſtions épineuſes, où la curioſité échoue, & ſur leſquelles les génies les plus heureux ont épuiſé toute leur philoſophie. Selon la doctrine de Deſcartes, une Bête n'eſt autre choſe qu'une belle machine, dont toutes les pièces ſont ſi bien aſſorties, & ordonnées avec une correſpondance ſi parfaite, qu'une d'entre elles étant remuée par l'objet extérieur qui a priſe ſur elle, détermine immédiatement les autres à ſe mouvoir de telle ou telle manière: les nerfs de chaque organe aiant été touchés comme il convient, tranſmettent aux membres les différens mouvemens d'où réſulte telle ou telle action. Cette penſée eſt grande, elle eſt hardie, elle eſt même ſéduiſante quand on la médite ſans préjugé; mais c'eſt l'affoiblir, que de fonder ſa vraiſemblance ſur des exemples ou ſur des ſimilitudes. Celui de tous les êtres animés qui nous paroit le plus imbécile, une huître, un limaçon, eſt ſans comparaiſon au-deſſus de la montre la plus parfaite, & de tout ce que l'Art a pu produire de plus ingénieux. Le commun des hom-

hommes ne consentira jamais à regarder les actions d'un cheval, d'un chien de chasse, &c. comme les effets d'un méchanisme purement matériel : pour goûter cette Philosophie, il faut être un peu Philosophe.

On aimera mieux croire sans doute, que le corps d'une bête est animé & conduit par un être intelligent qui commence & périt avec lui, & qui est le principe de toutes ces pensées, & de tous ces jugemens dont on croit voir des signes dans les diverses actions des animaux. Ce sentiment qui n'est contraire ni à la Raison, ni aux dogmes de la Foi, a trouvé & trouve encore aujourd'hui des défenseurs, non seulement dans le Vulgaire qui juge sur les apparences, mais même parmi ceux qui méditent, & qui n'admettent les opinions qu'après les avoir discutées.

Mais il ne faut pas croire qu'en prenant ce parti, on se mette au-dessus de toute difficulté. Quand on considère la docilité d'un animal domestique, les ruses & l'adresse de certaines bêtes voraces, le bon ordre & l'industrie qui règnent dans quelques

espèces d'insectes qui vivent & travaillent en société, il est bien commode d'en rendre raison, en disant, *c'est que tous ces animaux sont intelligens ; l'Auteur de la Nature les a rendus tels, en renfermant dans leurs corps une ame d'une espèce convenable à leur condition.* Mais cette ame, si elle est immatérielle, comme on le prétend, que devient-elle, lorsqu'un ver aiant été coupé en cinq ou six parties, & même davantage, chaque morceau continue de vivre & redevient un animal complet, & tout-à-fait semblable à celui qu'on a divisé? comme on l'a observé depuis peu *. Y avoit-il donc plusieurs ames dans le même individu, ou bien ce qui n'est point matière est-il divisible? Ne poussons pas plus loin cette question, dans un Ouvrage où nous nous sommes interdit toute discussion métaphysique ; attachons-nous seulement à ce qui peut être éclairci & prouvé par l'expérience & par les observations. Quant à la matière présente, bornons-nous à faire connoître le méchanisme de nos sensations; conduisons l'objet extérieur ou son action

* *Hist. des Insectes de Mr. de Reaumur, Tom. VI. Préf. p. 34.*

action jusqu'à la partie du corps destinée à recevoir son impression ; & voyons quelles sont les conditions nécessaires dans l'objet pour être activement sensible, & dans l'organe pour être affecté efficacement.

Le Toucher.

Le prémier & le plus général de tous les sens, c'est le *toucher* ; on peut dire que tous les autres ne sont que des espèces dont il est le genre. Quand nous entendons le son de la voix ou de quelque instrument, cette sensation n'est autre chose qu'un ébranlement causé à une certaine partie de l'oreille par le contact de l'air, qui est lui-même agité par le corps sonore. Quand nous voyons quelque objet, c'est que la lumière qui vient de lui à nous, frappe le fond de l'œil. Ainsi, *goûter*, *voir*, *entendre*, *sentir les odeurs*, c'est à proprement parler, être touché en telle ou telle partie du corps par une certaine matière : au-lieu que le *toucher*, que nous regardons comme le prémier sens, consiste à recevoir sur telle partie sensible du corps que ce puisse

être, l'impreſſion d'une matière quelconque. Les autres ſens ont des organes & des objets qui leur ſont propres, celui-ci occupe toute l'habitude du corps animé, & s'étend à tout ce qui eſt palpable. Il a encore cet avantage ſur eux, d'être en même tems actif & paſſif: non ſeulement il nous met en état de juger de ce qui fait impreſſion ſur nous, mais encore de ce qui réſiſte à nos impulſions: nous pouvons apliquer l'organe à l'objet, & c'eſt par le *tact* que nous nous aſſurons le plus ſouvent de l'état des corps qu'il nous importe de connoître.

Les Corps que nous touchons ou qui nous touchent, font ſur nous des impreſſions différentes, ſelon leur grandeur, leur figure, leur conſiſtance, le degré ou l'eſpèce de leur mouvement, leur température, &c. & l'on a donné à toutes ces différentes manières de toucher, des noms qui expriment ou l'action des corps ſur nous, ou notre action ſur eux: *heurter*, *piquer*, *pincer*, *grater*, *chatouiller*, ſont autant d'expreſſions qui déſignent ce que différens corps nous font ſen-

tir

tir en conſéquence de leur maſſe, de leur forme, ou de leur manière de ſe mouvoir : *froid*, *chaud*, *dur*, *mol*, *ſec*, *mouillé*, dénotent d'ordinaire le ſentiment qu'excite en nous une matière que nous tâtons, par l'état actuel des parties qui compoſent ſa maſſe. Comme les ſenſations du toucher peuvent varier à l'infini, par la variété même de l'objet, par l'étendue & la diſpoſition de l'organe, & par les différentes manières dont l'un eſt aplicable à l'autre, il s'en faut bien qu'elles ſoient toutes caractériſées par des noms propres : ceux que nous venons de rapporter, & pluſieurs autres que nous omettons, ne ſont, pour ainſi dire, que des termes génériques, par leſquels on fait connoître, à l'aide de quelque circonlocution, les différentes eſpèces qui peuvent s'y rapporter : on déſigne, par exemple, par *chatouillement*, ce que l'on ſent dans la gorge lorſqu'une légère acreté excite la toux : on dit qu'un remède *pince*, pour faire entendre qu'il laiſſe des impreſſions ſur les parties qu'il affecte.

Quoique l'objet du *toucher* ſoit

pour l'ordinaire hors de nous-mêmes, les différentes parties du même corps ne laissent pas que d'agir réciproquement les unes sur les autres, tant au dehors qu'au dedans. Quand la main touche le pié, elle fait naître deux sensations ; elle est en même tems l'objet de l'une, & l'organe de l'autre. Pour ce qui se passe à l'intérieur & sans interruption, l'habitude nous en dérobe le sentiment; l'action des fluïdes sur les solides, par exemple, ne devient sensible que quand elle apporte quelque changement à l'état naturel; & alors nous éprouvons ce qu'on nomme *langueur*, *foiblesse*, ou *douleur*.

On peut dire en général, que les nerfs sont dans chaque organe, la partie la plus essentielle, celle où l'action de l'objet se termine, & après laquelle nous n'appercevons plus rien de méchanique: le fond de l'œil où s'accomplit la vision, n'est qu'une expansion du nerf optique; la lame spirale du *limaçon*, qu'on regarde comme la pièce qui a le plus de part aux fonctions de l'oreille, est un composé de fibres nerveuses; & l'organe du

du toucher se trouve dans toute l'étendue de la peau, & sur-tout à la surface extérieure, où l'on sait qu'aboutissent tous les petits nerfs qui forment la plus grande partie de ce tissu. Ce sont ces petits mamelons dont l'arrangement forme des sillons vers l'extrémité des doigts, où le tact est ordinairement plus fin qu'ailleurs. Un habile Anatomiste * a donné depuis peu une description très concise & très intelligible de la peau, dans un Ouvrage écrit *ex professo* sur les Sens, & dont je crois la lecture très utile à ceux qui voudront sur la matière présente des instructions plus détaillées que celles qui peuvent être placées ici.

* *Mr. le Cat Traité des Sens p. 207.*

Ce qui prouve incontestablement que les nerfs ont plus de part au toucher qu'aucune autre partie, c'est que ce sens exerce ses fonctions plus ou moins parfaitement, selon l'état actuel de ces petites houpes nerveuses qu'on apperçoit à la superficie de la peau, & qui ne sont couvertes que par l'épiderme: * qu'une brulure les dessèche, qu'une matière étrangère les couvre, qu'un trop grand froid les

Fig. 11.

contracte, ou les empêche de s'épanouïr; la partie où ils sont, perd le sentiment, & ne le reprend que quand ces accidens cessent. Les maladies des nerfs qui ne vont pas jusqu'à détruire leur œconomie, sont aussi les plus aigues, parce qu'elles attaquent immédiatement l'organe des sensations; l'engourdissement & la paralysie qui suspendent ou qui arrêtent leurs fonctions, causent pour l'ordinaire l'insensibilité.

Des accidens, des maladies, la vieillesse, nous privent souvent des autres sens. On voit assez fréquemment des aveugles, des sourds, des gens même en qui le goût & l'odorat sont presqu'entièrement usés : mais il est fort rare de trouver un homme universellement insensible : on en apperçoit bientôt la raison, dès que l'on considère par combien d'endroits nous pouvons sentir les objets extérieurs comme résistans, en comparaison des parties organiques qui nous les représentent comme sonores, colorés, savoureux, ou odorans. L'étendue du toucher est donc une ressource que la Nature a ménagée à

ceux

ceux qui par quelque accident, ou par vice de conformation, se trouveroient privés des autres facultés. Aussi voyons-nous des aveugles supléer par le tact à l'usage des yeux; & quoique le toucher ne soit pas à beaucoup près aussi délicat que les autres sens, lorsqu'il est employé par nécessité, & perfectionné par l'habitude, il fait presque des prodiges. Je ne voudrois pourtant pas garantir tous ceux que l'on raconte à cette occasion; car tout ce qui tient du merveilleux, ne va guères sans exagération.

Le Goût.

COMME l'acroissement & l'entretien des Animaux dépend de la nourriture qu'ils prennent, & du choix qu'ils en font, il étoit à propos que la Nature les conformât de manière à desirer d'eux-mêmes les alimens nécessaires, & à distinguer ceux qui leur conviennent: il falloit qu'ils sentîssent le besoin de manger, & qu'ils eûssent du plaisir à le satisfaire; car sans cette précaution, le soin de vivre eût été à charge. Jugeons-en par nous-mêmes: s'il n'étoit question

que de remplir un devoir lorſqu'on ſe met à table, il faut convenir que les indigeſtions ne ſeroient pas communes, & qu'on verroit peut-être bien des gens périr d'inanition. L'Auteur de la Nature a prévu ce déſordre, & pour le prévenir, il a mis en nous-mêmes des motifs plus puiſſans que notre pareſſe. L'eſtomac à jeun nous ſollicite par la faim & par la ſoif; & la bouche qui fournit à ces deux appétits, ſe dédommage par les ſaveurs qu'elle goûte, de la peine qu'elle prend de préparer les alimens pour la digeſtion.

Le goût conſiſte donc à ſentir l'impreſſion des matières ſavoureuſes, à les admettre ou à les rejetter, ſuivant les idées qu'elles font naître, & les jugemens qui s'enſuivent.

Les Saveurs, objet du goût en général, viennent principalement des parties ſalines qui ſe trouvent dans toutes les matières tant animales que végétales, que l'on prend ou comme alimens, ou comme remèdes. Ces petits corps anguleux & tranchans ſont plus propres que d'autres à pénétrer juſqu'à l'organe immédiat,

&

& à s'y faire ſentir. On peut en juger en mettant ſur la langue quelque grain de ſel pur, de quelque nature qu'il ſoit, il y fait une impreſſion très forte; & l'analyſe fait voir que de tous les mixtes, ceux qui affectent le plus l'organe, ſont les plus abondans en ſels.

On ne connoit qu'un très petit nombre de ſels qui diffèrent eſſentiellement, ou dont les parties diviſées par l'eau, ſe montrent ſous des figures conſtamment différentes. De-là il ſuit que les ſenſations du goût ſeroient peu variées, ſi les particules ſalines que les alimens contiennent, agiſſoient ſeules & ſans mêlange ſur l'organe: mais la Nature les a mêlées avec d'autres principes, qui ne ſont point ſavoureux par eux-mémes, qui n'agiſſent que comme objets du toucher en général, & dont le nombre & les doſes ſe combinent à l'infini. L'eau, la terre, l'air, le ſoufre, l'huile, ſont autant de matières inſipides, que la Nature a fait entrer dans preſque tout ce qui ſert de nourriture aux Animaux. La bouche en broyant ces alimens, fournit

une

une lymphe qui facilite la desunion des parties, & qui développe les principes; mais ce dissolvant n'a point autant de prise sur les uns que sur les autres: le soufre & l'huile, par exemple, ne cèdent point à son action, comme la terre & l'eau: ainsi la partie saline ne se dégage jamais qu'imparfaitement, & à proportion de la dissolubilité de ce qui lui est étroitement uni.

Les Saveurs les plus simples, & sur lesquelles on est le plus généralement d'accord, sont celles où les sels sont le moins mitigés par le mêlange d'autres matières. Tout le monde connoit ce que c'est que *salé*, *aigre*, *doux*, *amer*, *âcre*, &c. Ces différentes sensations sont si marquées, qu'on les distingue d'abord: elles sont comme la base de toutes les autres, qui deviennent d'autant plus difficiles à décider & à exprimer, qu'elles s'éloignent davantage de cette prémière simplicité. L'amer du Caffé, par exemple, corrigé par la douceur du sucre, produit une sensation mixte; le suc des Fruits mêlé à l'esprit de vin, prend un nouveau goût; celui des Viandes

change

change presque entièrement, & se déguise de mille façons différentes, comme on le sait par un nombre infini de préparations & de mélanges, dont la délicatesse a fait un art important & très cultivé dans notre siècle.

Il en est de l'objet du goût, comme de celui du toucher: les saveurs mixtes dépendant de certains principes dont l'assemblage est susceptible d'une infinité de combinaisons, il est impossible de les désigner toutes par des noms particuliers; on les exprime en les comparant à quelque saveur plus simple, ou plus connue: on dit, *tel fruit est un peu âcre & amer, tel poisson a le goût du brochet*, &c.

Quant à l'organe du goût, tous les Anatomistes conviennent qu'il est principalement dans la langue: un grand nombre d'entre eux croient qu'il est dans tout l'intérieur de la bouche, & plusieurs l'étendent jusqu'à l'ésophage, & même jusqu'à l'estomac. Il n'est guères possible de le borner à la langue seule: chacun peut reconnoître par sa propre expé-

rien-

rience, que les matières savoureuses se font sentir, quoique plus foiblement, au palais & au fond de la bouche : mais ce qui décide la question, c'est qu'on a vu des gens qui n'avoient point de langue, & qui goûtoient les alimens. *

* *Mém. de l'Acad.* 1718. *p.* 6.

C'est encore ici l'extrémité des fibres nerveuses, ces mamelons dont nous avons parlé précédemment, qui sont l'organe immédiat : mais au-lieu que pour la sensation du toucher, ils sont petits & recouverts par une surpeau assez unie, & d'un tissu un peu serré ; dans toutes les parties de la bouche où on les observe, & surtout dans la langue, * ils sont plus gros, moins compacts, & comme enchassés dans une enveloppe ou gaine fort poreuse, abreuvés d'ailleurs d'une lymphe qui entretient leur souplesse, & qui met la partie savoureuse des alimens en état de les toucher comme il convient pour se faire sentir : car elle la divise, elle la développe de manière qu'elle lui donne le degré de ténuïté nécessaire pour s'insinuer par cette peau très poreuse qui couvre les petites houpes nerveuses sur lesquelles l'impression doit se faire.

* *Fig.* 12.

L'or-

L'organe du goût se gâte & s'use, comme les autres, par un usage immodéré de son objet: les saveurs fortes, comme les liqueurs spiritueuses, & ces ragoûts étudiés si fort à la mode aujourd'hui, diminuent beaucoup la sensibilité des parties qui en souffrent fréquemment l'impression: l'expérience fait voir que des gens du peuple qui s'accoutument à boire de l'eau de vie, trouvent le vin insipide, & ne s'en soucient plus. On sait au-contraire, que les buveurs d'eau ont pour l'ordinaire le goût plus délicat & plus fin que d'autres. Cette boisson qui n'a presque point de saveur, conserve à l'organe toute sa sensibilité, parce qu'elle n'est point capable d'en altérer la texture. La maladie ou le grand âge peuvent aussi causer du désordre dans cette partie: au commencement d'une convalescence, il arrive assez souvent qu'on ne trouve point de goût aux alimens, parce qu'il reste encore quelque humeur vicieuse qui engorge les pores par où doivent passer les particules savoureuses; ou parce que les accidens qui ont précédé, ont

causé

causé quelque altération à l'organe même, qui n'est point encore revenu à son état naturel. Mais insensiblement je passe les bornes de mon dessein; c'est à la Médecine & à l'Anatomie qu'il convient d'ajouter ce qui peut manquer ici; peut-être en ai-je déjà trop dit.

L'Odorat.

L'ODORAT à qui nous donnons le troisième rang parmi les Sens, quand on commence par ceux qui sont en apparence les plus grossiers, pourroit être placé au second, si l'on avoit égard à l'ordre que la Nature observe dans leur exercice; car ses fonctions précèdent souvent celles du Goût. Ce qu'on nous présente pour boire ou pour manger n'est guères admis, s'il n'a été examiné d'abord & aprouvé par ce sens; & les animaux qui n'ont le tact ni aussi familier, ni aussi fin que nous, décident par l'usage du nez de la qualité des alimens, sur-tout quand ils sont nouveaux pour eux, & qu'ils n'y voient pas extérieurement de ressemblance avec ce qui leur est déjà connu. Il y a

une

une ſi grande affinité entre le goût & l'odorat, tant par rapport à l'objet que par rapport à l'organe, que quelques Anatomiſtes ont regardé le dernier comme une partie, ou comme un ſuplément du prémier: & en effet nous voyons que tout ce qui agrée à l'un, eſt naturellement ami de l'autre; on eſt tenté de porter à la bouche les matières qui exhalent des odeurs agréables, à moins qu'on ne leur connoiſſe des qualités nuiſibles; & ſi par hazard quelque aliment uſité déplaît à l'odorat, il faut que l'habitude, ou quelque motif puiſſant, l'emporte ſur la répugnance qu'il ne manque pas de faire naître, ſans quoi l'on s'en interdit l'uſage ſur le ſeul témoignage du nez.

Comme l'intérieur du nez communique avec la bouche, il arrive ſouvent que les ſenſations du goût s'allient & ſe confondent, pour ainſi dire, avec celles de l'odorat. Cet effet arrive quand les ſaveurs ſont ſpiritueuſes & volatiles, & de-là vient encore une variété prodigieuſe de ſenſations différentes, ſelon que l'odorat y a plus ou moins de part. Quand il y par-

participe un peu trop, comme ſon organe eſt plus ſenſible que celui du goût, celui-ci perd ſes droits pendant quelques inſtans, & toute la ſenſation appartient à l'odorat. Qui eſt-ce qui ne ſait pas ce qui arrive, lorsqu'on prend une doſe de moutarde trop peu meſurée, ou lorſqu'on avale à longs traits de la bière forte?

Il paroit que le principal objet de l'odorat ſont les ſels volatils, & que la variété des odeurs vient du mêlange & de la qnantité des autres principes qui leur ſont unis; car les ſels fixes ne ſont point capables de ſe porter à l'organe, & tout ce qui n'eſt point ſel dans les mixtes, quoiqu'il ſoit volatil, ſemble inſipide à l'odorat comme au goût. On obſerve au contraire, que tout ce qui facilite l'évaporation des matières où le ſel volatil abonde, tout ce qui développe leurs principes, les rend auſſi plus odorantes. Quand on cuit les viandes, l'action du feu diviſe les parties, les ſubtiliſe, & les met en état de s'exhaler, & alors les odeurs deviennent très ſenſibles. Quand on mêle du ſel ammoniac en poudre

avec

avec de la chaux vive, ou avec du ſel de tartre, le volatil urineux ſe développe, s'élève, & ſe fait vivement ſentir.

Par la même raiſon la fermentation, ou la putréfaction, rend preſque toujours odorantes les matières qui ne le ſont que peu ou point dans leur état naturel, & le plus ſouvent elle change la qualité des odeurs ; car ces mouvemens inteſtins donnent lieu aux parties de ſe déplacer & de ſe deſunir. Si cette deſunion ne va pas juſqu'à décompoſer les molécules, & changer la nature du mixte qui commence à fermenter, il devient ſeulement plus odorant, parce qu'il s'exhale en plus grande quantité : mais ſi les principes mêmes qui compoſent les parties intégrantes viennent à ſe ſéparer, non ſeulement l'odeur en deviendra plus forte & plus pénétrante, parce que l'organe ſera affecté par des parties plus ſubtiles; mais la ſenſation ſera auſſi d'une autre eſpèce, parce qu'elle ſera cauſée par des corpuſcules d'une ſtructure différente, où la partie ſaline, qui eſt le principal agent, ſera

plus

plus ou moins abondante, plus ou moins développée. Un fruit qui se pourrit, la chair qui se corromt, exhalent des odeurs de plus en plus desagréables, non seulement parce qu'elles sont plus fortes, mais aussi parce qu'elles sont plus fétides à mesure que la corruption fait du progrès.

Les odeurs sont encore moins caractérisées que les saveurs : à peine convient-on de quelques sensations fondamentales dans ce genre ; on se contente de rapporter les moins connues à celles qui le sont davantage, à la fumée du soufre, à celle du linge brulé, à la vapeur de l'urine, à la violette, au citron, à l'ambre, &c. sans prétendre pour cela que ces différentes exhalaisons soient des odeurs simples.

Il faut que les corpuscules capables d'ébranler l'organe de l'odorat, soient susceptibles d'une prodigieuse divisibilité : on en peut juger par une expérience, & par quelques observations que nous avons rapportées dans la prémière Leçon, * pour prouver en général combien les Corps sont divisibles. Ces petites parties exhalées

* *III. Expérience, p. 27. & suiv.*

halées flottent dans l'air, & c'eſt ce fluïde qui les porte dans l'intérieur du nez où eſt l'organe, lorſque par la reſpiration nous le déterminons à prendre cette voie.

L'intérieur du nez eſt revétu d'une membrane, que les gens de l'Art nomment *pituitaire:* c'eſt un tiſſu compoſé pour la plus grande partie des fibres du nerf olfactif, qui eſt communément reconnu pour être le ſujet des odeurs. Ces fibres nerveuſes aboutiſſent à la ſuperficie de la membrane en forme de petits mamelons, ſur leſquels ſe fait l'impreſſion des corpuſcules odorans. * Voilà en gros l'organe de l'odorat, un plus grand détail ne conviendroit point ici: ceux qui voudront être plus amplement inſtruits, trouveront de quoi ſe ſatisfaire dans le Traité de Mr. le Cat, que nous avons cité ci-deſſus, dans l'expoſition anatomique de Mr. Winſlow, &c. Nous ajouterons ſeulement que les odeurs fortes, & leur fréquent uſage, endurciſſent pour ainſi dire les petites houpes nerveuſes auxquelles elles s'apliquent, & leur font perdre ce ſentiment délicat dont

*Fig. 13.

jouïſſent ordinairement les perſonnes qui n'uſent point de tabac ni de parfums. On perd auſſi pour un tems l'uſage de ce ſens, lorſqu'une humeur ſurabondante ou trop épaiſſie, au lieu d'abreuver l'organe autant qu'il convient ſeulement pour entretenir ſa ſoupleſſe & ſa ſenſibilité, engorge & gonfle toute ſa ſubſtance; car alors non ſeulement il n'eſt point dans ſon état naturel, & diſpoſé à bien faire ſes fonctions, mais l'air qui paſſe avec peine n'y porte pas la même quantité d'odeur: c'eſt ce qu'on éprouve, & qu'il eſt aiſé d'obſerver, lorſqu'on a cette indiſpoſition qu'on appelle *rhume de cerveau.*

Nous ne dirons rien ici de l'ouïe & de la vue, parce que nous aurons occaſion d'expliquer le méchaniſme de ces deux ſens, en traitant des Sons & de la Lumière: il nous reſte à terminer cette digreſſion, par quelques remarques qui ſe préſentent encore à faire ſur les ſens en général conſidérés dans l'homme.

1. Quoique, ſuivant l'intention de la Nature, chaque individu de notre eſpèce doive faire de ſes ſens l'uſage

pour

pour lequel ils lui ſont accordés, cependant il eſt indubitable que toutes ces facultés ne ſont point au même degré de délicateſſe dans tous les hommes. On en a vu * dont l'odorat étoit auſſi fin que celui des chiens de chaſſe ; d'autres diſtinguent les objets dans un lieu aſſez obſcur pour les dérober aux vues ordinaires; certains gourmets apperçoivent dans les ragoûts & dans les liqueurs, des différences qui échappent aux goûts communs. Un tel degré de perfection dans les ſens, lorſqu'il ne s'y trouve pas aux dépens de quelque avantage plus précieux, doit être regardé comme un bienfait de la Nature: mais que la ſenſibilité de nos organes ſoit limitée, & que nos ſenſations n'aient pas toute l'étendue qu'elles pourroient avoir, ce n'eſt point un mal, & nous aurions tort de nous en plaindre: au contraire, une délicateſſe dans les ſens beaucoup plus grande qu'elle ne s'y trouve communément, nous expoſeroit à bien des incommodités, à moins qu'il ne ſe fît en même tems une réforme dans les objets qui ont coutu-

* *Journal des Sav. Avr. 1667. Mém. de Trévoux, Fév. 1725.*

me de les affecter, & que nous ne changeassions aussi de manière de penser. Trop de lumière blesse nos yeux, tels qu'ils sont: s'ils étoient plus délicats, une clarté ordinaire seroit toujours excessive, & nous ne verrions jamais sans douleur. Seroit-il agréable de voir toujours les objets, comme on les voit à l'aide du Microscope? La plus belle peau ne nous paroîtroit jamais qu'un tissu mal uni, ou plein de rugosités; & le plus beau diamant ne nous montreroit que des faces mal dressées, & peu simétrisées: il est aisé d'apliquer cette réflexion aux autres sens.

2. Dans l'usage des Sens, quoique l'organe soit suffisamment affecté par l'objet, il arrive souvent que la sensation n'a point son effet par rapport à l'ame. Combien de fois n'arrive-t-il pas qu'on a les yeux ouverts sur un objet éclairé, sans le voir? ou que l'on parle assez haut à quelqu'un qui n'est point sourd, & qui cependant n'entend pas ce qu'on lui dit? Tous les corps que nous touchons, ou qui nous touchent par hazard, viennent-ils pour cela à notre con-

connoiſſance ? C'eſt que pour connoître ce que l'on touche, il faut le tâter ; pour entendre, il faut écouter ; & pour voir, il faut regarder. Or tâter, écouter, & regarder, ce n'eſt pas ſeulement laiſſer agir l'objet ſur l'organe, c'eſt joindre l'attention de l'ame à l'exercice du ſens qui eſt en fonction. Un homme diſtrait ſe comporte ſouvent comme un ſourd, un aveugle, un inſenſible. Qui ne connoit pas les effets de la diſtraction ?

3. Les ſenſations, comme nous l'avons déjà dit, font naître des idées, & ces idées ſont agréables ou déplaiſantes à l'ame qui les conçoit : mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'eſt que le même objet fait plaiſir aux uns & déplaît aux autres. Quelques perſonnes aiment les amers, le plus grand nombre les déteſte ; certaines odeurs plaîſent à ceux-ci, & ſont inſupportables à ceux-là : & c'eſt ce qui a donné lieu à cette maxime, *Il ne faut pas diſputer des goûts*. Il y a plus encore : ce qui me faiſoit peine à ſentir il y a quelques années, m'eſt agréable aujourd'hui. Tel qui a marqué de la répugnance en buvant de la bière, ou

en prenant du tabac pour la prémière fois, en fait ses délices dans la suite; l'odeur du musc qui étoit de mode autrefois, fait maintenant mal à la tête à tout le monde. Les organes ne sont-ils pas à-peu-près les mêmes dans tous les hommes? & changent-ils d'un tems à l'autre dans le même individu?

Puisque c'est une chose reconnue, que les parties organiques sont plus délicates, & par conséquent plus susceptibles des impressions dans certaines personnes que dans d'autres, & qu'une action immodérée de l'objet est capable de les blesser, il peut arriver que ce qui ne seroit qu'une sensation ordinaire pour les uns, devienne pour les autres une irritation violente, fâcheuse, & inquiétante pour l'ame, qui veille à la conservation du corps, & qui desaprouve tout ce qui tend à déranger l'économie animale.

Mais il faut convenir que l'imagination a autant de part, qu'aucune autre cause, à toutes ces variétés. Les objets nous plaisent ou nous causent de la répugnance selon les idées que nous y attachons; & ces idées dépen-

dent

dent beaucoup de l'habitude, de la mode, & des préjugés. On a ouï dire à des gens que l'on croit de bon goût, qu'une telle matière en la brulant produit une bonne odeur; en voilà assez pour la faire aimer quand on l'éprouvera. Le rapport des yeux présente d'abord les huitres sous des similitudes dégoûtantes; mais peu à peu ces prémières idées s'affoiblissent, & cèdent à d'autres plus flateuses qu'on a conçues en y goûtant: ainsi, comme les sensations dépendent en partie de la disposition de l'organe, les jugemens qui s'ensuivent, tiennent beaucoup aussi de celles de l'ame.

ſont plus mobiles que les autres, c'eſt-à-dire, qu'il faut employer moins de force pour les faire paſſer du repos au mouvement. Les principales de ces diſpoſitions ſont la figure, le poli de la ſurface, & la quantité de matière contenue ſous le volume d'un corps qu'on veut mouvoir.

Pour concevoir ceci facilement, repréſentons-nous d'abord deux maſſes de verre, d'ivoire, &c. d'égal poids, dont l'une ſoit un cube, & l'autre une boule, toutes deux poſées ſur une table. Ces deux corps ne diffèreront que par la figure, & cela ſuffira pour rendre le dernier beaucoup plus propre que le prémier à recevoir & à conſerver le mouvement. Donnons-leur maintenant la même figure, & ne changeons rien à l'égalité de leurs maſſes ; mais imaginons ſeulement que la ſurfaee de l'un eſt rabotteuſe, & que celle de l'autre eſt unie : cette différence rendra celui-ci plus mobile; une moindre force le fera mouvoir ſur un plan ſolide, ou dans un fluïde. Enfin ſuppoſons deux corps bien ſemblables par leur figure, & par le poli de leurs ſurfaces, mais différens

férens par leurs quantités de matière; une bille d'ivoire, par exemple, & une autre de plomb, de même diamètre, suspendues de-même, ou sur le même plan horizontal & fort droit; ne faudra-t-il pas frapper celle-ci plus fortement que l'autre pour la mouvoir? & la même force imprimée à l'une & à l'autre, ne trouvera-t-elle pas moins de résistance dans la plus légère que dans la plus pesante?

Cette résistance au mouvement, qu'on apperçoit dans tous les Corps, aiant égard seulement à leur masse, se nomme *force d'inertie*: elle est, ainsi que la pesanteur, proportionnelle à la quantité de matière propre de chaque corps. Mais quoique ces deux forces aient cela de commun entre elles, on ne peut pas dire qu'elles soient la même chose: il y a des preuves du contraire: la pesanteur, comme nous le verrons dans la suite, exerce toujours son action de haut en-bas, &, autant qu'elle peut, perpendiculairement à l'horizon; mais la force d'inertie résiste au mouvement, dans quelque sens qu'on fasse effort pour mouvoir un corps.

Pour nous faire une idée juſte de l'inertie, repréſentons-nous l'expérience propoſée par Mr. Newton * : imaginons un corps d'une grandeur & d'un poids déterminé, par exemple, une boule de plomb peſant une livre, ſuſpendue librement par un fil fort long, dans un air tranquile, & une autre boule de plomb ſemblable, pareillement ſuſpendue, qui va heurter la prémière avec quatre degrés de mouvement. Si la boule en repos ne faiſoit aucune réſiſtance à celle qui vient la heurter, après le choc on les verroit toutes deux ſe mouvoir avec quatre degrés de mouvement. Car pourquoi le mouvement diminueroit-il dans la boule qui choque, s'il n'y avoit point de réſiſtance de la part de celle qui eſt choquée? & par quelle raiſon la boule déplacée ne le feroit-elle pas ſelon toute l'étendue du mouvement qui la pouſſe? Mais l'expérience fait voir autre choſe: la boule en repos reçoit de celle qui la frappe une portion de ſon mouvement; & cette dernière perd dans le choc ce que l'autre paroit avoir acquis. Un Corps en repos fait donc une ré-

* Fig. 1.

ſiſtan-

ſiſtance réelle à l'effort qui tend à le mouvoir. Il y a plus encore : ſi la boule en repos * pèſe 30 ou 40 livres, l'autre qui n'a plus alors qu'une maſſe beaucoup moindre, avec le même effort ne la porte pas auſſi loin que dans le cas précédent : cependant, ſi pour mouvoir un corps quelconque, il ne s'agiſſoit que de lui faire perdre ſon état de repos, le mouvement communiqué ſeroit le même dans une groſſe que dans une petite maſſe. Il y a donc quelque choſe de plus à vaincre, qu'une ſeule privation de mouvement. * Fig. 2.

Dira-t-on que la boule en repos ne réſiſte, que parce qu'elle eſt appuyée par l'air qui l'environne, & qu'il faut déplacer pour la faire changer de lieu ? Mais, 1. les Corps qui ſe choquent dans le vuide, font voir la même choſe que dans l'air ; ou s'il y a des différences, elles ne ſont pas ſenſibles.

2. La réſiſtance de l'air fait elle-même partie de la queſtion préſente ; car il s'agit de l'inertie des Corps en général. Si l'air, en qualité de matière, fait réſiſtance au mouvement des

corps qui tendent à le déplacer, & qu'on en convienne, l'inertie eſt prouvée.

3. Si la réſiſtance que fait la boule en repos, venoit uniquement de celle de l'air, ſur lequel elle s'appuye; pour réſiſter une fois plus, il faudroit qu'elle répondît à un volume d'air une fois plus grand: mais le fait eſt qu'il ſuffit de doubler le poids de la boule, & tout le monde ſait qu'un ſolide ſphérique, pour avoir le double de maſſe, ne reçoit pas une ſurface deux fois auſſi grande que celle qu'il avoit.

Seroit-ce donc la peſanteur de la boule ſuſpendue qui s'oppoſeroit à ſon déplacement? De quelque longueur qu'on ſuppoſe le fil, dira-t-on, ſi le corps grave qu'il tient ſuſpendu, eſt libre, il le tiendra tendu dans une ſituation verticale, & ſe placera au point le plus bas que la ſuſpenſion lui puiſſe permettre d'obtenir. Il ſuit de-là, que ſi on le force d'en ſortir, en quelqu'endroit qu'on le porte à l'entour, il ſera plus haut; & qu'il faudra pour l'y porter, vaincre ſa peſanteur qui fait effort pour le retenir où il eſt.

Cette

Cette objection eſt ſpécieuſe, mais elle ne fera jamais conclure que la force d'inertie & la peſanteur ſont la même choſe dans les Corps, à quiconque fera attention que dans les boules ſuſpendues des expériences citées, la réſiſtance eſt toujours proportionnelle aux maſſes conſidérées dans toute leur valeur; au-lieu que la peſanteur, au tems du repos, eſt reduite à zéro par le fil qui ſuſpend la boule, & qu'elle n'agit preſque pas, lorſque cette même boule ſe meut, ſi le fil eſt fort long, comme on le ſuppoſe, & qu'on ne faſſe décrire que de petits arcs.

Pour rendre ceci plus intelligible, ſuppoſons la boule en repos au bout du fil qui la tient ſuſpendue, alors tout l'effort de ſa peſanteur eſt vaincu par la réſiſtance du point de ſuſpenſion: ſi on la pouſſe avec le doigt dans un arc de cercle, à meſure qu'elle s'éloigne du lieu de ſon repos, on ſent qu'elle pèſe de plus en plus ſur la main qui la dirige, de manière que ſi le fil devient horizontal, elle fait ſentir tout ſon poids; & quand on la conduit en deſcendant par le même arc

de

de cercle, on ſent décroître proportionnellement l'effort de la peſanteur, juſqu'à ce que le fil ſoit vertical, & que le point de ſuſpenſion ſoit chargé de tout. On conçoit donc que la boule en queſtion ne réſiſte comme peſante, que quand le fil n'eſt plus vertical, quand elle a paſſé du lieu le plus bas à un autre plus élevé. Ce déplacement doit donc précéder abſolument la réſiſtance, ou l'effort qui vient de la peſanteur : mais pour opérer ce déplacement, il faut employer une force réelle, capable de vaincre & de tranſporter toute la maſſe de cette boule ; car ſi cette force qu'on emploie eſt trop petite, elle n'eſt pas moins une force réelle, & cependant elle n'a point l'effet qu'on demande, ſur un corps ſolide dont les parties ſont liées. Ainſi la boule ſuſpendue a donc fait une réſiſtance qu'il a fallu vaincre, avant que ſa peſanteur pût ſe faire ſentir.

De plus les Fluïdes réſiſtent auſſi-bien que les autres Corps. Quand un Solide ſe meut dans l'eau, en ſuivant une direction horizontale, on ne peut pas dire que la réſiſtance qu'il éprou-

ve,

ve, vienne de la pesanteur du milieu, puisque toutes les parties de ce milieu, qu'on suppose homogènes, sont en équilibre entre elles, & qu'on n'a rien à attendre de leur pesanteur, quand on les transporte selon une direction qui lui est tout-à-fait indifférente, telle qu'on la suppose.

Enfin la force d'inertie se rencontre dans les corps en mouvement, comme dans ceux qui sont en repos: celui qui se meut avec deux degrés, n'en reçoit un troisième que par un nouvel effort qu'il faut faire pour le lui donner: la même résistance qu'il oppose à la prémière force qui lui ôte son repos, il l'emploie également contre celle qui veut ajouter à son nouvel état: c'est pourquoi, après avoir rapporté les expériences qui prouvent la force d'inertie dans les corps en repos, j'en ajouterai une qui me paroit décisive, & qui ne permet pas de confondre les effets de l'inertie avec ceux de la pesanteur.

PRE-

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La Machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 3. porte environ à 6 piés de hauteur deux billes d'ivoire *A*, *B*, d'un pouce ½ de diamètre chacune, & attachées enſemble avec un peu de cire. Le marteau *D*, qui eſt de même matière, eſt mené par un reſſort que l'on tend plus ou moins, & qui ſe détend quand on tire le cordon *E*, pour faire frapper le marteau ſur une des deux billes.

EFFETS.

L'une des deux billes d'ivoire *B* aiant été frappée par le marteau, ſe détache de l'autre *A*, & la précède en tombant.

EXPLICATIONS.

Si les deux billes ſeulement détachées l'une de l'autre, n'obéiſſoient qu'à leur peſanteur, comme on ſuppoſe qu'elles commencent à tomber en même tems, qu'elles ſont en tout ſemblables & dans le même air, il

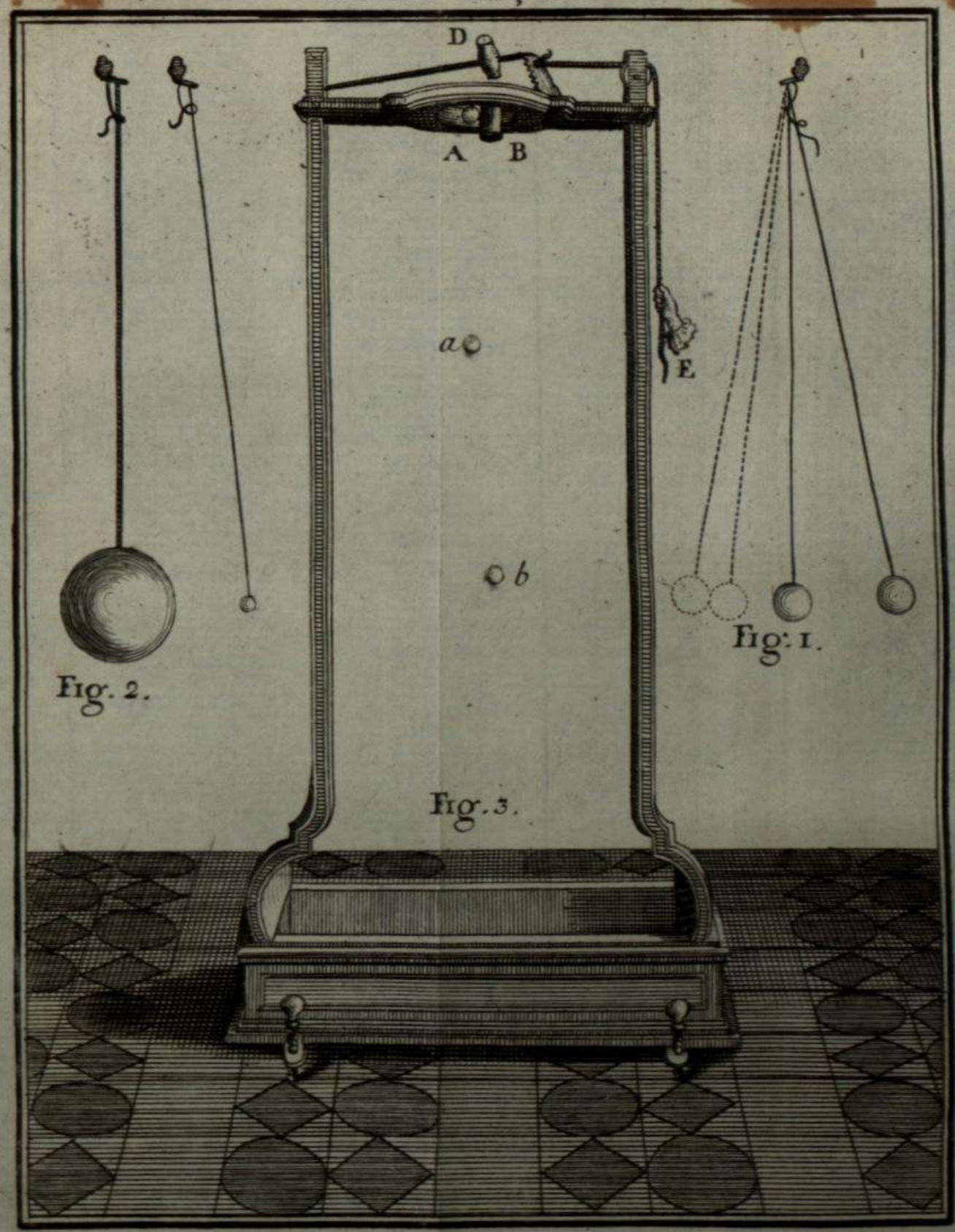
eſt

eſt indubitable qu'elles arriveroient enſemble ſur le plan qui termine leur chute : mais l'une des deux, aiant reçu un coup de marteau qui ajoute à l'effort de ſa peſanteur, obéit encore à cette nouvelle impulſion, dont l'effet eſt de la faire précéder l'autre ; & cette préceſſion eſt d'autant plus promte, que le coup de marteau a été plus grand. Voilà un nouvel effet qu'on ne peut attribuer à la peſanteur, puiſque pour le faire naître, cet effet, il faut employer une cauſe particulière, ſans laquelle il eſt nul, & dont il ſuit exactement les proportions. Or tout ce qui anéantit une force active, s'apelle réſiſtance : un corps qui tombe librement, réſiſte donc à un mouvement plus promt que celui de ſa peſanteur, & ne le reçoit que d'une autre puiſſance, dont l'action eſt ſuſceptible de plus & de moins.

APLICATIONS.

Une pierre que l'on jette avec la main contre un arbre de médiocre groſſeur, y cauſe ſouvent une émotion qui paſſe ſenſiblement juſques aux

aux branches, & retombe au pié du même arbre, où elle demeure ſans mouvement: une pareille pierre lancée contre un rocher iſolé, retombe de-même, & ne laiſſe appercevoir aucun ſigne de mouvement communiqué: on voit tout d'un coup la cauſe de cette différence, ſi l'on fait attention que tout ce qui eſt matériel, oppoſe ſon inertie au choc des autres corps; & que cette force par laquelle il réſiſte au mouvement, eſt toujours proportionnelle à ſa maſſe. En ſuppoſant que la pierre portât ſucceſſivement le même effort contre l'arbre & contre le rocher, le premier, comme aiant beaucoup moins de matière, a fait une réſiſtance trop foible, pour conſumer entièrement la force qui l'a ſollicité à ſe mouvoir, ſans être un peu déplacé; & ce déplacement a été ſenſible par l'agitation des branches: l'autre aiant une maſſe beaucoup plus grande, a fait une réſiſtance complette, victorieuſe (pour ainſi dire); & l'effort de la pierre diſtribué à un certain nombre de ſes parties, n'a pas ſuffi pour s'étendre à toutes d'une manière ſenſible,


D
A
B
a
b
E
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.

ble, & pour mouvoir le corps en son entier.

On a vu ci-dessus qu'une boule de plomp qui pèse une livre, & qui va heurter une autre boule de même matière & de même poids, lui donne une certaine quantité de mouvement; & qu'elle en donne moins, ou, pour parler plus exactement, qu'elle déplace moins une troisième boule qui pèse trente ou quarante fois autant. On en a conclu, comme on le devoit, que ce dernier corps, aiant plus de matière, résistoit davantage: de-là il suit que plus il aura de masse, plus il fera de résistance; & qu'enfin il peut en avoir en telle quantité, que l'effort qu'il a à soutenir, ne suffise pas pour être distribué sensiblement à toutes ses parties. Cependant ce corps ne peut pas se déplacer, que toutes ses parties ne se meuvent en commun: c'est donc par cette raison, que l'inertie des Corps conserve les uns sensiblement en repos, contre un effort qui met les autres en mouvement.

II. SECTION.

Du Mouvement en général, & de ses propriétés.

ON apelle *mouvement*, l'état d'un Corps qui est actuellement transporté d'un lieu dans un autre, soit qu'on le considère en totalité, soit qu'on n'ait égard qu'à ses parties. Ainsi le bateau qu'on abandonne au courant de la rivière, est en mouvement, parce qu'il change continuellement de place; & l'on ne peut point nier que les ailes d'un moulin ne se meuvent, quoiqu'elles tournent dans le même lieu, parce que chacune d'elles passe successivement par tous les points du cercle qu'elle décrit.

Toutes les fois qu'un corps se meut, il change de situation, respectivement aux objets qui l'environnent de près ou de loin: uu homme, par exemple, assis dans un carosse, ou dans un bateau qui le transporte, change continuellement de rapports, sinon avec les personnes qui l'accom-

pa-

pagnent, au moins à l'égard des différens lieux qu'il parcourt pendant son voyage.

Si j'apperçois à ma gauche ce que j'avois à ma droite, je puis donc conclure en toute sureté, qu'il y a eu un mouvement réel; mais ce changement de rapports ne suffit pas seul pour m'aprendre si c'est moi qui ai passé du lieu que j'occupois, dans un autre. Car le même effet s'ensuivroit, quand j'aurois resté constamment en repos, pourvu qu'on eût déplacé ce que j'ai autour de moi. Que le Soleil tourne en 24. heures autour de la Terre, ou qu'en un pareil tems la Terre tournant sur elle-même, présente successivement tous les points de sa surface à la lumière de cet astre, c'est la même chose quant aux apparences; & le Systême qui attribue le mouvement réel à notre Globe, pour expliquer les différens aspects du Ciel, n'eût jamais été qu'une pure hypothèse, & ne l'emporteroit pas sur l'opinion contraire, s'il n'étoit appuyé d'ailleurs sur des raisons plus fortes, que les positions rélatives des Corps Célestes avec la Terre.

Il y a trois choſes principales à conſidérer dans un corps qui ſe meut : ſa *direction*, ſa *viteſſe*, & la *quantité* de ſon mouvement.

La direction s'exprime par la ligne droite qu'un corps décrit, ou tend à décrire, par ſon mouvement : car quoiqu'il parcoure un eſpace, qui outre ſa longueur a encore les autres dimenſions qu'il a lui-même, cependant, comme ſi ſa matière étoit réduite en un point, on ne conſidère dans la direction, que le chemin parcouru par ce ſeul point : c'eſt pour cela qu'en nommant deux termes ſeulement, on fait connoître ſans équivoque, de quelle manière le mobile ſe dirige ; comme quand on dit, *telle rivière coule de l'Eſt à l'Oueſt ; tel objet paſſe de gauche à droite.*

Quand un corps commence à ſe mouvoir, c'eſt toujours par une ligne droite, qu'il ſuit autant qu'il peut ; & quand il eſt obligé de la quiter, il recommence à en décrire une autre de la même eſpèce, qu'il n'abandonne encore, que quand on le force de ſe diriger autrement, mais toujours en ligne droite, comme nous

le

le ferons voir ci-après. Ainſi, quand un mouvement ſe fait en ligne courbe, cette courbe n'eſt autre choſe qu'une ſuite de petites lignes droites différemment dirigées. La fronde qu'on fait circuler, paſſe par une infinité de directions; & le cercle qu'elle décrit, peut être conſidéré comme un polygone d'une infinité de côtés.

On donne aux directions des corps qui ſont en mouvement, autant de noms différens, qu'il en appartient aux poſitions rélatives des lignes droites: on dit, par exemple, tel corps ſe meut *obliquement*, *parallèlement*, *perpendiculairement*, &c. à l'horizon, à tel ou tel plan. La direction de la pluye eſt oblique à l'horizon quand il fait du vent.

La viteſſe du mouvement ſe connoit par l'eſpace qu'un mobile parcourt, & par le tems qu'il emploie à le parcourir. Pour avoir une idée diſtincte de la viteſſe, il ne ſuffit pas de dire, un homme a fait dix lieues, il faut encore accuſer pendant combien d'heures il a marché.

De-même, quand il s'agit des viteſſes rélatives, ce n'eſt point aſſez de

comparer les tems, ou les eſpaces ſeulement, pour ſavoir en quel rapport ſont les viteſſes de deux corps, il faut diviſer les eſpaces par les tems; & ſi l'on trouve, par exemple, qu'en tems égaux chacun d'eux ait parcouru une toiſe, on pourra conclure égalité de viteſſe; & l'inégalité au contraire, ſi l'un des deux emploie plus de tems à parcourir un eſpace donné, ou que dans un tems déterminé il ne parcoure pas autant d'eſpace que l'autre. Les aiguilles d'une Pendule, ou d'une Montre, font toutes deux le tour du cadran; elles parcourent le même eſpace; mais celle des heures emploie douze fois autant de tems que celle des minutes: la dernière a douze fois autant de viteſſe que la prémière; ou bien, en prenant le tems de douze heures pour la meſure commune, on verra en comparant les eſpaces parcourus, que l'aiguille des minutes fait douze fois le chemin, que celles des heures ne parcourt qu'une ſeule fois; ce qui revient au même.

On confond aſſez ſouvent la viteſſe avec le mouvement: ſi l'on fait tour-

tourner un morceau de liège une fois plus vite qu'un plomb de pareil volume, on dit communément, que le liège a plus de mouvement. Cette expreſſion n'eſt point exacte, & l'on verra bientôt que le plus & le moins de mouvement, ne vient pas ſeulement du degré de viteſſe. Cependant ceux-mêmes qui ne l'ignorent pas, ſe conforment quelquefois à l'uſage, & l'on dit, un *mouvement uniforme*, *accéléré*, *retardé*, &c. quoique ces modifications doivent toujours s'entendre de la viteſſe.

La viteſſe *uniforme* eſt celle d'un corps qui parcourt des eſpaces égaux en tems égaux. Comme ſi la boule qui roule ſur un plan, parcourt une toiſe dans une ſeconde, une autre toiſe dans la ſeconde ſuivante, une toiſe encore dans la troiſième ſeconde, & toujours de-même, de façon que les tems & les eſpaces parcourus ſoient toujours égaux entre eux. Cette uniformité ſe conçoit aiſément comme poſſible, mais dans l'état naturel elle ne ſe rencontre preſque jamais, à cauſe des obſtacles inévitables dont nous parlerons ci-après.

On apelle viteſſe *accélérée*, celle d'un mobile, qui dans des tems égaux meſure des eſpaces qui vont toujours en augmentant; ou bien des eſpaces qui ſont égaux entre eux, dans des tems qui décroiſſent de plus en plus: comme une pierre qui tombe librement, & qui va plus vite vers la fin de ſa chute qu'au commencement.

Si tout au contraire, des eſpaces égaux ne s'achèvent que dans des tems qui augmentent de plus en plus, ou, qu'en ſuppoſant l'égalité des tems, les eſpaces parcourus aillent toujours en décroiſſant, cette viteſſe eſt celle qu'on nomme *retardée*: tel le eſt celle d'une bille qu'on roule, & qui ſe rallentit peu à peu juſqu'au repos.

La quantité du mouvement s'eſtime par la maſſe & par la viteſſe priſes enſemble, de manière qu'en multipliant l'une par l'autre, on peut ſavoir au juſte quel eſt le rapport des mouvemens de deux corps que l'on compare. Suppoſons, par exemple, qu'un des deux ait 100 grains de matière, que l'autre en ait 500, & que tous deux ſe meuvent avec 4 de-

grés

grés de viteſſe: la quantité du mouvement dans le prémier ſera 100 multiplié par 4, ce qui ſera 400; & dans le dernier, ce ſera 500 multiplié par 4, le produit ſera 2000: ainſi ces deux quantités de mouvement comparées, ſeront entre elles comme 400 & 2000. On apperçoit aiſément la raiſon pour laquelle on doit eſtimer ainſi la quantité du mouvement, quand on conſidère que toute la viteſſe avec laquelle on fait mouvoir un corps, appartient également à toutes les parties de ſa maſſe; car ſi je mets un tout en état de parcourir une toiſe en une ſeconde de tems, je détermine par-là ſa viteſſe, mais je l'imprime, cette viteſſe, à toutes les parties qui compoſent ce tout; deſorte que ſi après l'impulſion reçue, elles venoient à ſe deſunir, on ne conçoit pas qu'aucune d'elles dût demeurer en repos; on ſent au contraire, qu'en obéiſſant toutes également à la même cauſe qui les a déterminées à ſe mouvoir, elles continueroient d'exécuter ſéparément ce qu'elles ont commencé en commun, en faiſant abſtraction néanmoins des obſtacles

qui augmentent en conséquence de la division, & que nous expliquerons ailleurs.

Un corps qui se meut, peut en mouvoir d'autres, & cette faculté est rélative aussi à sa masse & à sa vitesse, de façon qu'on peut compenser l'une par l'autre. Car celui qui a peu de masse fait autant d'effort avec beaucoup de vitesse, qu'un autre en feroit avec moins de vitesse s'il avoit plus de masse. Avec un petit marteau qu'on fait agir promtement, on chasse aussi loin le même clou, qu'avec un un plus gros qui tomberoit lentement: une petite baguette ne blesse pas comme un bâton, quand même l'une & l'autre frapperoient avec la même vitesse.

Le mouvement des corps, quand il est employé pour en mouvoir d'autres, soit qu'il tende à les mouvoir seulement, soit qu'il les meuve en effet, se nomme *puissance*, ou *force motrice*.

On avoit toujours pensé que cette force, en toutes sortes de cas indistinctement, devoit être évaluée comme la quantité du mouvement par la masse

&

& par la viteſſe : & en effet qu'un corps ſollicité à ſe mouvoir, ſe meuve réellement, ou bien qu'il ſoit retenu par des obſtacles, on ne voit autre choſe en lui que ſa viteſſe, multipliée autant de fois qu'il a de parties ſolides, ou (ce qui eſt la même choſe) toute ſa maſſe multipliée par ſa ſimple viteſſe ; & l'on ne voit pas que des oppoſitions invincibles, ou la liberté d'agir, puiſſent rien changer à ſa quantité de matière, ni à l'impulſion qui a une fois règlé ſon degré de viteſſe.

Cependant pluſieurs Philoſophes très célèbres ont embraſſé le ſentiment de Mr. Leibnitz, qui le prémier a établi une diſtinction entre la force motrice qui eſt vaincue par un obſtacle, & celle qui agit contre une réſiſtance qui cède. Ils apellent la prémière *force morte*, & ils conviennent qu'elle doit être évaluée comme la quantité du mouvement, en multipliant la maſſe par la ſimple viteſſe. Quant à la dernière, qu'ils nomment *force vive*, ils prétendent que pour l'eſtimer ſelon ſa juſte valeur, il faut multiplier la maſſe, non

par la ſimple viteſſe, mais par le quarré de la viteſſe, c'eſt-à-dire, par la viteſſe multipliée par elle-même. Si, par exemple, la viteſſe eſt 3, ce n'eſt point par 3 qu'il faudra multiplier la maſſe, mais par 9, qui eſt le produit de 3 multiplié par 3. Suivant cette opinion, un corps qui agit contre un obſtacle avec 2 de maſſe, & une impulſion qui règle ſa viteſſe à 4, n'a que 8 degrés de force, tant que la réſiſtance eſt victorieuſe; mais ſi cette réſiſtance vient à céder, la force à laquelle elle obéit devient vive, & de 8 elle s'élève à 32.

On juge bien qu'un Philoſophe comme Mr. Leibnitz, & auſſi verſé qu'il étoit dans les Mathématiques, ne s'eſt point déterminé légèrement à introduire un principe auſſi nouveau, & qui paroit d'une auſſi grande importance pour la Méchanique; il l'a même annoncé par un titre qui marquoit ſa confiance *; & en effet il appuye ſa théorie ſur des expériences, & par des raiſonnemens ſi ſpé-

* *Brevis Demonſtratio Erroris memorabilis Carteſii, & aliorum, &c.* Act. Erud. Lipſ. 1686. p. 161.

ſpécieux, qu'on ne doit point être ſurpris qu'il ait trouvé des défenſeurs parmi les Phyſiciens les plus habiles & les plus éclairés. Mais l'on ne peut diſſimuler auſſi, que le plus grand nombre révolté contre cette nouvelle doctrine, l'a regardée comme un paradoxe; & qu'après de longues diſcuſſions, la plupart ont penſé qu'il falloit plutôt chercher à concilier les phénomènes qui ſervent de preuves à l'opinion de Mr. Leibnitz, avec des principes connus & généralement avoués, que d'admettre une nouveauté qui ne paroiſſoit point liée avec les idées claires & diſtinctes qu'on s'étoit faites juſqu'alors du mouvement des Corps.

Nous ne croyons pas devoir aprofondir cette queſtion dans un Ouvrage, où l'on ne s'eſt propoſé que d'établir les principes les moins conteſtés: les pièces de ce fameux procès ſe trouvent mieux expoſées, que nous ne pourrions faire, dans pluſieurs Ouvrages imprimés & très connus. Je n'en citerai que deux: l'un eſt le vingt-unième & dernier chapitre d'un Volume in-8. imprimé en 1740.

ſous le titre d'*Inſtitutions de Phyſique*, dans lequel une Dame, auſſi reſpectable par ſes lumières que par ſa naiſſance, a fait valoir, avec toute la ſagacité poſſible, tout ce qu'on peut dire en faveur des forces vives : l'autre eſt une *Diſſertation ſur l'eſtimation des forces motrices des Corps*, dans laquelle Mr. de Mairan, qui en eſt l'Auteur, rapelle un Mémoire qu'il avoit lu en 1728. à l'*Académie des Sciences* ; & dans lequel il combat l'opinion des forces vives par des raiſons bien fortes ; & explique fort intelligiblement, & par les principes ordinaires, tout ce qui paroiſſoit ne pouvoir l'être qu'en admettant celui de Mr. Leibnitz.

Je ne dois pas omettre cependant (& c'eſt une des raiſons qui me diſpenſent de m'étendre davantage ſur cette queſtion) que ſi les ſentimens ſont partagés ſur la manière d'évaluer la force des corps en mouvement, on eſt parfaitement d'accord ſur le produit de ces forces, & ſur les effets qui en doivent réſulter. Ceux qui n'admettent point la diſtinction Leibnitienne, conviennent cependant avec

avec les défenseurs des forces vives, que les effets sont quadruples de la part d'un corps qui se meut avec deux degrés de vitesse, par comparaison à celui qui n'en a qu'un. Mais, disent-ils, ce n'est pas parce que 4. est le quarré de 2, que cet effet s'ensuit; c'est seulement parce que le mobile qui a deux degrés de vitesse, fait un effort qui est répété deux fois autant que celui d'un corps qui se meut avec un degré de vitesse. Et il faut avouer que si l'on fait entrer la considération du tems dans l'examen des faits qu'on apporte en preuves des forces vives, on se retrouve alors dans la route ordinaire, & le quarré des vitesses n'a pas plus lieu pour l'estimation des forces qui ne sont que retardées par des résistances qui cèdent, que pour évaluer celles qui agissent contre des obstacles invincibles.

Il suit de cet aveu & de sa restriction, que si l'affaire des forces vives n'est point une question de nom, au moins on peut dire qu'elle n'est pas d'une aussi grande conséquence qu'elle paroissoit devoir l'être pour la Méchanique, & qu'on peut sans erreur

eſtimer indiſtinctement dans la pratique, la force des corps par la quantité du mouvement, c'eſt-à-dire, par leur maſſe & par leur ſimple viteſſe actuelle, s'ils ſe meuvent réellement; & s'ils ſont retenus par des obſtacles invincibles, par leur tendance au mouvement, qui eſt comme la maſſe & leur viteſſe initiale, c'eſt-à-dire, celle avec laquelle ils commenceroient à ſe mouvoir, ſi l'obſtacle cédoit.

Le *Repos* eſt l'état oppoſé au mouvement: c'eſt donc celui d'un corps qui perſévère dans les mêmes rapports de ſituations avec les objets qui l'environnent de près ou de loin. Je dis, de près ou de loin, pour faire entendre qu'il s'agit ici du repos abſolu; & qu'on ne regarde pas comme tel l'état d'un corps qui eſt emporté avec ce qui l'entoure, comme un homme qui voyage avec trois autres perſonnes dans la même voiture; car s'il eſt en repos rélativement à ceux qui l'accompagnent, il ne l'eſt pas par rapport aux objets extérieurs.

Cette eſpèce de repos à qui nous donnons l'excluſion, eſt peut-être le

ſeul

ſeul cependant qu'on doive admettre en parlant à la rigueur ; car ſi tout le Globe que nous habitons, tourne ſans ceſſe ſur ſon axe, & qu'il décrive un orbe autour du Soleil, comme il eſt très probable, il n'y a aucun corps ſur ſa ſurface qui ne participe au mouvement qui eſt commun à toutes ſes parties ; & ſi quelque choſe paroit en repos, ce n'eſt que rélativement aux autres objets terreſtres. Mais comme tout ce qui l'entoure à cet égard, s'étend autant que toute notre Sphère, quand on ne compare que des corps terreſtres entre eux, on peut regarder comme abſolu le repos de celui qui ne change point de ſituation reſpectivement à eux.

Le repos n'a pas ſes degrés comme le mouvement, à moins qu'on ne le confonde avec la force d'inertie ; il eſt toujours tout ce qu'il peut être : mais il peut arriver (& c'eſt une choſe fort ordinaire) qu'un corps ſoit en repos conſidéré comme un tout, & que ſes parties ſoient dans un mouvement actuel. Un bloc de marbre qui s'échauffe à l'ardeur du Soleil, ne change point de place, mais toutes

ſes parties ſont agitées; car tous les Phyſiciens conviennent, qu'un des principaux effets de la chaleur, eſt de mettre en mouvement les parties de la maſſe ſur laquelle elle agit.

III. SECTION.

Des Loix du Mouvement ſimple.

ON apelle *Loix du Mouvement* certaines règles, ſuivant leſquelles tous les Corps ſe meuvent généralement & conſtamment, lorſqu'ils obéiſſent à quelque force motrice.

Le mouvement *ſimple* eſt celui d'un corps qui n'obéit qu'à une ſeule force, ou qui ne tend qu'à un ſeul point. Tel eſt celui d'une homme qui gliſſe en ligne droite ſur un canal glacé, ou celui d'un corps grave que ſon propre poids fait deſcendre par une ligne perpendiculaire à l'horizon : un tel mouvement eſt l'effet d'une ſeule impulſion, ou de pluſieurs qui ſe ſuccèdent dans la même direction.

Pré-

Prémière Loi du Mouvement simple.

TOUT *Corps qui est une fois mis en mouvement, continue de se mouvoir dans la direction, & avec le degré de vitesse qu'il a reçu, si son état n'est changé par quelque cause nouvelle.*

C'est-à-dire, que s'il quite la ligne droite qu'il a commencé à décrire, si sa vitesse se rallentit ou s'accélère, ces changemens viennent d'une cause particulière qui le détermine autrement, qui ajoute ou qui retranche à son mouvement, sans quoi la prémière cause ne cesseroit d'avoir pleinement son effet. Car pourquoi son état changeroit-il? La force d'inertie qui l'a retenu, tant qu'elle a pu, dans son repos, & qu'il a fallu vaincre pour lui faire prendre du mouvement, le fait résister ensuite, autant qu'elle peut, à toute variation; & cette résistance doit être vaincue de nouveau par une force positive, avant qu'on apperçoive aucun degré de plus ou de moins dans l'état du mobile.

Mais

Mais pourquoi la Nature s'eſt-elle fait une loi qui n'a jamais ſon effet? Ou plutôt, comment avons-nous pu aſſigner aux Corps qui ſe meuvent, une conſtance de direction & de viteſſe, qui ne repréſente pas la Nature ? Quelqu'un a-t-il jamais vu un mouvement ſans altération, & qui ſe perpétuât ſans avoir beſon d'être réparé? Le corps le plus mobile, & le plus violemment agité, ne revient-il pas au repos, après un tems plus ou moins long ?

Il faut avouer que nous n'avons en notre diſpoſition aucune expérience qui prouve directement, & d'une manière poſitive, l'énoncé de cette prémière loi.

Mais 1. nous avons fait voir ci-deſſus, qu'un corps, en quelque état qu'il ſoit, tend à y perſévérer, par une force que nous avons nommée inertie. Ce principe ſuffit pour établir la loi dont il s'agit, puiſqu'en faiſant abſtraction de toute réſiſtance étrangère, lorſqu'une fois un corps eſt en mouvement, on ne voit plus rien en lui qui réſiſte à l'impulſion qu'il a reçue, ni qui détruiſe l'inertie qui s'op-

s'oppose à son changement d'état.

2. S'il est vrai que les corps perdent toujours leur mouvement après un certain tems, il n'est pas moins vrai qu'on connoit toujours des obstacles qui le leur font perdre; & parce que des résistances inévitables, (quoiqu'étrangères,) font cesser le mouvement d'un corps, seroit-ce une raison pour conclure que le mouvement est de nature à ne pouvoir subsister? Ne doit-on pas plutôt juger tout le contraire, de cela même qu'il faut absolument des résistances positives pour le faire cesser? Voyons donc quelles sont les causes qui font cesser le mouvement, & choisissons par préférence celles qui sont tellement liées avec l'état naturel, qu'elles ne peuvent être évitées.

Prémièrement. Dans quelque endroit, & de quelque manière qu'on fasse mouvoir un corps, il se trouve toujours dans quelque fluïde, qui à cet égard se nomme *milieu*, & qu'il est obligé de pousser sans cesse devant lui pour se faire un passage; & comme ce milieu est matériel, il fait une continuelle résistance au mobile qui tend à le dépla-

placer. Celui-ci ne peut donc continuer de se mouvoir, qu'en employant à chaque instant une partie de son mouvement, pour vaincre cette résistance: ainsi après un certain tems, il l'a tout employé, & se trouve réduit au repos.

Secondement. Tous les corps étant pesans, aucun d'eux ne peut se mouvoir dans une direction différente de celle qui est propre à la pesanteur, s'il n'est soutenu par une suspension, ou par un plan, ou bien il glisse dans quelque fluïde qui le touche de toutes parts. De quelque manière qu'on s'y prenne, il faut toujours qu'il passe par les différens points de la surface du plan qu'il parcourt, ou du milieu qu'il divise, ou que les pièces qui le suspendent fassent la même chose l'une sur l'autre. Cette aplication successive de surface à surface se nomme *frottement*, & résiste encore au mouvement; car la superficie des corps n'est jamais parfaitement unie; les parties hautes de l'une s'engagent dans les cavités de l'autre, ce qui fait qu'elles ne glissent qu'avec quelque difficulté.

La résistance des milieux, & celle

qui

qui vient des frottemens, ſont donc des cauſes qui empêchent que la prémière loi du mouvement ait un plein effet ; parce qu'étant inévitables dans l'état naturel, il en réſulte des réſiſtances qui détruiſent indispenſablement une partie de la viteſſe des corps à chaque inſtant.

Toute machine que l'on fait mouvoir, n'exerce donc jamais ſur la réſistance qu'on s'eſt propoſé de vaincre, tout le mouvement qu'elle a reçu, puiſque les cauſes dont nous venons de faire mention, en conſument néceſſairement une partie. Comme il eſt important de ſavoir ce qui doit lui en reſter après cette déduction, nous allons expoſer ici ce qu'on doit principalement conſidérer, quand on veut évaluer les réſiſtances qui naiſſent ou des frottemens, ou des milieux.

ARTICLE PREMIER.

De la réſiſtance des Milieux.

LES milieux, quoique fluïdes, réſistent comme les autres corps par leur inertie qui s'oppoſe à leur déplacement:

ment : mais l'inertie, comme nous l'avons déjà dit, eſt toujours proportionnelle à la maſſe : toutes choſes égales d'ailleurs, plus le milieu a de denſité, plus il fait de réſiſtance.

Mais la maſſe des corps ne dépend pas ſeulement de leur denſité, elle dépend auſſi de leur grandeur ; car une pinte d'eau pèſe plus qu'une chopine de la même eau : ainſi le même milieu en pareilles circonſtances réſiſte à proportion de la quantité qu'on en déplace, & cette quantité doit être meſurée par la ſurface antérieure du corps qui s'y meut, & par l'eſpace qu'on lui fait parcourir. Si je diviſe l'eau ou l'air avec le plat de la main, à chaque inſtant j'en déplace beaucoup plus que ſi je les diviſois en tems égal, ſeulement avec le tranchant de la même main, & je trouve auſſi plus de réſiſtance.

La maſſe de cette portion du milieu qu'on doit déplacer, étant déterminée par ſa denſité, par la grandeur de la ſurface ſolide qui la pouſſe, elle doit l'être encore par la viteſſe du mobile ; car on conçoit bien que ſi je fais mouvoir ma main dans l'eau, de la lon-

longueur de deux piés dans une ſeconde, je déplace une plus grande quantité du fluïde, que ſi dans un tems égal ma main n'avoit parcouru qu'un eſpace d'un pié. Or une plus grande quantité d'eau fait une plus grande maſſe, qui réſiſte plus, & l'inertie s'oppoſe à une plus grande viteſſe, comme elle s'eſt oppoſée au prémier degré qu'on a fait prendre au fluïde qui cède. Les expériences ſuivantes feront preuve de ce que nous venons d'établir touchant la réſiſtance des milieux, & achèveront d'éclaircir ce que nous en avons dit.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

On a diviſé en deux parties égales une eſpèce de baquet ou d'auge, par une cloiſon qui s'étend d'un bout à l'autre, pour mettre de l'eau d'un côté, & laiſſer l'autre plein d'air ſeulement. Une double potence qui s'élève ſur le milieu de la cloiſon, ſuſpend deux verges de la même longueur, aux bouts deſquelles ſont attachées deux boules de métal, qui ſont ſemblables

par

par leurs poids & par leurs volumes, & qui peuvent, lorsqu'on les met en mouvement, aller & revenir chacune dans la partie du baquet à laquelle elle répond. Voyez la *Fig.* 4.

EFFETS.

Les deux boules partant en même tems avec des quantités égales de mouvement, celle qui se meut dans l'eau perd toute sa vitesse en 4 ou 5 secondes ; au-lieu que l'autre, dont les balancemens se font dans la partie de l'auge qui ne contient que de l'air, conserve fort longtems sa vitesse, & ne la perd entièrement qu'après un très grand nombre de vibrations.

EXPLICATIONS.

Les deux boules étant de même métal, & aiant des volumés égaux, comme on le suppose, ont nécessairement des masses égales ; & lorsqu'elles commencent à décrire des arcs semblables aux bouts de deux verges d'égale longueur, leurs vitesses sont aussi semblables, comme nous le ferons voir dans la suite. Ainsi puisque le

le mouvement se mesure par la masse & par la vitesse, les deux boules de notre expérience commencent à se mouvoir avec pareille quantité de mouvement. Dans le prémier instant chacune d'elles déplace un égal volume du fluïde dans lequel elle se meut; mais le volume d'eau déplacé par *F*, est environ 800 fois plus dense que l'air poussé par *G*. Ces deux mobiles ont donc déployé leurs forces sur des résistances bien inégales, puisqu'elles sont dans le rapport de 1 à 800: ainsi la boule *F* n'a point pu passer outre, qu'elle n'ait consumé une partie de sa force, qui égale 800 fois celle que la boule *G* a perdue de la sienne. Ce qui se fait dans le prémier instant, recommence dans l'instant suivant; & les vitesses des deux mobiles diminuent ainsi, avec une différence à-peu-près proportionnelle à celle des milieux, jusqu'à ce qu'enfin l'un & l'autre soient entièrement réduits au repos.

APLICATIONS.

Mr. Newton a démontré qu'un corps sphérique qui se meut dans un mi-

milieu tranquile, & d'une denſité égale à la ſienne, perdoit la moitié de ſon mouvement avant que d'avoir parcouru un eſpace égal en longueur à deux de ſes diamètres. Qu'on ſe rapelle ici les principes que nous avons établis ci-deſſus, & que nous venons de confirmer par l'expérience précédente, on concevra facilement comment on peut ſoumettre à un calcul exact la réſiſtance qu'un fluïde peut faire au mouvement d'un corps ſolide qui y eſt plongé. Car ſuppoſez que ce ſoit une boule d'or qui ſe meuve en ligne droite dans l'eau, ce qu'elle déplace équivaut à un cylindre dont la baſe a pour diamètre celui de la boule, & pour axe la ligne que ſon centre décrit. On ſait quel eſt le rapport des denſités de l'or & de l'eau; on ſait auſſi quel eſt le rapport d'une boule à un cylindre, d'un diamètre, & d'une hauteur donnée. Toutes ces quantités étant donc connues, on peut juger de la réſiſtance que l'eau oppoſe à la boule pendant qu'elle parcourt tel ou tel eſpace; & en comparant ce qu'elle a perdu de ſa viteſſe, avec ce qu'elle avoit en com-

commençant à se mouvoir, on peut juger de ce qui lui en reste.

Nous avons déjà dit, que pour évaluer la résistance des fluïdes, il falloit avoir égard aussi à la vitesse du mobile. Il n'y a point de milieu si divisible, qui n'exige un tems fini pour céder. Nous trouvons ordinairement ce tems fort court, parce que les vitesses que nous employons pour les diviser, ne sont point fort grandes; & la comparaison que nous faisons du tems employé contre eux, à celui avec lequel ils obéissent, nous fait porter ce jugement, dont on revient quand on considère certains effets qu'on ne peut expliquer, qu'en supposant qu'on n'a point donné au fluïde le tems de céder. Pourquoi, par exemple, les coups de rames font-ils avancer un bateau? & pourquoi le font-ils avancer d'autant plus vite, qu'ils sont plus promts & plus fréquens? C'est que lorsqu'on frappe l'eau plus vite qu'elle ne peut céder, elle devient par cette lenteur à obéir le point d'appui d'un lévier que le Batelier fait agir. Les Poissons font avec leurs queues, ce que le Batelier

fait avec ses rames, le Nageur avec ses bras & ses jambes, les Oiseaux aquatiques avec leurs piés, qui pour cet effet sont conformés d'une manière propre à pousser un grand volume d'eau.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

HI, *Figure* 5. représente un mouvement d'Horlogerie, dont le modérateur est un volant à deux ailes, 1, 2: on monte le ressort avec une clé, & la pièce *K* est un lévier qui se meut de gauche à droite, & de droite à gauche, pour mettre le rouage en jeu, ou pour l'arrêter. On pose cet instrument sur la platine de la Machine pneumatique, que nous avons représentée entière dans la *Figure* 1. *de la* 2. *Leçon*; & on le couvre d'un récipient de verre garni par le haut d'une tige de métal *L*, qui passe à travers une virolle de cuivre pleine de cuirs gras, & avec laquelle on peut mener le lévier *K*, sans laisser rentrer l'air, quand on a fait le vuide dans le récipient. Voyez la *Figure* 6.

EF-

EFFETS.

Lorſqu'on met le rouage en jeu dans le vuide, on s'apperçoit par la fréquence des coups de marteaux qui battent ſur le timbre, que le mouvement du rouage eſt beaucoup plus libre, que quand le récipient eſt plein d'un air ſemblable à celui de l'atmoſphère.

EXPLICATIONS.

Ce qu'on nomme communément le *vuide de Boyle*, n'eſt autre choſe qu'un eſpace où l'on a raréfié l'air autant qu'il eſt poſſible, par le moyen de la Machine pneumatique, que ce Philoſophe Anglois a beaucoup perfectionnée : mais nous ferons voir, (& tous les Phyſiciens en conviennent) que ce vuide n'eſt qu'un milieu moins denſe, que celui où nous voyons la plupart des corps ſe mouvoir. Dans l'un & dans l'autre de ces deux milieux, c'eſt-à-dire, dans l'air ordinaire & dans l'air raréfié, le rouage n'a point une entière liberté ; parce qu'indépendamment des autres cauſes, le volant a tou-

jours quelque résistance à vaincre pour se mouvoir dans le fluïde qui l'environne. La résistance de ce fluïde est proportionnelle à sa densité ; & par cette raison, dans un air moins dense, le modérateur moins gêné lui-même, laisse plus de liberté aux roues, & procure plus de fréquence aux marteaux.

APLICATIONS.

On voit par cette expérience, que l'air est un milieu résistant qui se comporte à l'égard des corps en mouvement, comme tous les autres fluïdes; à cela près, qu'étant beaucoup moins dense que la plupart d'entre eux, il résiste moins en pareilles circonstances: c'est pourquoi, pour trouver un point d'appui dans sa résistance, comme nous avons vu qu'on en trouve dans celle de l'eau, il faut le frapper avec bien plus de vitesse, ou bien en pousser un plus grand volume en même tems. Les Oiseaux s'élèvent, se soutiennent, & font de longs trajets dans l'air, malgré le poids de leur corps, qui excède toujours considérablement celui du milieu qu'ils occu-

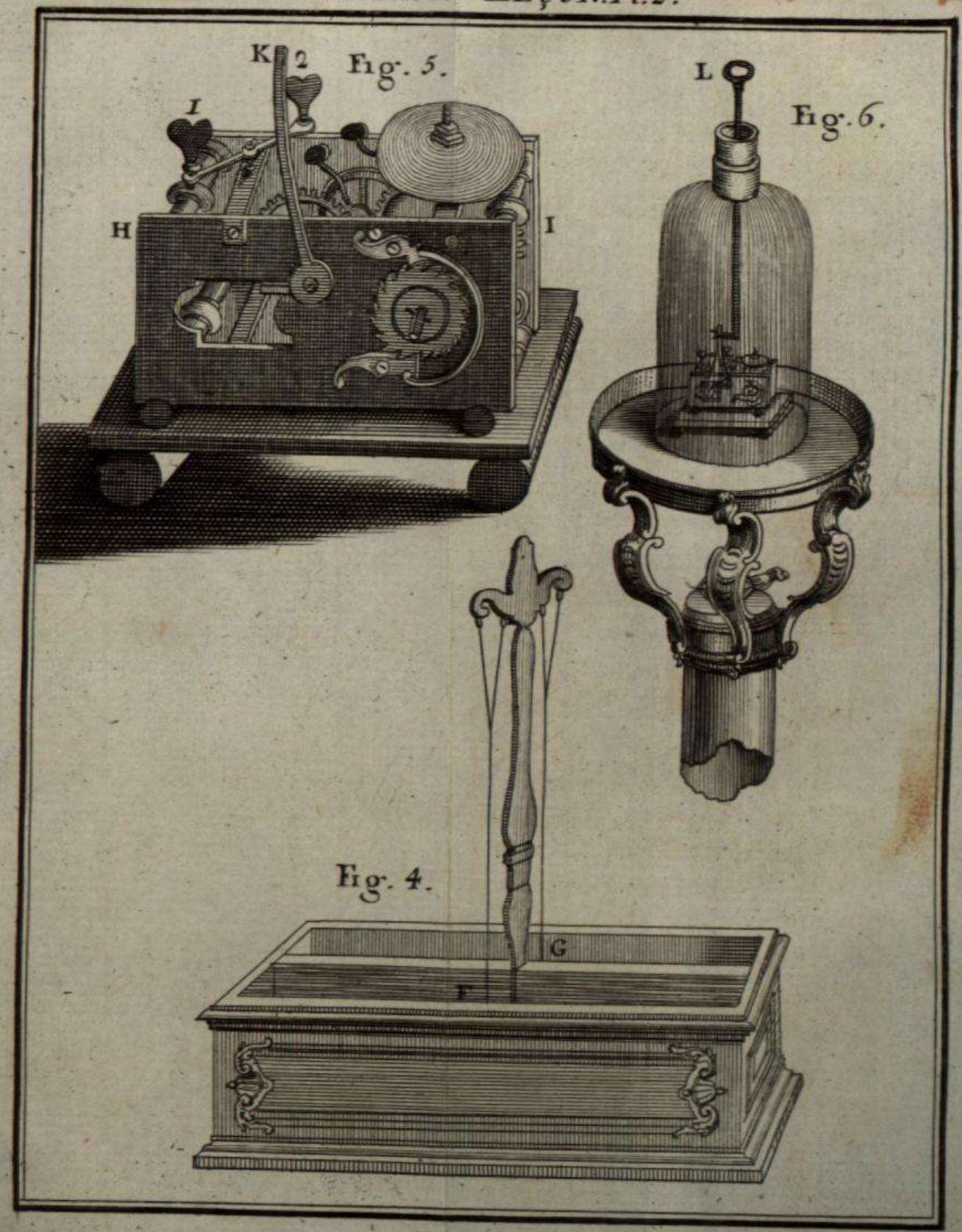
occupent. Ceux qui volent longtems & fort loin, comme les Hirondelles, la plupart des Oiseaux de proie, plusieurs Aquatiques, &c. ont ordinairement peu de corps, beaucoup de plumes, & des ailes fort grandes : ceux au contraire qui ont un vol plus court ou moins fréquent, ont d'ordinaire plus de chair, & des ailes plus petites par proportion. Mais si l'on y fait attention, on remarquera que ceux-ci battent plus promtement que les autres en volant : les Moineaux, Pinçons, Chardonnerets, Linotes, &c. volent comme par sauts, & ne se soutiennent pas longtems dans une même direction ; leurs ailes ne peuvent élever & soutenir le corps, que par une vitesse à laquelle ils peuvent à peine fournir quelques instans : pendant qu'ils se reposent pour recommencer, leur propre poids les gagne, & leur fait perdre une partie de l'élévation précédemment acquise : c'est pourquoi leur vol n'est qu'une suite d'élancemens.

Il y a des Oiseaux qui se soutiennent pendant quelque tems à la même élé-

vation, ſans paroître mouvoir les aîles, ce qu'on nomme *planer* : on doit ſuppoſer qu'elles ſe meuvent pourtant, mais que leurs vibrations ſont ſi promtes & ſi courtes, qu'on ne peut les appercevoir à une certaine diſtance. La grande viteſſe de ce mouvement peut ſupléer pendant quelque tems à des battemens plus ouverts; & l'on remarque auſſi que les Oiſeaux qui planent, ſont obligés de tems en tems de regagner par un vol ordinaire la hauteur qu'ils ont perdue inſenſiblement, & de repoſer, pour ainſi dire, par des mouvemens plus lents & plus étendus, les muſcles dont le reſſort a été trop tendu pendant ces vibrations courtes & fréquentes.

On voit par-là pourquoi les Oiſeaux domeſtiques, ou ceux qui s'engraiſſent beaucoup en certaines ſaiſons, volent ſi peu ou ſi mal. A meſure qu'ils augmentent en maſſe, il faudroit auſſi que leurs ailes devînſſent plus grandes pour embraſſer un plus grand volume d'air, ou que leurs forces augmentâſſent par proportion pour les faire agir avec plus de viteſ-

ſe:


K
2
Fig. 5.
I
H
I
L
Fig. 6.
Fig. 4.
G
F

ſe : mais le degré de force, & la conformation dans chaque eſpèce, ne ſont pas variables comme l'embonpoint.

Que l'on compare maintenant le poids d'un Homme avec la force qu'il lui faudroit avoir dans les bras pour mouvoir des ailes d'une grandeur proportionnée à ſa maſſe avec une viteſſe capable de le ſoutenir en l'air, & l'on verra quelle a été la folie de ceux qui ont cherché les moyens de voler, & qui les ont regardés comme poſſibles. Envain s'imagineroit-on qu'il ne faudroit que de la dextérité & de l'exercice; il ſeroit facile de faire voir que les bras d'un homme le plus robuſte & le plus exercé, ne ſont pas capables d'un effort ſuivi, qui pût produire un tel effet.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

L'Inſtrument que repréſente la *Fig.* 7. eſt un double Moulinet, dont les ailes en même nombre pour chacun, ſont auſſi de même poids, de même largeur, & de même longueur; avec

cette différence, qu'à l'un des deux le plan de chaque aile peut s'incliner à l'axe, de telle façon que l'on veut: un même reſſort qui ſe détend quand on baiſſe un bouton qu'on voit en *M*, pouſſe également deux petites broches *NN*, qui ſont fixées aux moyeux des moulinets: ainſi, en obéiſſant tous deux à cette impulſion commune, ils commencent à ſe mouvoir avec des viteſſes égales.

EFFETS.

Si toutes les ailes des moulinets ſont dans des poſitions ſemblables rélativement à leurs axes, par exemple, ſi dans l'un & dans l'autre le plan de chaque aile eſt parallèle à l'axe commun, le mouvement imprimé par le reſſort dure également dans tous les deux, ils font un pareil nombre de tours, & finiſſent enſemble de ſe mouvoir. Si au contraire dans l'un des deux moulinets la largeur des ailes tombe ſur l'axe à angles droits, ou (ce qui eſt la même choſe) que leurs plans ſe trouvent tous dans celui d'un même cercle; alors la même impulſion fait tourner celui-ci bien.

bien plus vite & beaucoup plus long-tems que l'autre.

EXPLICATIONS.

Dans le prémier cas de l'expérience précédente, les ailes de chaque moulinet se présentent de face au milieu commun qu'elles ont à déplacer pour se mouvoir: elles ne diffèrent d'ailleurs par aucune circonstance, comme on le suppose: elles éprouvent donc en même tems des résistances égales; elles perdent par conséquent pareilles quantités de forces dans les mêmes instans; quand la vitesse manque tout-à-fait à l'un des deux moulinets, elle doit pareillement manquer à l'autre. Tout au contraire dans le second cas, l'un des deux moulinets présente ses ailes de champ: dans cette position ce ne sont plus que des lames qui divisent facilement l'air, & qui n'éprouvent plus à beaucoup près la même opposition de sa part, puisque le volume qui doit se déplacer est beaucoup moindre: ainsi celui qui dans des tems égaux perd moins de sa force, doit tourner plus vite & plus long-tems que l'autre.

APLICATIONS.

Cette dernière expérience fait voir qu'une même maſſe peut éprouver des réſiſtances différentes dans le même milieu, ſelon qu'elle lui préſente directement une ſurface plus ou moins grande. Le Batelier fait agir ſa rame par le plat, quand il cherche un point d'appui dans la réſiſtance de l'eau ; mais il la relève par le tranchant pour ſe moins fatiguer, quand il veut ſe mettre en état de recommencer.

C'eſt par la même raiſon, qu'un corps conſerve ordinairement mieux ſon mouvement lorſqu'il eſt entier, que s'il eſt diviſé ; car la diviſion multiplie les ſurfaces, & par conſéquent la réſiſtance du milieu. Quand une once de plomb ſort d'un fuſil, ſous quelque quantité de ſurface qu'elle ſoit, l'impulſion de la poudre qui détermine ſa viteſſe eſt la même : cependant tout le monde ſait qu'une balle eſt toujours portée beaucoup plus loin qu'une pareille quantité de plomb en grains. Cette différence vient de la réſiſtance de

l'air

l'air qui agit en raiſon des ſurfaces; car chaque petit grain de plomb, ainſi que la balle, préſente toujours à l'air qu'il diviſe la moitié de ſa ſuperficie ſphérique; & à poids égaux, la ſomme des petites ſurfaces hémiſphériques du plomb grainé, excède beaucoup celle d'une ſeule balle.

Comme il arrive ſouvent qu'on ne compte pas aſſez ſur la réſiſtance du milieu, quelquefois auſſi le préjugé lui en prête plus qu'il n'en a. Qui eſt-ce qui n'a pas ouï dire, par exemple, qu'un coup de fuſil qui paſſe au-deſſus de l'eau, ou qui traverſe d'un bord à l'autre d'une rivière ou d'un étang, ne porte pas le plomb auſſi loin que par-tout ailleurs? La raiſon qu'on en donne, en diſant que la vapeur de l'eau épaiſſit l'air, a bien quelque vraiſemblance; mais on la fait trop valoir, quand on attribue des effets ſenſibles à ce prétendu épaiſſiſſement de l'air. L'expérience précédente a fait voir qu'on ne fait varier conſidérablement ſa réſiſtance, qu'en faiſant naître des différences conſidérables dans la denſité; & des épreuves que j'ai pluſieurs fois répé-

tées avec ſoin, m'ont apris que le fait en queſtion eſt pour le moins une exagération. Si quelqu'un s'eſt apperçu qu'il n'atteignoit point les objets étant ſur l'eau, comme lorsqu'on tire ailleurs, c'eſt qu'il a été trompé par la diſtance, qui nous paroit toujours moindre quand nous ne voyons qu'une étendue trop uniforme, & que nous n'y trouvons pas d'objets qui nous aident à l'eſtimer. Ainſi il ne ſeroit pas ſurprenant qu'on eût manqué de tuer à 60 pas un oiſeau, qu'on croyoit tirer à 50; mais la denſité du milieu augmentée par la vapeur de l'eau, auroit bien peu de part à cet effet.

JUSQUES ICI nous avons conſidéré le milieu comme tranquile; mais s'il eſt agité, ſa réſiſtance ſera augmentée ou diminuée par ſon propre mouvement. Le poiſſon qui remonte le courant d'une rivière, a deux réſiſtances à vaincre: l'une eſt le mouvement de l'eau, dont la direction eſt contraire à la ſienne: l'autre eſt l'inertie du volume auquel il répond, & qu'il doit déplacer comme il feroit dans une eau dormante. Un homme

qui

qui marche contre le vent, a la même chose à faire; & c'est pour cette raison, que quand on fait mouvoir un corps contre la direction d'un fluïde dont le mouvement est rapide, on diminue son volume autant qu'il est possible pour donner moins de prise à l'effort du courant. Un vaisseau qui a le vent contraire, plie ses voiles; & en pareil cas, le Batelier fait asseoir ceux qu'il passe d'un bord à l'autre de la rivière.

Si le mobile & le fluïde qui lui sert de milieu, se meuvent tous deux dans la même direction, ou ils ont des vitesses égales, ou l'un des deux en a plus que l'autre. Dans le prémier cas, la résistance du milieu est nulle; tel est le mouvement d'un poisson qui suit précisément le courant de l'eau. Dans le dernier cas, celui des deux qui a le plus de vitesse en communique à l'autre aux dépens de celle qu'il a. Un boulet de canon qui part dans la direction du vent, ne trouve pas autant de résistance dans l'air, qu'il en souffriroit dans un tems calme; mais comme il va plus vite que le vent, il faut toujours qu'il s'ouvre un passage dans

ce milieu qui fuit devant lui avec trop de lenteur. Si l'on connoit par les règles que nous avons établies, quelle feroit la réfiftance d'un milieu, s'il étoit en repos, on connoîtra de-même ce que fon degré de viteffe pour ou contre, ajoute ou diminue à cette réfiftance.

ARTICLE II.

De la réfiftance des Frottemens.

POUR fe faire une jufte idée des Frottemens, il faut obferver que la furface d'un corps quelconque n'eft jamais parfaitement unie. Quand on fuppoferoit que toutes les parties folides qui la compofent font exactement dans le même plan, (& quand cela fe trouve-t-il ?) les pores qui les féparent, nous obligeroient encore à nous repréfenter cette fuperficie comme un affemblage de petites éminences & de petites cavités. Suppofons que deux plans de cette efpèce fe touchent dans toute leur étendue, les parties hautes de l'une entreront dans les creux de l'autre, comme il arrive à-peu-près à une pelote-

lote couverte de velours, que l'on pose sur un tapis de même étoffe: ou bien si c'est un corps solide que l'on plonge dans un liquide, celui-ci en conséquence de la ténuïté & de la fluïdité de ses parties, se moule exactement dans toutes les cavités de l'autre, comme on peut le remarquer par l'humidité qu'on y apperçoit quand il en sort.

S'il s'agit maintenant de faire parcourir à un corps la surface d'un autre corps, cela peut s'exécuter de deux manières différentes, qu'il est important de bien distinguer. 1. En apliquant successivement les mêmes parties de l'un à différentes parties de l'autre, comme quand on fait glisser un livre sur une table: & nous nommerons ce frottement, celui de la prémière espèce. 2. En faisant toucher successivement différentes parties d'une surface à différentes parties d'une autre surface, comme lorsqu'on fait rouler une boule sur un billard: & nous nommerons ce dernier frottement, de la seconde espèce.

Dans le prémier cas, le mouvement que l'on fait faire à celui des deux

corps

corps qui passe sur l'autre, a une direction perpendiculaire à celle selon laquelle les parties des surfaces sont réciproquement engagées. Car selon notre supposition, la surface que l'on fait glisser horizontalement, est celle d'un corps grave que son poids appuye verticalement sur la table; & cette espèce de frottement occasionne souvent la rupture de ces petites éminences qui forment l'inégalité des superficies; comme on peut le remarquer par la poussière qu'on fait naître de deux marbres, ou de deux morceaux de bois dressés, qu'on frotte l'un sur l'autre un peu rudement.

Dans le second cas, ces mêmes parties engagées se quitent à-peu-près comme les dents de deux roues de Montre se desengrennent en roulant l'une sur l'autre: s'il arrive qu'elles aient peine à se quiter, c'est qu'il y a disproportion entre les parties saillantes, & les vuides qui les reçoivent; mais jamais cette dernière espèce de frottement n'est aussi efficace que l'autre, pour rallentir le mouvement.

L'usage

L'uſage où l'on eſt d'enrayer les roues des Voitures dans les deſcentes rapides, nous fournit un exemple familier des différens effets que produiſent ces deux ſortes de frottemens. Quand on craint qu'un caroſſe, ou une charette, ne ſe précipite en deſcendant trop vite, on empêche les roues de tourner ſur leur axe; alors le même point de la circonférence traîne ſucceſſivement ſur une ſuite de points pris ſur le terrain; c'eſt un frottement de la prémière eſpèce, qui réſiſte conſidérablement au mouvement de la voiture. Il n'en eſt pas de même quand chaque roue tourne à l'ordinaire ſur ſon eſſieu; elle ſe déploie ſur les différentes parties du plan qu'elle a à parcourir; ſon frottement, quant à ſa circonférence, n'eſt que de la ſeconde eſpèce; & ſon mouvement beaucoup plus libre, le ſeroit trop, s'il ſe trouvoit encore favoriſé par une pente trop roide.

Il n'eſt pas auſſi facile d'eſtimer la réſiſtance qui vient des frottemens, que celle des milieux conſiderés par rapport à leur denſité, au volume & à la viteſſe du mobile qui les dé-

place.

place. Le paſſage ſucceſſif d'une ſurface ſur une autre, eſt d'autant plus retardé, qu'elles ont toutes deux plus d'inégalités : mais ce *plus* ou ce *moins* varie à l'infini, non ſeulement par la nature des corps, mais auſſi par le degré de perfection qu'ils peuvent recevoir de l'Art. Un Ouvrier ne peut jamais dire qu'il a poli également deux morceaux du même bois, du même métal, de la même pierre, &c. ; & quand il auroit une règle certaine pour s'en aſſurer, on ne pourroit pas compter ſur la conſtance de cet état : toutes les matières s'uſent & s'altèrent peu à peu, & ces accidens, dont on ne peut guères eſtimer la valeur, augmentent quelquefois, & plus ſouvent diminuent le poli des ſurfaces.

Les autres quantités qui entrent dans l'évaluation des frottemens, la grandeur des ſuperficies, la preſſion qu'elles ont l'une ſur l'autre, leur degré de viteſſes, ſont des choſes plus faciles à meſurer : mais comme leur valeur eſt rélative à l'état actuel des ſurfaces, il reſte toujours beaucoup d'incertitude dans l'eſtimation des ré-

résistances qui en résultent. On se contente pour l'ordinaire d'un à-peu-près, qui souvent n'en est point un, en supposant qu'un tiers de la puissance, ou du mouvement imprimé à une machine, est employé à vaincre les frottemens : mais on voit bien que cela doit s'entendre d'une machine en grand, & qu'il doit y avoir beaucoup de variété, suivant son degré de simplicité, & selon la perfection des pièces qui la composent.

Quelques Physiciens * ont prétendu que la grandeur des surfaces n'entroit pour rien dans le frottement, & qu'on ne devoit avoir égard qu'au degré de pression. " Un Corps, disent-
" ils, qui a plus de largeur que d'épais-
" seur, ne doit pas faire plus de résis-
" tance quand on le traîne sur sa plus
" grande surface, que lorsqu'il frotte
" par son côté le plus étroit; parce
" que la pression qui vient de son
" poids, étant la même dans l'un &
" dans l'autre cas, si dans le prémier
" il y a plus de parties engagées, el-
" les le sont moins profondément
" que dans le second. "

Ce raisonnement, qui ne conclur-

roit

* *Mr. Amontons, Hist. de l'Acad. des Scienc. 1699. p. 104. Exp. de Mr. de la Hire. ibid.*

roit pas seul, & auquel on peut en opposer bien d'autres *, a été appuyé de quelques expériences très ingénieuses, & en apparence très favorables à l'opinion qu'on vient d'exposer: mais dans une matière comme celle-ci, où l'on ne peut pas tirer des conséquences du particulier au général, il faut se règler sur ce qui arrive le plus ordinairement. Des épreuves réitérées m'ont presque toujours fait voir, comme à Mr. Muschenbroek qui en a fait beaucoup en ce genre, qu'il falloit compter les surfaces pour quelque chose, pour beaucoup moins cependant que les pressions: quant aux rapports des unes & des autres avec les effets, je n'ai rien trouvé d'assez constant pour en pouvoir faire le fondement d'une exacte théorie.

*V. l'Hist. de l'Acad. des Scienc. 1703. p. 108. & suiv.

Outre la pression & la grandeur des surfaces, on doit encore faire entrer la vitesse dans l'évaluation des frottemens; car comme cette sorte de résistance vient des parties engagées qu'il faut rompre, ou qu'on ne peut dégager qu'en faisant céder la pression qui tient les surfaces apliquées

quées l'une à l'autre ; il eſt évident que la ſomme des réſiſtances doit être d'autant plus grande, que le corps frottant aura plus de chemin à faire dans un tems déterminé ; parce qu'alors il faut que les parties engagées ſe rompent en plus grand nombre, ou ſe dégagent plus fréquemment.

Mais une choſe très remarquable, c'eſt que cette augmentation de réſiſtance qui vient de la viteſſe avec laquelle on fait frotter les ſurfaces, a ſes bornes, au-delà deſquelles on peut accélérer le mouvement, ſans que les frottemens en deviennent plus conſidérables : ainſi l'on peut dire en quelque façon, qu'en augmentant la cauſe on n'augmente plus ſon effet : paradoxe qui mérite d'être expliqué.

Suppoſons que *DE*, & *FG*, *Fig.* 8. repréſentent deux ſurfaces de corps durs, dont les inégalités inſenſibles ſoient engrennées les unes dans les autres ; que la preſſion qui les joint, agiſſe dans la direction *AB*, perpendiculaire à celle du mouvement qui fait gliſſer ces deux corps l'un ſur l'autre.

tre. On voit bien que celui de dessus ne peut se mouvoir selon la direction *BC*, à moins que ses parties les plus élevées *e*, *f*, *g*, *h*, ne se dégagent des creux dans lesquels elles sont enfoncées, ce qui ne se peut faire qu'autant que le corps entier *DE* sera soulevé contre l'effort de la pression. Si cette pression est assez grande pour faire retomber ces parties qui ont été dégagées, dans les creux qui suivent immédiatement ceux qu'elles ont quités, c'est-à-dire, que la partie *e*, sortant du 1 retombe au 2, au 3, &c. il est visible que l'effort qu'il faudra faire pour soulever les corps *DE*, ou (ce qui est la même chose) pour desengrenner les parties, se répètera autant de fois qu'il y a de ces petites élévations à la surface *FG*; & plus le corps frottant fera de chemin dans un tems donné, sur celui auquel il est apliqué, plus ces soulèvemens & ces rechutes auront lieu: ainsi la résistance des frottemens augmente par la vitesse, tant que cette vitesse n'empêche pas que les parties hautes d'une surface se logent successivement dans toutes les parties

basses

baſſes de l'autre ſurface, de la manière qu'on vient de l'expoſer.

Mais il peut arriver que le mouvement qui ſe fait ſelon la direction *B C*, ſoit ſi rapide, que lorſque les parties ſaillantes *e*, *f*, *g*, *h*, ont été dégagées, elles ſoient entraînées d'une quantité conſidérable avant que la preſſion les engage de nouveau; que la partie *e*, par exemple, aiant quité le 1. creux de la ſurface *F G*, au-lieu de retomber dans le 2, ſoit transportée juſqu'au 3, ou juſqu'au 4; & alors on conçoit aiſément que le corps frottant *D E*, pourra parcourir 2 ou 3 fois autant de ſurface ſur *FG*, ſans cependant que ſes parties y ſoient plus fréquemment engagées.

Les expériences que je vai rapporter, feront voir ce qui m'a paru invariable dans les frottemens. 1. Que le frottement de la prémière eſpèce fait beaucoup plus de réſiſtance, que celui de la ſeconde. 2. Que le frottement augmente par l'augmentation des ſurfaces, toutes choſes égales d'ailleurs. 3. Que la preſſion fait croître auſſi la réſiſtance du frottement, de quelque eſpèce qu'il

ſoit

ſeit. 4. Qu'à proportions égales, la réſiſtance des frottemens augmente plus conſidérablement par les preſſions que par les ſurfaces.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *Figure* 9. repréſente un Inſtrument compoſé, 1. de quatre rouleaux, 1, 2, 3, 4, ſuſpendus par des pivots très fins dans deux doubles montans *P P*: 2. d'un autre rouleau plus grand que les précédens, & dont l'axe *O O* a dans toute ſa longueur environ deux lignes ½ de diamètre, & ſe termine par deux pivots d'acier, qui roulent dans deux vis *Q Q*, percées ſelon leur longueur, ou bien ſur les deux interſections des deux paires de rouleaux; un reſſort ſpiral fixé d'une part à l'un des doubles montans, & de l'autre à l'axe de ce dernier rouleau, le fait tourner alternativement ſur deux ſens, & l'on compte la durée du mouvement du rouleau par le nombre des vibrations du reſſort: 3. d'une pièce *R*, repréſentée ſeule par la *Fig.* 10. qui repoſe ſur

l'axe

l'axe du rouleau, tantôt par une surface *s*, tantôt par deux autres *tt*, semblables à *s*, & au bout de laquelle on attache un ou plusieurs petits poids, pour augmenter la pression sur l'axe. Quand on tend le ressort, on avance le levier *V*, pour appuyer un des croisillons du grand rouleau, afin d'être sûr du degré de tension, & pour le détendre avec justesse.

On met d'abord les pivots du rouleau dans les trous des vis *QQ*, & ensuite on les fait reposer sur les intersections des rouleaux, sans charger l'axe de la pièce *R*; & dans l'une & dans l'autre épreuve, on a soin que le ressort soit tendu également.

EFFETS.

Le ressort aiant été détendu, si dans le prémier cas on a compté 29 ou 30 vibrations avant que le mouvement cesse entièrement; dans le second on en compte environ 400, dont chacune dure près d'une seconde.

EXPLICATIONS.

L'expérience précédente, considérée dans les deux faits qu'elle établit,

prouve visiblement que les frottemens, de quelque sorte qu'ils soient, détruisent le mouvement par une résistance qui ne diffère que du plus au moins. Mais elle fait voir en même tems, que des deux espèces de frottemens que nous avons distinguées, la prémière a des effets bien plus considérables que l'autre. Quand les pivots tournent dans les vis percées, c'est un frottement de la prémière sorte; toute leur surface cylindrique passe successivement sur la partie inférieure de chacnn des trous. Quand au contraire ces mêmes pivots font tourner par leur mouvement les rouleaux qui les portent, ce n'est plus qu'un frottement de la seconde espèce; car alors la circonférence des uns ne fait plus que se développer sur celle des autres; la partie qui a touché ne touche plus l'instant d'après, & celle qui la précède lui sert de point d'appui, pour se dégager suivant une direction favorable, comme la dent d'une roue qui commence à engrenner le pignon, favorise le desengrenage de celle qui avoit engrenné avant elle.

APLI-

APLICATIONS.

Rien n'eſt ſi commun que les effets du frottement; on les rencontre par-tout, & l'on peut dire en général, que c'eſt la principale cauſe des altérations & du dépériſſement que nous remarquons dans tous les ouvrages de l'Art, & ſur-tout dans ceux dont nous faiſons un fréquent uſage. Les habits, les meubles, les bijoux, les inſtrumens, &c. ne durent qu'un certain tems; parce que les frottemens auxquels ils ſont continuellement expoſés, changent inſenſiblement les ſurfaces & les formes, & leur font perdre les qualités qui en dépendent. Les matières les plus dures & les plus ſolides, ne tiennent point contre un long ſervice ſans donner des marques de diminution; un raſoir, un couteau, une hache perdent bientôt le fil de leur tranchant; le ſoc d'une charrue a beſoin d'être réparé de tems en tems; & le cheval dont le pié gliſſe ſur le pavé, y laiſſe une trace où les yeux les moins attentifs ne peuvent méconnoître les parties de ſon fer, que le frottement

y a fait rester. Mais comme rien ne s'anéantit dans l'Univers, toutes ces particules ainsi détachées de leurs masses, se mêlent avec différentes matières, dans lesquelles elles se retrouvent lorsqu'on y pense le moins. De bons Physiciens ont été surpris de trouver du fer dans l'argile & dans la cendre des Plantes, parce qu'ils ne faisoient point assez d'attention à la prodigieuse divisibilité des Métaux en général, & en particulier à la dispersion continuelle qui se fait des parties de celui-ci, tant par les outils que l'on use à cultiver la terre, que par une infinité d'autres usages qui le mettent en état d'être répandu partout. D'autres, plus attentifs à cette grande & continuelle consommation des ouvrages de fer, l'ont reconnu, ce métal, dans la boue des grandes Villes, & lui ont attribué la couleur noire qu'elles ont, & dont il est très vraisemblablement la cause. Si l'or étoit aussi commun que le fer, & qu'on en fît un usage aussi fréquent & aussi étendu, ne doutons pas qu'on ne le rencontrât de-même dans toutes les matières où l'on prendroit la

peine

peine de le chercher avec ſoin. Mais celui qui l'auroit trouvé quelque part que ce pût être, ſeroit-il en droit de dire qu'il a fait de l'or? Pas plus, ce me ſemble, que celui qui trouve aujourd'hui du fer dans la cendre, ne peut ſe vanter d'avoir fait du fer. Parmi tous ces fameux Adeptes qui ont enrichi le Monde de leurs promeſſes, s'il s'eſt trouvé quelque Faiſeur d'or qui le fût de bonne-foi, c'eſt que dans un grand nombre de matières paſſées au creuſet, il ſe ſera trouvé par hazard quelque parcelle d'or qui ne devoit rien autre choſe à l'opération de l'Artiſte, que de l'avoir ſéparée des corps étrangers dans leſquels elle étoit cachée. Faire de l'or de cette manière, me paroit une choſe poſſible; mais je doute fort qu'on en fît aſſez pour payer la dépenſe du charbon.

Si les frottemens nuiſent en beaucoup d'occaſions, il y en a bien d'autres auſſi où nous les mettons à profit; les Arts ont ſu tourner à leur avantage, juſqu'aux choſes même qui ſemblent oppoſées à leur progrès. Une lime n'eſt autre choſe qu'une ſurface hériſſée exprès de pointes

& de tranchans : ſon frottement ſur les matières les plus dures, eſt un moyen très commode de les figurer à ſon gré par une diminution de volume bien ménagée : auſſi cet outil eſt-il en uſage dans un grand nombre de métiers. L'Ouvrier intelligent qui l'emploie, tire du même moyen différens avantages ſuivant les modifications qu'il y met. Tantôt pour gagner du tems, il fait agir une lime dont l'âpreté exige plus de force de ſa part ; tantôt il la choiſit d'une taille plus fine, pour adoucir ce que la prémière n'a fait qu'ébaucher ; & enfin, quand la plus douce de ſes limes ne l'eſt point encore aſſez, il la frotte d'huile, qui retient les parties du métal à meſure qu'elles ſe détachent : par ce moyen les petits creux de l'outil ſe rempliſſent, de façon que ſes pointes en deviennent plus courtes, & ſa ſurface moins rude.

Ce que nous diſons des limes, doit s'entendre des meules & autres pierres à aiguiſer, qui n'en diffèrent, quant à l'effet du frottement, que par une plus grande dureté.

Les compas, & généralement tous les

les inſtrumens à charnières, qui doivent reſter ouverts ou fermés à différens degrés, tiennent pour l'ordinaire cette propriété d'un frottement bien égal; & l'on gagne beaucoup de tems dans l'uſage qu'on en fait, quand on n'eſt point obligé de les fixer par d'autres moyens, comme lorſqu'on les arrête avec des vis ou autrement.

On diminue la réſiſtance de frottemens, en enduiſant les ſurfaces de quelque fluïde ou de quelque matière graſſe. On frotte de ſavon les bords d'une boëte dont le couvercle tient trop; on met de l'huile aux charnières pour en faciliter le jeu; on graiſſe les moyeux des roues en-dedans: ce ſont autant de moyens par leſquels on remplit les inégalités les plus groſſières des ſurfaces, & qui par conſéquent les rendent plus liſſes & plus propres à gliſſer l'une ſur l'autre. D'ailleurs les parties de ces fluïdes ou de ces corps gras interpoſés, changent l'eſpèce du frottement: ce ſont autant de petits globules qui roulent entre les ſurfaces, qui leur ſervent de véhicule commun, & qui font en petit ce que nous voyons d'une ma-

mière plus ſenſible, quand on met des rouleaux ſous une pierre, ou ſous une poutre, pour en faciliter le tranſport.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On laiſſe les pivots du grand rouleau ſur les interſections des 4 petits, & l'on tend le reſſort au même degré que dans l'expérience précédente. On fait d'abord poſer la pièce *R* ſur l'axe du grand rouleau par une ſeule ſurface *s*, & avec ſon propre poids ſeulement; & enſuite on la retourne pour faire porter les deux ſurfaces *t t*, ſans augmenter le poids, & l'on compte les vibrations dans l'un & dans l'autre cas.

EFFETS.

Lorſque le frottement ſe fait par une ſeule ſurface, comme dans le prémier cas, on compte 40 vibrations; lorſque la ſurface qui frotte eſt double, comme dans le ſecond, on n'en compte plus que 29½; toutes choſes étant égales d'ailleurs, ainſi qu'on l'a ſuppoſé.

Ex-

EXPLICATIONS.

L'inégalité des ſurfaces étant la cauſe prémière des frottemens, il eſt bien plauſible qu'en augmentant l'étendue qui frotte, on doit faire croître auſſi le nombre de ces inégalités. S'il ſe trouve quelque cas où cela n'arrive point ſenſiblement, ce ſera ſans doute une exception dûe à la diſpoſition particulière des ſuperficies, ou bien lorſqu'on employera une ſi grande quantité de mouvement, que la réſiſtance des frottemens deviendra trop peu conſidérable pour être meſurée, & par conſéquent pour être comparée. Mais comme dans les grandes machines, où les frottemens ſont d'une bien plus grande conſéquence qu'ailleurs, les pièces ont toujours des ſurfaces aſſez rudes, nous croyons qu'on ne doit point négliger la quantité de leur étendue. On voit cependant par l'expérience précédente, que la réſiſtance des frottemens, quoique dépendante en partie de la grandeur des ſurfaces, ne la ſuit pas dans toutes ſes proportions. Dans l'un des deux cas cités la ſuper-

ficie étant double, les frottemens ne ſont point doublés : & il ſeroit très difficile, pour ne rien dire de plus, de déterminer le rapport de ces réſiſtances avec une quantité de ſurface donnée.

APLICATIONS.

Les frottemens conſidérés en raiſon des ſurfaces, retardent la viteſſe de tous les corps indifféremment : nous venons de le prouver pour les Solides, & l'on peut remarquer tous les jours que la même choſe ſe paſſe à l'égard des Fluïdes & des Liqueurs. Les Jets d'eau ne s'élèvent jamais à la hauteur à laquelle ils devroient monter, eu égard à leur quantité de mouvement ; & les Rivières coulent plus lentement dans le tems des eaux baſſes.

L'eau qui eſt amenée par un tuyau & qui rejaillit en l'air, éprouve partout du frottement ; la ſurface intérieure & immobile du tuyau la retarde d'une part ; & quand elle paſſe dans l'air, elle doit être regardée encore comme dans un autre tuyau, dont la ſurface ne diffère de l'autre

que

que par la rareté & par la mobilité de ſes parties.

Quoique la ſurface d'un gros tuyau ſoit plus grande que celle d'un plus étroit, elle eſt cependant moindre rélativement à ſa capacité; car c'eſt une choſe démontrée, que celui qui a 2 pouces de diamètre (nous parlons de tuyaux ronds & cylindriques) contient quatre fois plus d'eau que celui dont le diamètre n'eſt que d'un pouce; & que la circonférence du prémier n'eſt que deux fois auſſi grande que celle du dernier. On voit par-là que dans de pareils tuyaux, le frottement qui vient des ſurfaces, diminue à meſure qu'on augmente la capacité; puiſque ſi le volume d'eau qui eſt quadruple dans le plus gros, étoit contenu dans quatre ſemblables au petit, il répondroit à des ſurfaces dont la ſomme ſeroit double de celle qui le contient. L'expérience eſt tout-à-fait d'accord avec cette théorie; car plus on diminue la capacité des tuyaux dans les Pompes, dans les Aqueducs, dans les Fontaines, &c. plus on trouve de retardement dans la viteſſe des eaux.

C'eſt par la même raiſon, que les Rivières ſont plus rapides dans le tems des grandes eaux ; les frottemens qu'elles ont à vaincre de la part de leurs lits, ſont partagés alors à une maſſe plus conſidérable, & s'oppoſent moins par conſéquent au mouvement du fluïde.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

L'inſtrument étant diſpoſé comme dans l'expérience précédente, il faut que la pièce *R* repoſe ſur l'axe du grand rouleau par la ſurface *s*, & attacher en *X* le petit poids *Y* qui double la preſſion.

EFFETS.

Dans ce dernier cas on ne compte que 21 vibrations, quoique le reſſort ait été tendu comme dans les épreuves précédentes.

EXPLICATIONS.

Le poids qu'on ajoute augmentant la preſſion, fait croître auſſi le frottement ; parce que les parties des ſurfa-

ſurfaces qui s'engagent mutuellement, s'enfoncent bien plus avant, & réſiſtent davantage au mouvement qui tend à les ſéparer. On voit par cette dernière expérience, qu'une double preſſion fait plus qu'une ſurface augmentée de moitié; car nous avons vu précédemment, qu'en faiſant frotter deux ſurfaces au lieu d'une, le nombre des vibrations n'a été diminué que d'un quart; & nous voyons maintenant qu'en mettant la preſſion double, il ne ſe fait plus que 21 vibrations au-lieu de 40, ce qui eſt preſque la moitié de diminution.

APLICATIONS.

Dans les grandes chaleurs les mouvemens d'Horlogerie ſe rallentiſſent ſenſiblement: cet accident qui dérange les Pendules & les Montres, dépend ordinairement de pluſieurs cauſes qui concourent au même effet. Il en eſt une à laquelle on fait peu d'attention, mais qui mérite cependant d'être comptée comme les autres: c'eſt le frottement qui augmente par la preſſion, à meſure que les pièces s'échauffent. Car on ſait, &

nous le prouverons quand il en ſera tems, que les Métaux, ainſi que toutes les autres matières, augmentent en volume par le chaud, comme ils diminuent de grandeur par le froid; la même cauſe dilatant les platines rend les troux plus étroits, & groſſit les pivots, de manière que par ce double effet, le frottement augmente par preſſion, & le mouvement en eſt d'autant plus gêné.

Un Tourneur qui façonne un morceau de métal entre deux pointes fixes, eſt quelquefois ſurpris de ſentir que ſa pièce réſiſte au mouvement de l'archet, après avoir tourné librement pendant quelques minutes: c'eſt que le frottement augmente par le preſſion, à meſure que le métal s'allonge en s'échauffant: auſſi le remède le plus promt & le plus en uſage, c'eſt de le mouiller avec un peu d'eau pour le refroidir.

Le ſervice que l'on tire des Pinces, des Tenailles, & de tout ce qui eſt analogue à ces inſtrumens, ne vient encore que d'un frottement augmenté par une forte preſſion.

Une remarque qu'il eſt à propos de

de faire ici, c'eſt que les machines qui font leur effet en petit, ne le font pas toujours quand on vient à les exécuter en grand, quoiqu'on y garde les mêmes proportions. Cela vient pour l'ordinaire de ce que les frottemens ne ſuivent point dans leur accroiſſement, la proportion des ſurfaces ſeulement, mais plutôt celles des preſſions qui augmentent aſſez ſouvent, comme le poids ou la ſolidité des pièces; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi dans le modèle on avoit réduit toutes les dimenſions au pouce pour pié, en conſtruiſant en grand, le chevron qui auroit 12 piés de long & 6 pouces d'écarriſſage, pèſeroit 1728 fois autant que ce qui le repréſente en petit, s'il eſt de même matière. Cette conſidération, qu'on ne peut négliger quand on a des principes, fait quelquefois juger deſavantageuſement d'une machine dont le ſuccès paroit être aſſuré par l'expérience même.

De tout ce que nous avons dit & prouvé touchant la réſiſtance des milieux & des frottemens, il faut conclure que dans l'état naturel il ne peut

peut y avoir aucun mouvement méchanique inaltérable: 1. parce qu'un corps ne peut se mouvoir que dans un espace, & qu'il n'y a aucun lieu parfaitement vuide de toute matière: 2. parce qu'un corps, quel qu'il soit, ne peut exercer son mouvement que sur quelque surface, ou bien il faut le suspendre à quelque point fixe, autour duquel il se puisse mouvoir: dans l'un & dans l'autre cas il y a frottement ou sur le plan, ou au point de suspension, ou dans le milieu même dans lequel il passe. La quantité du mouvement qu'on lui aura imprimée, sera donc nécessairement diminuée par ce double obstacle: ainsi pour se mouvoir perpétuellement, il faudroit qu'il prît à chaque instant de nouvelles forces, pour réparer celles qu'il perd; ce qui est contraire à la prémière loi du Mouvement, qui veut qu'un mobile garde constamment l'état qu'on lui a fait prendre, si cet état n'est changé par une cause nouvelle. Delà il paroit évidemment démontré, qu'il ne peut y avoir de mouvement perpétuel méchanique dans l'état naturel, & que ceux

qui

qui le cherchent avec obſtination, & qui multiplient les frais dans cette vue, perdent leur tems, leurs peines, & leurs dépenſes.

Si quelqu'un prend pour perpétuel, le mouvement d'un Pendule qui continue ſes vibrations égales au moyen d'un reſſort ou d'un poids qu'on remonte au bout d'un tems, ou toute autre choſe équivalente, il n'entend pas l'état de la queſtion; car il s'agit d'un mouvement une fois imprimé, auquel on n'ajoute plus rien par la ſuite, & qui ſe ſuffiſe à lui-même pour ſe perpétuer. Le reſſort ou le poids par ſon effort conſtant, répare ſans ceſſe le degré de viteſſe perdu dans l'inſtant précédent, & cette réparation eſt une addition au mouvement primitif.

Ceux qui s'en laiſſent impoſer par l'inſpection d'une machine, ou par une prétendue démonſtration géométrique, ſur laquelle en s'appuye quelquefois pour établir la découverte du Mouvement perpétuel, ſont les dupes de la mauvaiſe-foi ou d'un paralogiſme qui ne tiennent guères contre des gens inſtruits. Le

Mou-

Mouvement perpétuel eſt la Pierre Philoſophale de la Méchanique : ordinairement ceux qui s'y heurtent, ne ſont pas fort initiés dans cette Science ; de-même qu'une recherche obſtinée de la Quadrature du Cercle, ou du Grand-œuvre, n'annoncent à préſent ni un Géomètre ſublime, ni un habile Chymiſte.

IV. LE-

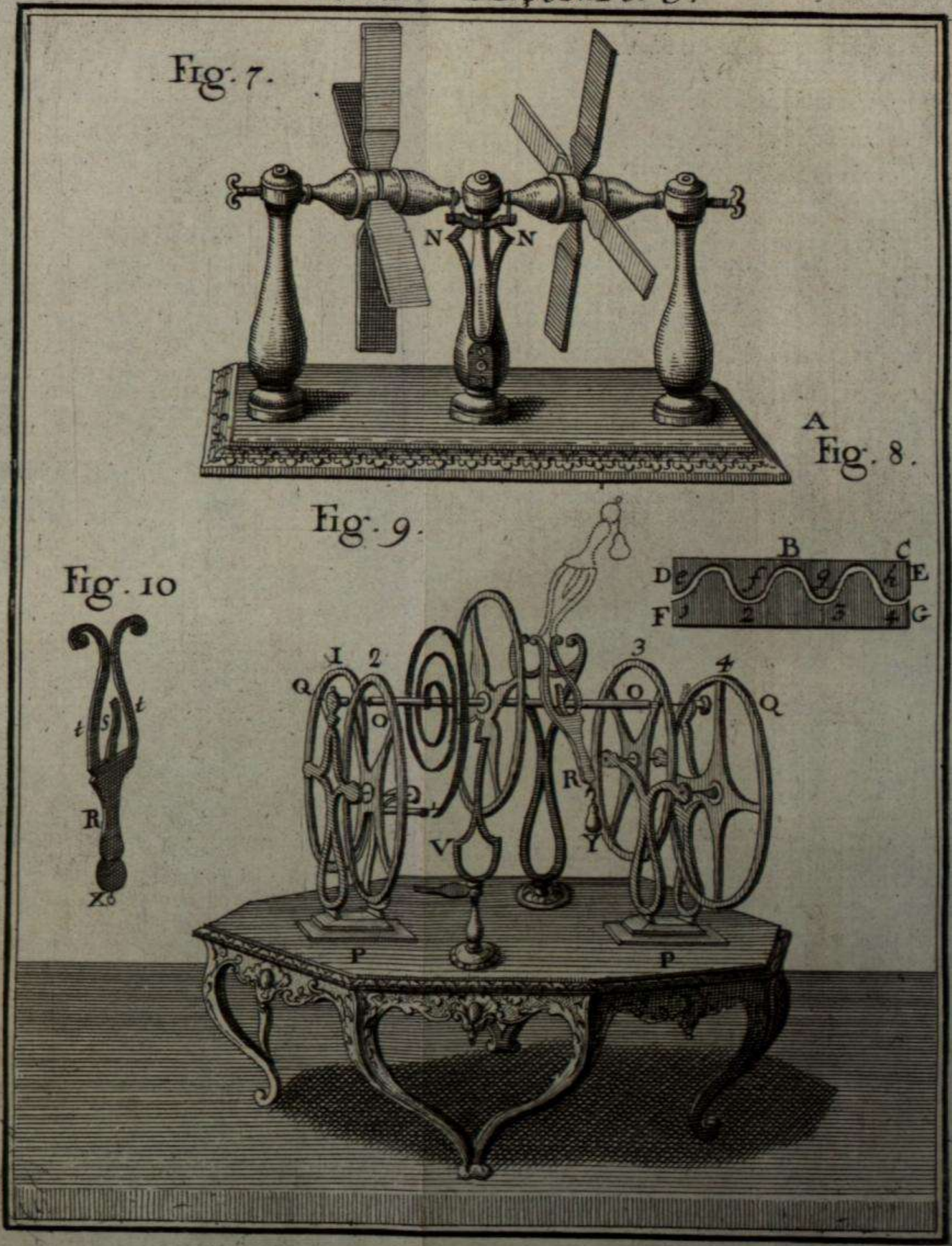


Fig. 7.
N
N
A
Fig. 8.
Fig. 9.
B
C
D
E
F
G
Fig. 10
t
s
t
R
X
1
2
3
4
Q
Q
O
O
R
V
Y
P
P

IV. LEÇON.

Suite des Loix du Mouvement simple.

Des causes qui changent la direction du Mouvement.

APRE'S avoir enseigné dans la dernière section de la Leçon précédente, ce qui diminue indispensablement la vitesse du mobile, il nous reste à faire connoître les causes qui changent sa direction, quand il ne garde pas celle qu'il avoit d'abord. Mais pour le faire d'une manière plus intelligible, nous commencerons par établir la seconde & la troisième loi du mouvement simple, sur lesquelles sont fondées la plupart des choses que nous avons à dire touchant cette matière.

Se-

Seconde Loi du Mouvement simple.

Le changement qui arrive en plus ou en moins au mouvement d'un Corps, est toujours proportionnel à la cause qui le produit.

Dans un mobile dont on suppose la masse constante, il n'y a de variable que sa vitesse & sa direction. Pour changer l'une ou l'autre, il faut une force positive, qui n'est point dans le mobile avant le changement, & qu'il n'a pas la faculté de se donner à lui-même. Cette force, quand elle agit, ne peut produire que ce dont elle est capable; ainsi l'on peut juger de sa valeur par celle de son effet. Comme une livre de plomb dans le bassin d'une balance, n'a ni plus ni moins que le poids d'une livre, on ne doit pas s'attendre que son action contre l'autre bassin excède, ou vaille moins qu'un pareil poids, si la balance est juste: & réciproquement, si ce dernier bassin est tenu en équilibre, on peut en toute sureté conclure que le poids de l'autre part qui en est la cause, égale une livre.

Troi-

Troisième Loi du Mouvement simple.

La réaction est égale à la compression.

Lorsqu'un corps en mouvement, ou qui tend à se mouvoir, agit sur un autre corps, il le comprime, & ce dernier exerce réciproquement sur lui une compression égale. Quand avec le bout du doigt j'appuye sur un bassin vuide de balance, pour soulever une livre de plomb qui est dans l'autre bassin, c'est la même chose que si je recevois la livre de plomb sur le bout de mon doigt pour la soutenir. Qu'un homme sur le rivage tire son bateau à bord avec une corde, ou qu'il se tienne dans le bateau pour tirer la même corde attachée à un pieu sur le rivage, il s'ensuivra le même effet; car la résistance ou la réaction du point fixe, égale l'action de celui qui agit contre elle.

Examinons maintenant comment un mobile change de direction, & quelle règle il suit dans ce changement.

Quand un corps en mouvement change de direction, c'est qu'il y est for-

forcé par un obſtacle ; car ſelon la prémière loi, il tend de lui-même à perſévérer dans ſon état : mais cet obſtacle peut être une matière fluïde, dans laquelle il s'ouvre un paſſage; ou bien un corps ſolide qui lui oppoſe toute ſa maſſe à cauſe de la liaiſon de ſes parties. Une pierre jettée dans l'eau nous repréſente le prémier cas ; une balle de paume lancée contre la muraille, eſt un exemple du ſecond.

PREMIERE SECTION.

Du changement de Direction occaſionné par la rencontre d'une Matière fluïde.

SI le mobile que l'on a déterminé vers un certain point, vient à rencontrer quelque matière fluïde, ou comme telle à ſon égard, il ne fait que paſſer d'un milieu dans un autre; & ordinairement ces milieux ne ſont point également pénétrables pour lui, ſoit par la différence de leurs denſités, ſoit par quelque autre cau-

ſe

ſe qu'il n'eſt point tems d'examiner ici. Ce plus ou moins de réſiſtance qu'il éprouve en entrant dans le nouveau milieu, ne manque point de lui faire quiter ſa prémière direction, toutes les fois qu'il entre obliquement; & ce changement ſe nomme *refraction*, pour faire entendre que la direction du mobile eſt comme briſée à l'endroit où les deux milieux ſe joignent. Eclairciſſons ceci par une figure, & par quelques exemples.

Suppoſons un grand Baſſin plein d'eau dont la coupe ſoit repréſentée par *ABCD*, *Fig.* 1. & une Pierre, ou tout autre Corps dur *E*, placé dans l'air, & que l'on dirige vers la ſurface de l'eau avec aſſez de viteſſe pour l'y faire entrer, & l'y faire continuer ſon mouvement.

Pour cet effet, on ne peut diriger cette pierre que de deux manières; ſavoir par la ligne perpendiculaire *PF*, ou bien par une ligne oblique priſe entre *PF* & *CF*. Car il eſt évident que ſi elle ſuivoit *CF*, ou ſa parallèle, elle n'entreroit jamais dans l'eau, ou (ce qui eſt la même choſe) elle ne changeroit point de milieu.

Si

Si le corps *E* vient à la ſurface de l'eau par la ligne *PF*, il continue de ſe mouvoir par *Fp*, & ſa direction ne reçoit aucun changement.

Mais s'il ſuit une ligne oblique comme *eF*, dès qu'il ſera parvenu en *F*, l'eau ſera pour lui un milieu *refringent* : au-lieu de continuer ſon mouvement par *FG*, il prendra une nouvelle direction qui ſera entre *FG* &*FA*, telle, par exemple, que *FH*. C'eſt-à-dire, que la pierre, ou en général le mobile, ſouffrira refraction, & que cette refraction l'éloignera de la perpendiculaire imaginée *Fp*, plus qu'il n'auroit fait, s'il avoit continué de ſe mouvoir ſelon ſa prémière direction.

La refraction ſe feroit en ſens contraire, ſi le mobile paſſoit d'un milieu plus réſiſtant, dans un autre qui le fût moins ; par exemple, s'il ſortoit de l'eau pour entrer dans l'air : de façon que s'il avoit décrit la ligne *HF*, il ne continueroit point par *FK*, ni par aucune autre entre *K* & *C* ; mais la refraction qu'il ſouffriroit en *F*, le détermineroit dans une nouvelle direction entre *K* & *P*, ce qui l'aprocheroit

cheroit davantage de la perpendiculaire *PF*.

Pour ôter toute équivoque ſur cette perpendiculaire, que l'on prend pour ligne de comparaiſon, lorſqu'on veut exprimer en quel ſens ſe fait la refraction, il eſt bon d'obſerver qu'elle n'a rien de commun avec l'horizon, qu'autant que la ſurface du milieu refringent eſt horizontale, comme il arrive quand c'eſt un liquide en repos; car c'eſt toujours de la perpendiculaire à cette ſurface qu'il s'agit, dans quelque poſition que puiſſe être le milieu qui cauſe la refraction. Si, par exemple, au-lieu d'une eau dormante telle que nous l'avons ſuppoſée, on choiſiſſoit celle d'une caſcade, ou d'une rivière qui eût une pente conſidérable, pour y lancer une pierre; la perpendiculaire à laquelle on rapporteroit la direction de ce corps, tant avant qu'après ſon entrée dans l'eau, ſeroit une ligne inclinée à l'horizon; elle ſeroit même horizontale, ſi la ſurface refringente étoit verticale.

La refraction dépend donc de deux conditions, ſans l'une ou l'autre

desquelles elle n'a plus lieu: la prémière est l'obliquité d'incidence de la part du mobile: la seconde, qu'il y ait plus de résistance dans un milieu que dans l'autre. Prouvons d'abord ceci par des faits, & tâchons ensuite d'en faire connoître la cause.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La Machine qui est représentée par la *Fig.* 2. porte à deux piés ½ au-dessus de sa base un petit canon de cuivre *I*, par lequel on fait tomber une balle de plomb du poids d'une once environ, dans un vase de cristal *L*, qui a 12 ou 14 pouces de hauteur, & au fond duquel on a étendu un lit de terre glaise, ou de cire molle, d'un pouce d'épaisseur.

La balle aiant marqué sa place par cette prémière chute, on la fait tomber de-même une seconde fois, après avoir empli d'eau le vaisseau *L*.

EFFETS.

On trouve la balle de plomb après la

la ſeconde chute, dans le même endroit qu'elle avoit marqué en tombant la prémière fois.

EXPLICATIONS.

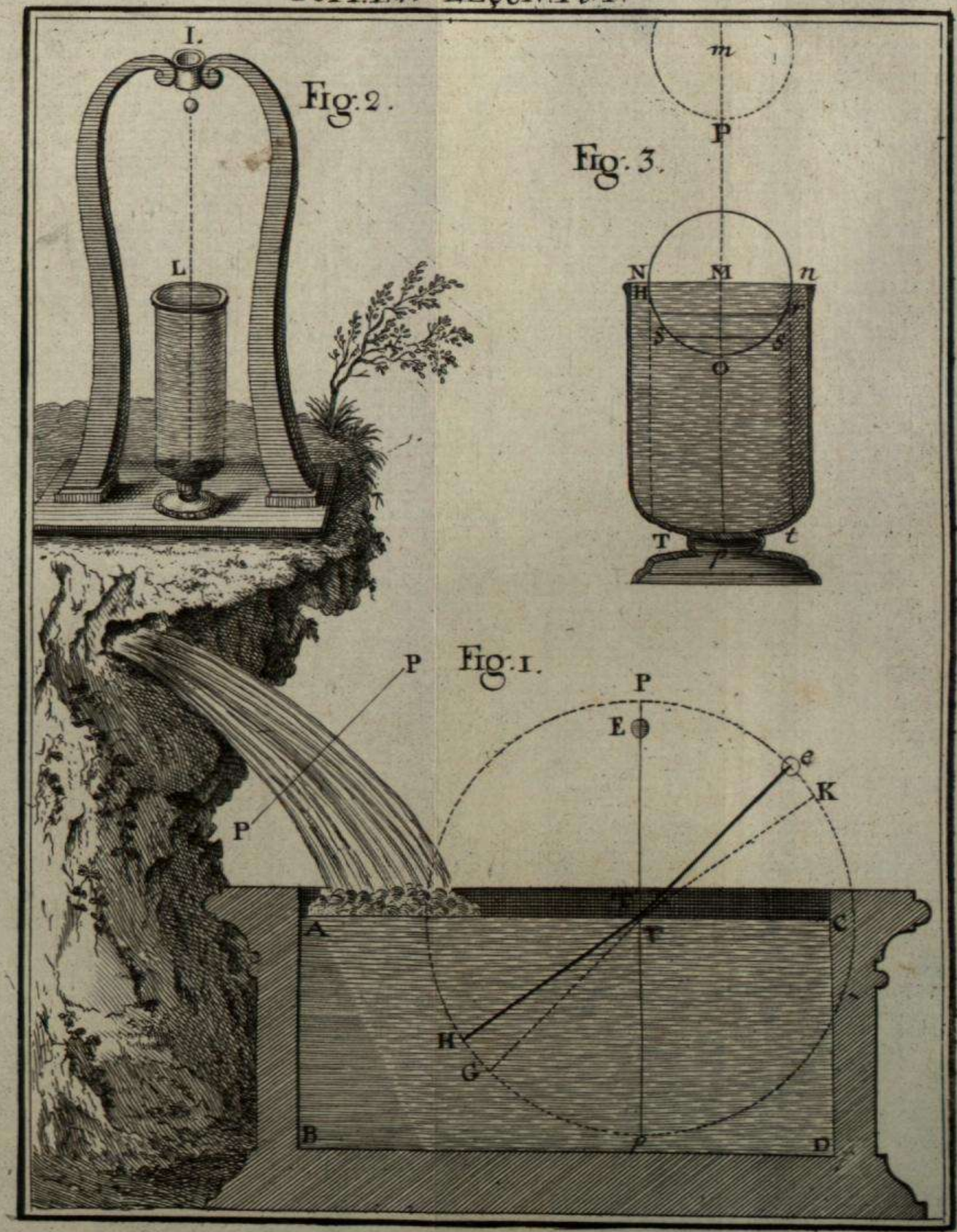
Il paroit par cette expérience, que la balle de plomb a toujours conſervé ſa prémière direction, ſoit qu'elle fît tout ſon mouvement dans l'air, ſoit qu'elle tombât en paſſant de l'air dans l'eau. Mais par quelle raiſon ſe ſeroit-elle détournée, ſi les obſtacles qu'elle a rencontrés ſe ſont toujours oppoſés également de toutes parts; ſi l'effort de ſa peſanteur à qui elle obéiſſoit, n'a jamais eu à vaincre que des réſiſtances qui cédoient toutes enſemble avec la même facilité, ou qui la retardoient de quantités égales? Conſidérons cette balle dans les différens inſtans de ſa chute.

1. Lorſqu'elle eſt encore entièrement dans l'air, ce fluïde qu'on ſuppoſe en repos, & d'une denſité uniforme autour du mobile, ne fait que retarder la viteſſe. Mais cette réſiſtance n'influe en rien ſur la direction, puiſqu'elle agit indifféremment en toutes ſortes de ſens.

2. On peut dire la même chose en considérant la balle dans le tems qu'elle est entièrement plongée dans l'eau; car la difficulté qu'elle trouve à s'ouvrir un passage dans ce liquide, quoique plus grande que dans l'air, ne l'empêche point de tendre au même but, mais seulement d'y arriver avec autant de vitesse qu'elle en auroit dans un milieu moins résistant.

3. Enfin, si l'on examine ce qui se fait pendant que la balle passe de l'air dans l'eau, & qu'elle est encore partie dans l'un & partie dans l'autre de ces deux milieux, on concevra facilement que cette immersion ne doit rien changer à sa prémière direction.

Car lorsque le corps *M*, *Fig.* 3. descend par la ligne *Pp*, toutes les parties de la surface décrivent des parallèles comme *NT*, *nt*, & la résistance du milieu s'exerce sur tout l'hémisphère *NOn*. Quand il commence à se plonger, l'eau résiste directement en *O*; & à mesure qu'il s'enfonce, les parties *OS*, *SR*, *RN*, & leurs correspondantes *Os*, *sr*, *rn*, participent successivement à la résistance


I.
O
L
Fig: 2.
m
P
Fig: 3.
N
M
n
H
r
s
s
O
T
t
P
P
Fig: 1.
P
E
e
K
A
C
T
H
G
B
D

tance du nouveau milieu. Mais comme ces différentes parties forment des plans plus obliques les uns que les autres depuis *O* jusqu'en *N*, de part & d'autre, la résistance de l'eau pendant cette demie immersion, augmente par des quantités qui vont toujours en décroissant.

Dans tout ceci l'on n'apperçoit aucune cause qui doive faire perdre au corps *M* sa prémière direction: en conséquence de sa figure sphérique, les obstacles qui se rencontrent en *N*, en *R*, en *S*, &c. sont justement compensés par les résistances qui s'opposent aux parties *n*, *r*, *s*, &c. & cet équilibre maintient toujours le centre *M* dans la ligne *Pp*. Cette expérience prouve donc que l'obliquité d'incidence de la part du mobile, est absolument nécessaire pour la refraction, puisque sans elle il continue son mouvement suivant sa prémière direction, quoiqu'il passe d'un milieu moins résistant dans un autre milieu qui l'est plus.

APLICATIONS.

Un corps grave que son propre

poids fait tomber dans l'eau, doit se trouver au fond, dans un endroit qui réponde perpendiculairement à celui de la surface par lequel il a passé en tombant.

Mais 1. il faut supposer pour cela, que le fluïde étoit en repos pendant le tems de la chute; car on sait que ce qui tombe dans une rivière ou dans un torrent, est entraîné par le courant de l'eau, en même tems qu'il obéit à la force de sa pesanteur. C'est pourquoi les gens qui se noyent dans les eaux qui coulent, ne se trouvent jamais vis-à-vis du lieu où ils ont commencé à disparoître.

2. La figure du corps qui s'enfonce dans un fluïde, contribue beaucoup ou à lui faire garder ou à lui faire perdre sa prémière direction, indépendamment de la refraction; car cette figure peut être telle qu'elle occasionne des inégalités dans la résistance du même fluïde. Si, par exemple, au-lieu de faire tomber dans l'eau un corps sphérique, tel que celui de notre expérience, on se servoit d'un hémisphère ou de quelque chose semblable, & qu'on le dirigeât

geât parallèlement à ſa partie plane, il ſuit de l'explication que nous avons donnée ci-deſſus, que ce dernier mobile, plus arrêté d'un côté que de l'autre par le fluïde qu'il diviſe, à cauſe de ſa figure, ne garderoit point ſa prémière direction, & qu'il décriroit une ligne courbe, quoique dans un milieu très uniforme.

C'eſt une choſe qui ſe trouve bien confirmée par une expérience auſſi ſimple que fréquente. Toutes les fois qu'on jette horizontalement quelque corps tranchant & convexe d'un côté, comme une écaille d'huître, ou toute autre choſe équivalente, on ne le voit jamais ſuivre la direction qu'on lui a donnée; & ſi l'on a tourné la convexité en embas, on remarque très ſouvent qu'il s'élève malgré le panchant de ſon propre poids.

On peut obſerver auſſi que les Oiſeaux peſans, comme les Corbeaux, les Pigeons, les Pies, &c. quand ils s'abattent après un long vol, ne manquent point de courber leurs ailes & leur queue, pour ſe donner une figure convexe en deſſous; ce

qui les dirige néceſſairement dans une courbe fort allongée qui adoucit leur chute. Ces même Oiſeaux au contraire ſe poſent d'une manière peſante, & ſe heurtent ſouvent contre terre lorſqu'ils ſont trop jeunes, parce qu'ils deſcendent par une ligne moins inclinée à l'horizon, ſoit qu'ils ne ſachent point encore prendre une figure qui les dirige autrement, ſoit que leurs plumes encore trop courtes, ou leurs membres trop foibles, ne le leur permettent pas.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

ABC, *Fig.* 4. eſt un quart de cercle, auquel on a fixé un canon de fuſil ſur le rayon *AB*, & que l'on a attaché à une muraille, ou à quelque choſe d'inébranlable, de manière cependant qu'il puiſſe tourner ſur le point *B*: à 18 ou 20 piés de diſtance, eſt un bacquet, ou une baignoire de 4 ou 5 piés de longueur, pleine d'eau, dont on couvre la ſurface avec une gaze tendue, ou avec de grandes feuilles de papier. *F* eſt un

chaſſis

chaſſis garni de gaze ou de papier, qui a environ 18 pouces de hauteur & 1 pié de largeur. Ce chaſſis s'élève perpendiculairement à la ſurface de l'eau; & ſa baſe *DE*, qui eſt une planche un peu peſante, ſe place ſur les bords du bacquet, à une diſtance ſuffiſante de ſon extrémité *G*. Il faut avoir ſoin de revétir le petit côté *G* du bacquet avec une planche de ſapin fort épaiſſe & bien unie, qui le préſerve d'accident, & ſur laquelle on puiſſe appercevoir l'impreſſion d'une balle. Enfin tout étant ainſi diſpoſé, on charge le canon avec de la poudre en ſuffiſante quantité, & avec une balle de plomb qui ſoit de calibre, s'il eſt poſſible; on le dirige vers le point *I*, de manière qu'il faſſe avec la ſurface de l'eau un angle de 30 ou 40 degrés, & l'on y met le feu avec une petite mêche placée en *a*. Voyez la *Figure* citée.

EFFETS.

La balle, après avoir percé les deux gazes en *I* & en *K*, au-lieu de continuer ſon mouvement dans cette direction pour venir en *L*, va frapper

la planche de ſapin en *H*, par une ligne qui fait angle avec la prémière qu'elle a ſuivie en venant d'*A* en *K*: ce que l'on apperçoit facilement en faiſant écouler l'eau du bacquet, & en plaçant enſuite l'œil en *I*; car on remarque que le point *H* eſt ſenſiblement au-deſſus de ſa prémière direction, & que la refraction qu'elle a ſoufferte au point *K* en entrant dans l'eau, l'a éloignée de la perpendiculaire *Pp*, plus qu'elle ne l'auroit été, ſi elle avoit continué de ſe mouvoir directement juſqu'en *L*.

EXPLICATIONS.

C'eſt une ſuite des loix du mouvement, qu'un mobile ſe porte toujours du côté où il trouve moins de réſiſtance; car l'effet étant proportionnel à ſa cauſe, un corps qui rencontre en même tems deux obſtacles, doit ſouffrir davantage de celui qui eſt le plus fort, & vaincre auſſi plus aiſément celui qui l'eſt moins. Or vaincre plus aiſément un obſtacle, c'eſt le repouſſer d'une certaine quantité en moins de tems, ou le repouſſer davantage dans un tems déter-

miné. Car un obſtacle, quel qu'il ſoit, ne cède jamais ſenſiblement dans un inſtant indiviſible. Le plus foible eſt donc celui qui ſe laiſſe vaincre dans un tems plus court.

L'air & l'eau dans leſquels la balle de notre expérience a paſſé ſucceſſivement, ont fait obſtacle l'un après l'autre à ſon mouvement: mais tant qu'elle a été entièrement dans l'un ou dans l'autre de ces deux milieux, la réſiſtance aiant été également distribuée à toutes les parties de l'hémisphère antérieur, comme nous l'avons fait voir dans l'explication de la prémière expérience, ſa direction n'a point dû changer; les obſtacles, ou les parties réſiſtantes du fluïde ſe faiſant équilibre de part & d'autre, elle a dû perſévérer conſtamment dans la ligne *A K*, & enſuite dans la ligne *K H*.

Si l'égalité des obſtacles contre toutes les parties de l'hémiſphère antérieur *n o p*, *Fig.* 5. entretient le corps *m* dans ſa direction, tant qu'il eſt dans un ſeul & même milieu, il eſt évident qu'en paſſant obliquement de l'air dans l'eau, ce même hémiſphère, pen-

dant tout le tems de ſon immerſion, rencontre des obſtacles plus difficiles à vaincre d'un côté que de l'autre de ſa ſurface. Car, par exemple, le point *R* venant à toucher l'eau, éprouve plus de réſiſtance que le point *Q*, qui ne rencontre encore que de l'air. Ainſi l'équilibre étant rompu entre les obſtacles de part & d'autre, le centre *M* ſe porte du côté des plus foibles, & commence à s'écarter de ſa prémière direction *ST*. Mais comme la différence qu'il y a entre la réſiſtance de l'eau & celle de l'air, eſt principalement fondée ſur le tems qu'il faut employer pour repouſſer l'un ou l'autre de ces deux fluïdes, cette différence augmente à meſure que la viteſſe du mobile diminue ; car ſi la balle de plomb repouſſoit l'air & l'eau avec une viteſſe infinie, leurs réſiſtances étant nulles, ou infiniment petites, il n'y auroit point de différence entre elles.

Le mouvement du corps *M* rallenti de plus en plus par ſon immerſion dans l'eau, doit donc ſe reſſentir de cette différence augmentée entre la réſiſtance qui ſe fait en la partie *ORP*,

&

& celle qui agit contre *OQN*. Ainſi le centre *M* doit abandonner de plus en plus ſa prémière direction, & deſcendre par une petite ligne courbe, dont le dernier élément commence la nouvelle direction *VX*, que la balle ſuit après ſon immerſion.

APLICATIONS.

L'expérience précédente nous conduit naturellement à une remarque qui peut être de quelque utilité à ceux qui veulent tuer du poiſſon à coups de fuſil. Quelque bons tireurs qu'ils puiſſent être, il manqueroient ſouvent leur proie, s'ils omettoient d'avoir égard à la refraction que doit ſouffrir le plomp en entrant dans l'eau. Ce que nous avons fait voir ci-deſſus, prouve qu'il faut tirer plus bas que l'objet, puiſque le coup ſe relève toujours dans l'eau, quand on tire obliquement. A-la-vérité comme on ne peut tirer qu'à une petite profondeur, à cauſe de la grande réſistance de l'eau, & que la peſanteur du plomb dont la viteſſe eſt affoiblie, détruit une partie de la refraction en le faiſant baiſſer ; comme d'ailleurs

on doit ſuppoſer que l'objet qu'on ſe propoſe de toucher, a une certaine étendue, il ſemble que dans la pratique ce changement de direction qu'éprouve le plomb en entrant dans l'eau, n'eſt point une choſe fort importante par elle-même, & qu'on pourroit la négliger. Mais il faut faire attention que le poiſſon que nous voulons tirer, ne ſe voit que par des rayons de lumière qui viennent de lui à nous, qui paſſent obliquement de l'eau dans l'air, & qui étant par conſéquent dans le cas de la refraction, ne nous repréſentent point l'objet dans le vrai lieu où il eſt. Ajoutez à cela (& c'eſt ce qu'il y a de plus néceſſaire à remarquer) que la refraction de la lumière ſe fait en ſens contraire de celle des autres corps, comme nous le ferons voir en traitant de l'Optique; deſorte que le lieu apparent du poiſſon eſt plus élévé que ſon lieu réel : ce qui donne de nouvelles forces à la raiſon qu'on auroit de tirer plus bas, quand on n'auroit égard qu'à la refraction du plomb,

Quoique les refractions s'obſervent

le

le plus ordinairement dans des milieux fluïdes, on peut dire en général qu'elles ont lieu dans tous les corps, même ſolides, lorſque le mobile qui les pénètre, y rencontre obliquement des couches de matières plus réſistantes les unes que les autres. Il arrive, par exemple, très ſouvent, lorsqu'on veut percer une planche avec un poinçon, ou avec une aiguille mince & flexible, que le fer ſe courbe, & ne ſuit point la direction qu'on s'eſt efforcé de lui donner: c'eſt que la pointe a rencontré obliquement des parties plus dures les unes que les autres, comme il eſt aiſé d'en remarquer dans le ſapin, où ces ſortes de refractions ſe font ſouvent; car on a de la peine à y chaſſer un clou ſelon ſon gré, ſur-tout s'il eſt long & mince.

La refraction eſt ſuſceptible de plus & de moins. Nous avons vu qu'elle eſt nulle, lorſque la direction du mobile eſt perpendiculaire à la ſurface du milieu refringent: elle commence avec l'obliquité d'incidence, & elle augmente avec elle, & proportionnellement à elle; car la balle qui tombe par *S T*, *Fig.* 5. ſouffre moins

de

de refraction que celle qui eſt dirigée par *s t*; & l'on ſe rapelle ce que nous avons dit pour rendre raiſon de la refraction en général, on appercevra facilement, & par l'inspection ſeule de la figure, que la cauſe de cet effet augmente à meſure que l'immerſion devient plus oblique. Car on voit que plus la direction eſt inclinée à la ſurface de l'eau, plus la partie *O R N* de l'hémiſphère antérieur eſt de tems dans l'air; & par conſéquent, plus les réſiſtances qui ſe font de la part de l'eau en la partie *O R P*, ont d'avantage ſur celles qui agiſſent contre les points correſpondans *O Q N*.

Mais dans quelque degré que l'on conſidère la refraction, on la trouve toujours proportionnelle à l'incidence du mobile, quand les milieux ne changent point; & l'on en juge en comparant les angles d'incidence *A C P* & *B F D*, *Fig.* 6. avec ceux de refraction *a C p* & *b F d*, que l'on meſure par les lignes *P A*, *a p*, qui en ſont les ſinus; car ſi *P A* eſt à *a p*, comme 2 eſt à 3, les deux lignes ſemblables *D B* & *d b*, qui repréſen-

tent

tent le cas d'une refraction plus grande, ſont encore dans le même rapport entre elles.

Nous n'entreprendrons point de prouver ceci par des expériences; la difficulté de diriger des corps graves dans des lignes parfaitement droites & obliques à la direction naturelle de leur peſanteur, ne nous le permet pas. Nous aurons lieu de le faire commodément, en traitant de la Lumière, qui n'a pas cet inconvénient.

Nous ajouterons ſeulement, & nous le prouverons par le fait, que quand l'incidence eſt parvenue à un certain point d'obliquité, la refraction ſe fait hors du milieu refringent, (ce que l'on nomme alors *réflection*) de manière, par exemple, qu'une pierre, ou une balle de plomb, au-lieu de paſſer de l'air dans l'eau, comme nous l'avons vu précédemment, ſe relève après avoir touché la ſurface, & forme avec elle un angle preſque ſemblable à celui qu'elle avoit fait en tombant. Voyez la *Fig.* 7.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut disposer le quart de cercle de la *Fig*. 4. de manière que le canon & sa ligne de direction *MN**, fassent avec la surface de l'eau *NP*, un angle d'environ 5 degrés, & placer à l'autre bout du bacquet une planche de bois tendre *S*, qui s'élève perpendiculairement à la surface de l'eau, & qui se présente de face à la longueur du même bacquet; il faut aussi placer à fleur d'eau un chassis de gaze, qui ait environ un pié de longueur. Le canon aiant été chargé comme précédemment, il faut y mettre le feu.

* *Fig*. 7.

EFFETS.

La balle de plomb étant parvenue en *N*, au lieu d'entrer dans l'eau & d'y souffrir une refraction, comme dans la seconde expérience, rejaillit du point de contact, & va frapper la planche en *S*, faisant son angle de réflection *ONS*, à peu près égal à celui de son incidence *MNP*.

Ex-

EXPLICATIONS.

En expliquant ci-dessus les causes de la refraction, nous avons fait connoître que la résistance du milieu contre une boule qui se meut en ligne droite, s'exerce sur la moitié de la surface sphérique *NOn*, *Fig.* 3. Nous avons fait voir aussi en expliquant la seconde expérience, que quand cet hémisphère vient à toucher en même tems deux milieux dont l'un résiste plus que l'autre, le corps entier dont il fait partie se porte davantage du côté du plus foible. De-là il suit que cette déviation doit être d'autant plus grande, que les fluïdes résistans diffèrent plus entre eux, & que le plus foible des deux occupe une plus grande partie de l'hémisphère *PROQN*, *Fig.* 5. La résistance de l'air est très petite, ou dure très peu en comparaison de celle de l'eau ; & quand la balle de plomb est dirigée par une ligne fort inclinée, comme dans notre expérience, on peut voir par la *Figure* que la partie qui répond à l'air, est beau-

beaucoup plus grande que celle qui touche l'eau. Ainſi l'excès de réſiſtance de la part de ce dernier milieu, devient comme un point fixe qui refuſe le paſſage au mobile, aſſez longtems pour lui donner lieu de continuer ſon mouvement dans l'air, qui lui cède très promtement.

Juſqu'ici l'on voit aſſez bien pourquoi la balle n'entre point dans l'eau, & par quelle raiſon elle achève ſon mouvement dans l'air, après avoir touché par une direction fort oblique le milieu le plus réſiſtant. Mais il faut convenir que ce que nous avons dit, ne ſuffit pas pour faire entendre ce qui la détermine à remonter de bas en haut, par une autre direction oblique, qui ſe trouve dans le même plan que celle de ſon incidence. Car de ce qu'elle doit achever ſon mouvement dans l'air, il ne s'enſuit pas qu'elle ſoit obligée de s'élever après avoir deſcendu : s'il n'y avoit aucune cauſe pour produire cet effet, il paroit qu'on ne devroit s'attendre qu'à voir gliſſer ou rouler cette balle ſur la ſurface de l'eau, quand une fois elle y ſeroit parvenue, & qu'il

lui

lui resteroit assez de vitesse pour rendre l'effet de sa pesanteur insensible. En un mot, tout ce que peut faire la résistance de l'eau, c'est d'interdire le passage au mobile: mais en ne considérant en elle qu'un obstacle invincible, on ne voit pas qu'elle puisse déterminer à monter, ce qui jusqu'au point de contact est bien déterminé à descendre. Il y a donc quelque chose de plus à considérer, soit dans l'eau qui réfléchit, soit dans la balle qui souffre cette réflection, ou bien dans l'une & dans l'autre, rélativement aux circonstances où elles se trouvent dans notre expérience. Mais comme ce qui se passe ici à la rencontre d'une surface fluïde dans le cas d'une incidence fort oblique, arrive toujours quand un mobile tombe sur un plan solide à telle inclinaison que ce soit, nous remettons à en examiner la cause, en parlant du mouvement réfléchi dans la Section suivante: il nous suffira pour le présent, d'avoir fait connoître qu'il y a telle obliquité d'incidence, où la surface de l'eau se comporte à l'égard d'une balle de plomb, ou de tout au-

tre

tre corps dur, comme un plan ſolide & impénétrable.

APLICATIONS.

L'expérience que nous venons d'expliquer, doit ſervir de règle à ceux qui tirent dans l'eau. S'ils ne tirent pas de fort près ou d'un lieu élevé, la direction du coup peut devenir trop oblique, & le plomb pourroit bien ne pas entrer dans l'eau. Telle perſonne qui ſe croiroit en ſureté ſur le rivage oppoſé, courroit riſque d'être bleſſée; & c'eſt toujours une précaution fort ſage, de ne ſe point rencontrer dans le plan de la réflection. Dans un combat naval, combien de boulets de canon voit-on ſe relever ainſi après avoir touché la mer, & faire par un mouvement réfléchi, ce qui ſembleroit devoir manquer par leur prémière direction!

Mais ſans aller chercher des exemples ſi terribles, un Jeu d'enfans que tout le monde connoit ſous le nom de *Ricochets*, nous montre la même choſe avec moins de danger. Une pierre un peu tranchante par les bords,

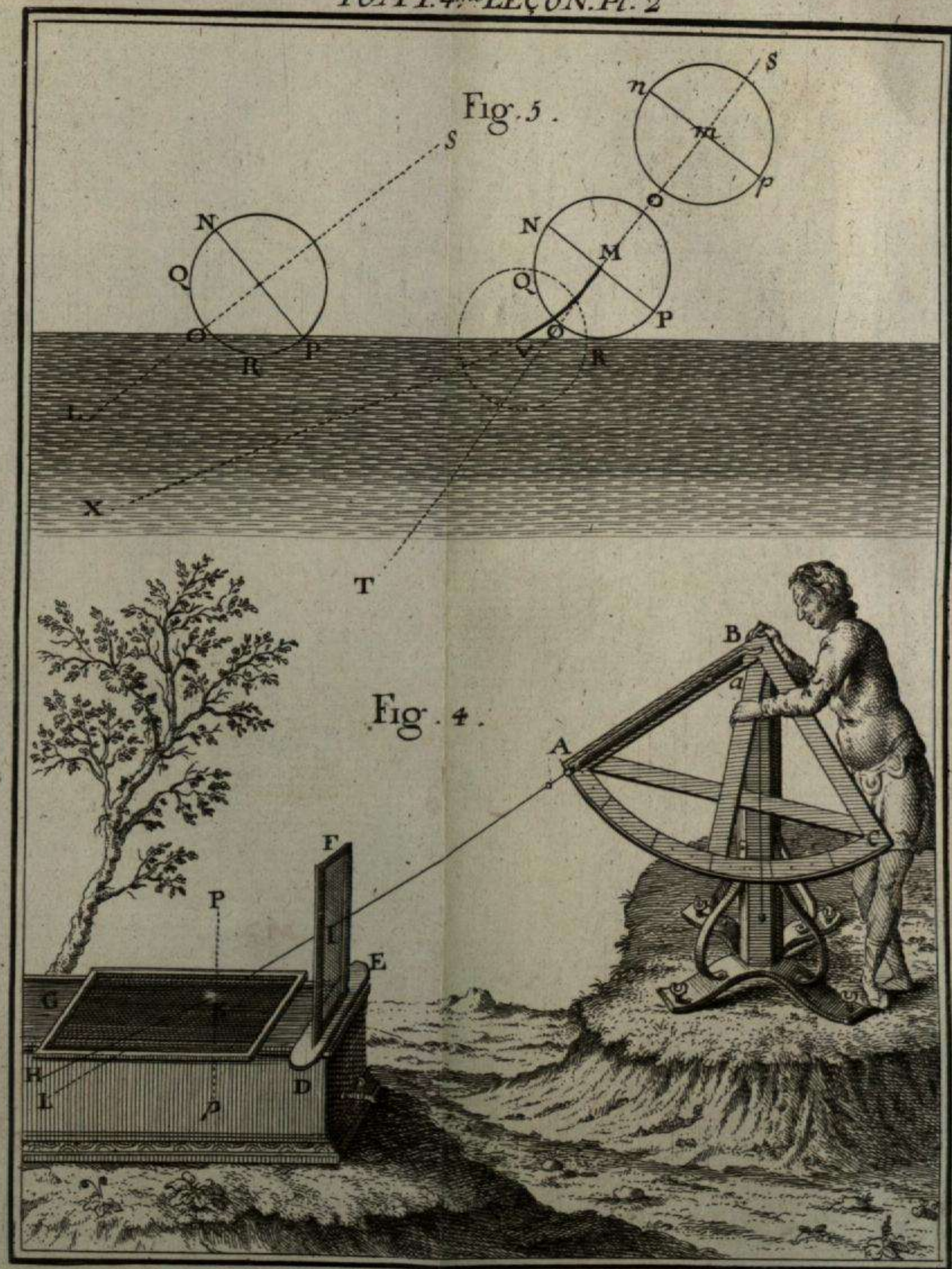


Fig. 5.
S
N
Q
O
R
P
L
X
T
n
m
p
M
Fig. 4.
A
B
a
C
F
E
G
H
D

bords, plus épaiſſe du milieu, & lancée fort obliquement à la ſurface de l'eau, ſe relève du point de contact, par les raiſons que nous avons rapportées ; & ſi elle a reçu une quantité ſuffiſante de mouvement, lorſque ſon propre poids la détermine de nouveau dans une incidence oblique, il donne occaſion à une nouvelle réflection, qui ſe réitère ſouvent cinq ou ſix fois de ſuite.

Des expériences que j'ai répétées avec ſoin, mais que je n'ai point encore eu occaſion de faire aſſez en grand, pour établir une théorie exacte & détaillée, m'ont déjà confirmé dans l'opinion où je ſuis, que la ſurface de l'eau ne commence point à réfléchir ſous le même angle, ou à pareille obliquité d'incidence, toutes ſortes de corps indifféremment. J'ai remarqué qu'une balle de 6 lignes de diamètre entroit dans l'eau, quand ſa direction faiſoit un angle de 6 degrés avec la ſurface, tandis qu'une plus groſſe, à pareille incidence, étoit réfléchie: & je ne doute pas qu'un boulet de canon ne le ſoit ſous un angle beaucoup plus ouvert, & que cela

ne

ne varie autant que le diamètre des boulets. Car la réſiſtance de l'eau eſt d'autant plus grande, que les parties choquées ſont en plus grand nombre. Quand un mobile ſphérique tombe ſur ſa ſurface, & vient à la toucher avec un mouvement conſidérable, on ne doit point croire que ce ſoit par un ſeul point, c'eſt toujours par un ſegment, & ce ſegment éprouve d'autant plus de réſiſtance, qu'il fait partie d'une ſphère plus grande; parce qu'aiant plus d'étendue avec moins de convexité, il heurte plus directement, & un plus grand nombre de parties d'eau.

Après avoir examiné les changemens qui arrivent à la direction d'un mobile, quand il rencontre un obſtacle qu'il peut pénétrer, ou dans lequel il peut continuer ſon mouvement, voyons maintenant ce qui arrive à ce même mobile, quand l'obſtacle eſt un corps ſolide qui lui refuſe le paſſage.

Fig. 6.

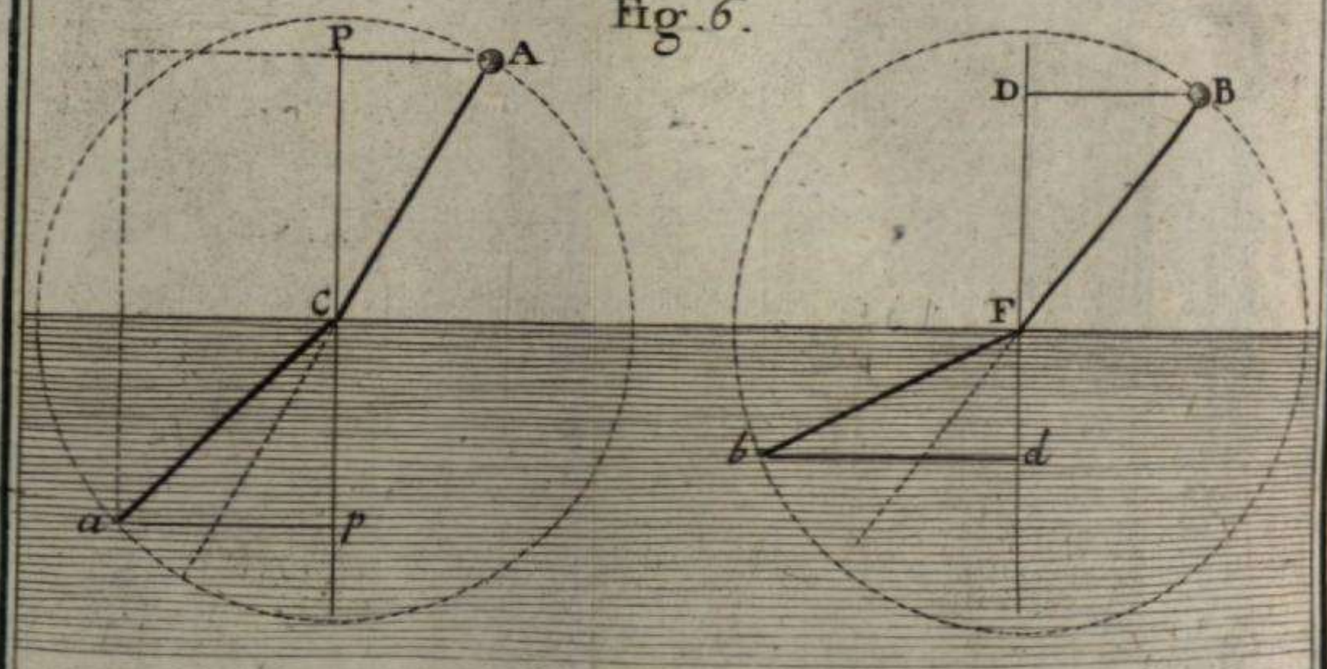
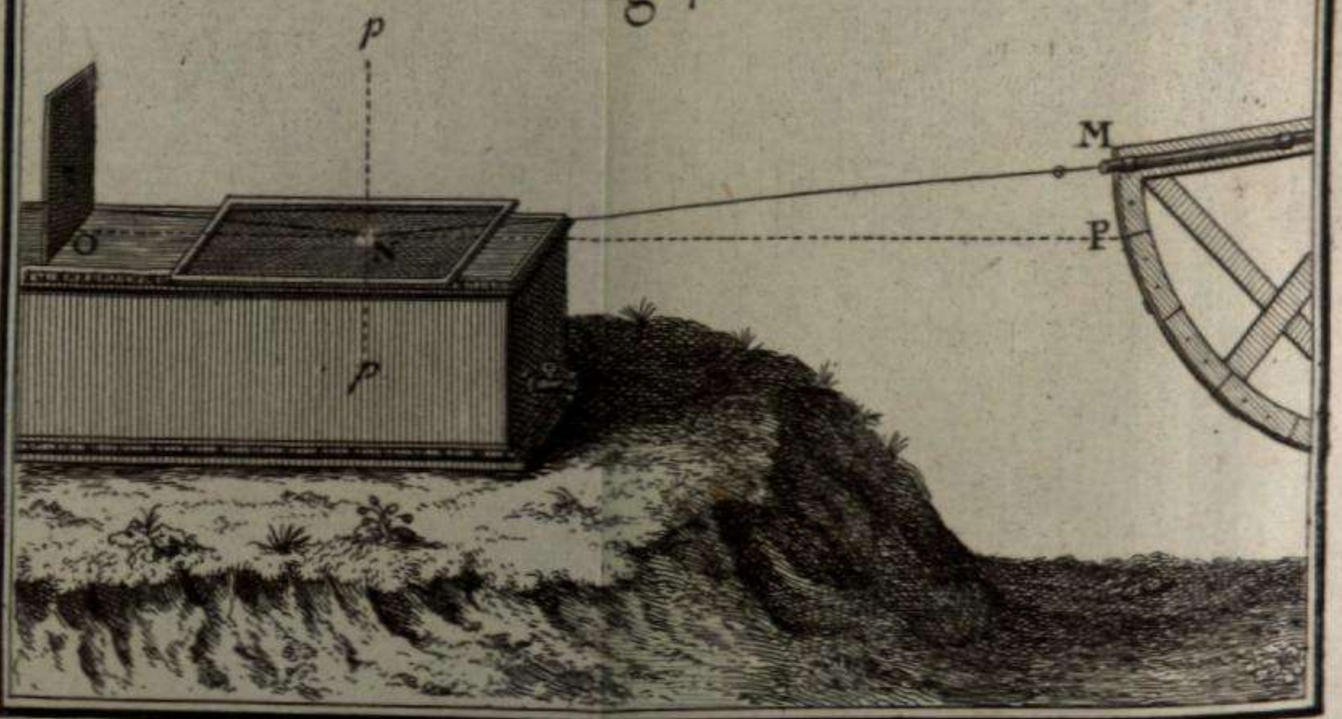


Fig. 7.



II. SECTION.

Du Mouvement réfléchi.

NOUS avons ſuppoſé dans la Section précédente, que ce qui tendoit à changer la direction du mobile, étoit une matière qu'il pouvoit pénétrer, & dans laquelle il avoit la liberté de continuer ſon mouvement d'une manière aſſez conſidérable, pour donner lieu d'appercevoir s'il obéiſſoit à une nouvelle détermination. Maintenant nous ſuppoſons un obſtacle invincible, une maſſe inébranlable qu'il ne puiſſe déplacer, ni entre-ouvrir, pour paſſer outre. Je dis, pour paſſer outre; car comme il n'y a point de matière parfaitement dure, & dont les parties ne cèdent à une force ſuffiſante, lorſqu'un corps en choque un autre, quand même ce dernier ne pourroit être déplacé à cauſe de ſa grandeur, il ſe fait toujours un enfoncement à l'endroit du contact; & ſi cet enfoncement eſt tel que le mobile s'introduiſe dans la maſſe,

comme lorſqu'un boulet de canon s'enterre, ou qu'on tire une balle de mouſquet dans du ſable ou dans de la neige accumulée, alors l'obſtacle enfoncé devient un nouveau milieu, & s'il y a refraction, elle ſe fait ſelon les loix que nous avons établies ci-deſſus.

L'obſtacle, ou le corps choqué, étant donc tel qu'on le ſuppoſe, inébranlable quant à ſa maſſe totale, mais flexible quant à ſes parties, il eſt queſtion de ſavoir comment le mobile ſera dirigé après le choc.

Mais avant que de répondre à cette demande, il eſt à propos d'examiner ſi le corps qui choque, continuera de ſe mouvoir; car s'il devoit reſter ſans mouvement, envain chercheroit-on quelle doit être ſa direction; & il y a bien des cas où l'obstacle le réduit au repos, ſans lui rien rendre de ce qu'il lui a fait perdre.

Pour fixer nos idées, repréſentons-nous une bille d'acier lancée contre une muraille; & pour plus de ſimplicité, regardons le corps choquant comme parfaitement dur, & ne conſidérons que la flexibilité du corps cho-

choqué. Au prémier inſtant du contact la bille exerce, contre un très petit eſpace de la pierre qu'elle rencontre, un effort qui eſt comme ſa maſſe & ſa viteſſe actuelle. Ce petit nombre de parties ainſi comprimées par l'acier, cèdent à ſon mouvement, reculent ſur les parties les plus prochaines, & celles-ci ſur d'autres; la pierre ſe condenſe en cet endroit, & il ſe fait un petit enfoncement : mais cet effet ne ſe produit pas avec une viteſſe égale à celle qu'avoit le mobile au moment qu'il a commencé à toucher; car ce qui a été déplacé, a réſiſté, & toute réſiſtance (quoique vaincue) détruit une partie de la force qui la fait céder : ainſi à la fin du prémier inſtant la bille d'acier ſe trouve retardée, & ſon effort au commencement du ſecond inſtant eſt moindre qu'il n'étoit d'abord.

Mais comme les parties choquées pendant le prémier inſtant, ont cédé en arrière, leur introceſſion, ou enfoncement, a donné lieu à la bille d'acier de toucher la pierre par une plus grande ſurface. Le mobile perdra donc plus de ſa viteſſe pendant le ſe-

cond inſtant que pendant le prémier: 1. parce qu'il aura plus de parties à repouſſer: 2, parce que celles du milieu qui ont été enfoncées précédemment, réſiſtent davantage qu'elles n'ont pu faire pendant le prémier instant; car alors la matière choquée étoit moins condenſée, & le corps choquant avoit plus de mouvement.

On voit par l'examen de ces deux prémiers inſtans, que la bille d'acier, en formant un enfoncement dans la pierre, doit diminuer de viteſſe par des quantités qui vont toujours en augmentant; puiſque les parties qui reçoivent ſon effort, ſe multiplient à chaque inſtant, & que ſe trouvant de plus en plus appuyées par celles de derrière, leur réſiſtance commune croît pour le moins en raiſon de ces deux cauſes.

La viteſſe du mobile a beau être retardée uniformement, ou non, cette diminution ne doit point empêcher qu'il ne perſévère dans ſa prémière direction, tant qu'il lui reſte du mouvement: ainſi l'enfoncement qui ſe fait dans la pierre, n'eſt achevé que quand la bille ceſſe de ſe mouvoir;

voir ; & réciproquement on peut conclure qu'elle eſt réduite au repos, quand les parties de la pierre ne cèdent plus : deſorte que s'il ne ſe trouve alors quelque nouvelle cauſe pour rétablir le mouvement dans la bille, comme elle a conſommé entièrement celui qu'elle avoit reçu dans ſa prémière détermination, on ne voit pas qu'elle puiſſe ſe mouvoir davantage : & en effet l'expérience fait voir qu'elle ne ſe meut plus ; car ſi l'endroit de la muraille qui eſt expoſé au choc, eſt de la pierre tendre, ou du plâtre, la bille demeure dans le trou qu'elle a fait, ou bien elle retombe par ſon propre poids, ſi rien ne l'arrête.

Il n'en eſt pas de même ſi le mobile rencontre pour obſtacle une pierre dure, on le voit rejaillir après le choc, & dans un ſens différent de ſa prémière direction : ce mouvement ſe nomme *réfléchi*. Voyons donc quelle en eſt la cauſe, & quelles ſont les loix qui le dirigent.

Dans la pierre, comme dans le plâtre, il ſe fait pendant le choc un enfoncement qui ne diffère que du plus au moins. Mais quand l'obſtacle eſt

élaſtique, que les parties enfoncées ont la vertu de ſe rétablir dans le lieu & dans l'ordre où elles étoient avant leur déplacement, il eſt aiſé de voir pourquoi le corps choquant recommence à ſe mouvoir, & ce qui le détermine dans une direction différente de celle qu'il avoit d'abord : car ces parties enfoncées en ſe rétabliſſant, repouſſent le mobile devant elles, & tendent à le diriger comme elles le ſont elles-mêmes.

Mais tous les corps élaſtiques ne le ſont pas également, & l'on peut dire qu'on n'en connoit aucun qui le ſoit parfaitement : nous le ſuppoſerons cependant pour rendre notre théorie plus ſimple, & nous conſidèrerons d'abord le choc direct, c'eſt-à-dire, celui d'un mobile dirigé perpendiculairement à la ſurface de l'obſtacle.

En ſuppoſant que l'obſtacle *DE*, *Fig.* 8. eſt un corps dont l'élaſticité eſt parfaite, le point de contact *A*, porté en *B* par l'effort du mobile *C*, doit revenir de *B* en *A*, avec une viteſſe égale à celle avec laquelle il avoit été déplacé. Le corps *C*, qu'il chas-

chaſſe devant lui, parcourt en même tems le même chemin ; & lorſque par cette réaction il eſt redevenu tangent à la ſurface *D E*, il ſe trouve qu'il a pour aller d'*A* en *F*, le même degré de mouvement qu'il avoit lorsqu'en arrivant d'*F* en *A*, il a commencé l'enfoncement *d B e*. Ainſi l'obſtacle dont le reſſort ſeroit parfait, rendroit au mobile, par une réaction complette, tout le mouvement qu'il lui auroit fait perdre dans le tems de la compreſſion. Il s'agit maintenant de règler la direction de ce mouvement réfléchi.

En expliquant la refraction, * nous avons fait voir que quand le mobile *M* tombe perpendiculairement ſur le milieu refringent, il ne quite point la ligne de ſa prémière direction, & qu'après comme avant l'immerſion il tend au même terme; parce que toutes les parties de ſon hémiſphère antérieur ſont également ſoutenues par la réſiſtance du fluïde, & qu'il n'y a aucune cauſe qui favoriſe ou qui rallentiſſe ſon mouvement plus d'un côté que de l'autre. Par une raiſon ſemblable, ſi la ſurface *D E* eſt

* *Pag.* 268. *Fig.* 3.

ſolide & parfaitement élaſtique, le mobile qui vient d'*F* en *A*, après avoir formé l'enfoncement *d B e*, ſera renvoyé dans la même ligne exactement & vers le point *F*, parce que les parties correſpondantes *G*, *H*, obéiſſent à des réactions parfaitement ſemblables, dont l'équilibre entretient néceſſairement le centre *C* dans une ligne qui a pour termes *A*, *F*.

*Pag. 275. Fig. 5. Nous avons encore prouvé * que dans le cas de l'immerſion oblique, le mobile abandonne ſa prémière direction, & nous en avons fait voir la cauſe dans l'inégalité des réſistances qui agiſſent ſur les points *P*, *R*, *O*, *Q*, *N*, pendant que cet hémiſphère ſe plonge dans le milieu refringent. Nous avons remarqué auſſi que cette déviation du mobile étant cauſée par des retardemens qui vont toujours en augmentant jusqu'à ce qu'il ſoit plongé, le centre *M* ſuit une petite courbe *MV*.

La même choſe arrive, & par des raiſons ſemblables, lorſqu'un corps ſphérique tombe obliquement ſur un plan ſolide & à reſſort. *Fig.* 9. Les parties enfoncées ſont autant de petits

reſſorts

reſſorts qui ont été tendus par l'effort du mobile, & qui rallentiſſent de plus en plus ſa viteſſe, juſqu'à ce qu'enfin il ait conſommé tout le mouvement qu'il avoit lorſqu'il a commencé à toucher la ſurface du plan en *I*. De-là vient la petite courbe *i l*, que décrit le centre du mobile; & il eſt évident que ſi ce plan enfoncé finiſſoit au point *L*, la bille s'échapperoit par la ligne *L M*, & ſon centre ſuivroit par conſéquent la parallèle *l m*.

Mais comme pendant l'enfoncement elle touche le plan par une ſurface, & non par un point, & que tous les reſſorts qu'elle a tendus ſe déploient ſucceſſivement, & ſelon l'ordre dans lequel ils ont été comprimés, il s'enſuit ce double effet. 1. Elle reprend ſon prémier degré de mouvement, parce qu'elle eſt repouſſée avec autant de force qu'elle a comprimé. 2. Elle remonte par une courbe *MP*, *Fig.* 10. ſemblable à celle qu'elle a ſuivie en faiſant ſon enfoncement; parce que les reſſorts qu'elle a tendus, ſe débandent contre ſa partie poſtérieure, & lui donnent une viteſſe qui s'accélère depuis

M jusqu'en *P*, de-même que celle qu'elle avoit d'abord a été retardée depuis *I* jusqu'en *M*. Ainsi comme l'extrémité *I* de la ligne de son incidence a été le commencement de la prémière courbe, celle de sa réflection *P Q* est la continuation de la seconde, & de cette manière l'angle *R M Q* devient égal à *S M T*.

L'égalité des angles d'incidence & de réflection se démontre d'une manière plus géométrique, en supposant un principe que nous prouverons ci-après, en parlant du mouvement composé, savoir, que le mobile qui parcourt la ligne *T M* se comporte comme s'il obéissoit à deux puissances, dont une lui auroit donné la vitesse nécessaire pour parcourir la ligne *T V*, pendant que l'autre le feroit descendre de la hauteur *T S*. Si, lorsqu'il est parvenu en *M*, une cause quelconque anéantit son mouvement de haut en bas, sans rien diminuer de celui qui le transporte horizontalement, il est évident que dans un tems semblable à celui qu'il a employé pour venir de *T* en *M*, il ira d'*M* en *R*, n'étant plus commandé

que

que par une ſeule puiſſance. Mais au-lieu de cette ſuppoſition, ſi lorſque le mobile eſt en *M*, la puiſſance qui le commandoit de haut en bas ſe trouve tout d'un coup convertie en une autre d'égale force, mais qui le ſollicite à ſe mouvoir de bas en haut, il remontera ſans doute par *M Q*, avec le même degré de viteſſe qu'il avoit en deſcendant par *T M*. Or nous avons vu précédemment, comment de ces deux mouvemens dont l'incidence oblique eſt compoſée, celui qui eſt perpendiculaire au plan, s'anéantit dans le mobile, & ſe change, à pareil degré, en un autre qui eſt oppoſé dans la même ligne.

Juſqu'ici nous avons ſuppoſé le mobile inflexible, & nous n'avons conſidéré que le reſſort du plan qui réfléchit: mais il eſt aiſé de concevoir que les mêmes effets auroient lieu, ſi le plan étoit parfaitement dur, & que la bille fût un corps à reſſort; car dans le choc elle s'aplatiroit, & les parties enfoncées, en ſe rétabliſſant, s'appuyeroient ſur le plan, & repouſſeroient le mobile avec la même viteſſe avec laquelle elles auroient

été comprimées, & dans un ſens contraire.

A-la-vérité ni l'une ni l'autre de ces deux ſuppoſitions ne repréſentent la Nature; car ſi l'on ne connoit pas de corps dont le reſſort ſoit parfait, on ne voit pas non plus de corps ſolides qui en ſoient entièrement privés. Ainſi toutes les fois qu'il y a réflection, on peut dire que le mobile & l'obſtacle y ont tous deux part, ſelon leur degré d'élasticité.

Il peut même arriver qu'un troiſième, preſſé entre l'un & l'autre dans le tems du choc, entre pour quelque choſe dans le mouvement réfléchi, en faiſant l'office d'un reſſort qui ſe débande d'une part contre le plan, & de l'autre contre le mobile; & alors, ſoit que l'incidence ſoit directe, ſoit qu'elle ſoit oblique, on doit encore en attendre tout ce qui a été énoncé ci-deſſus, lorſque nous n'avons ſuppoſé du reſſort que dans l'obſtacle ou corps choqué.

Il paroit donc que les choſes les plus importantes à ſavoir touchant le mouvement réfléchi, peuvent ſe réduiſ-

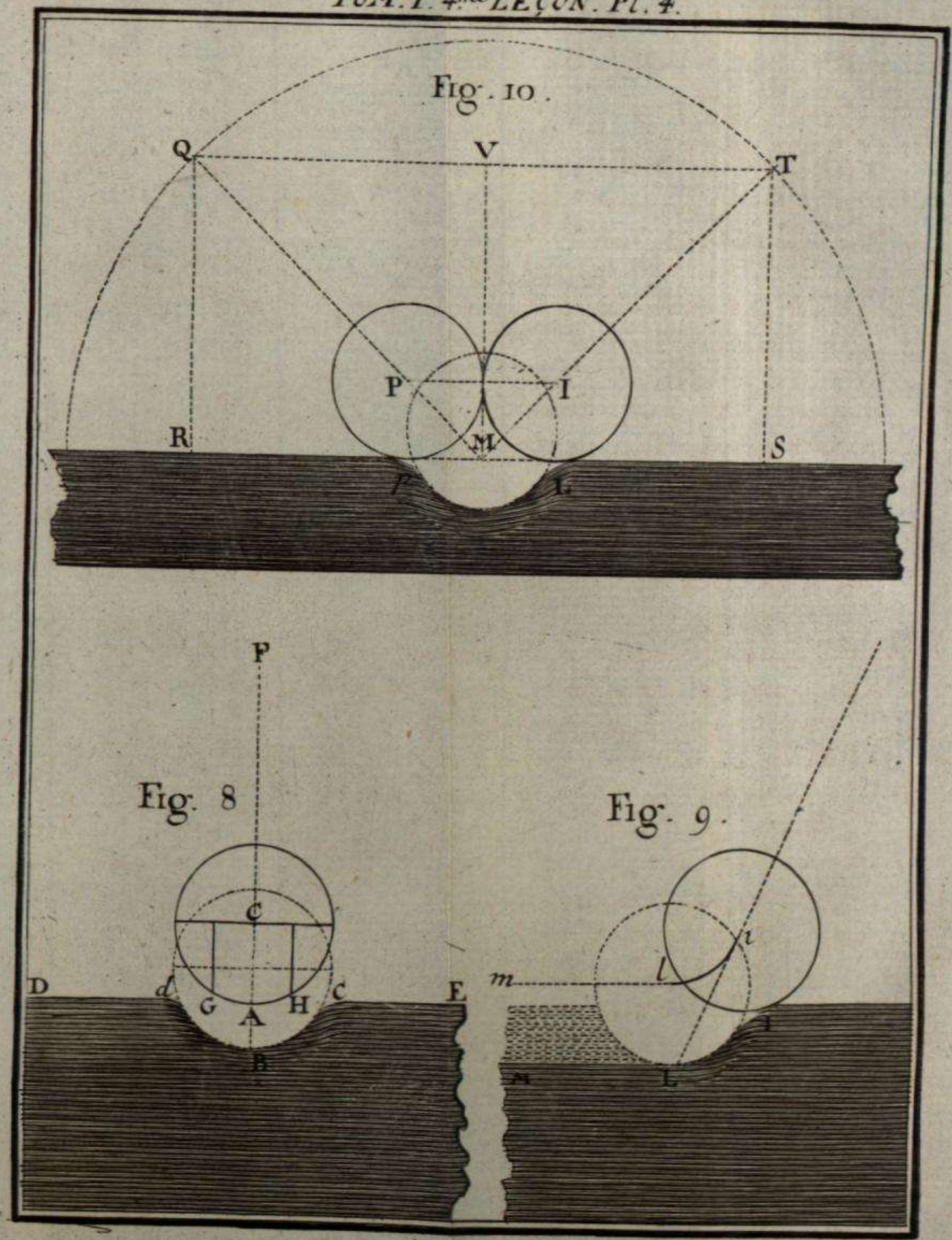


Fig. 10.
Q
V
T
P
I
R
M
S
r
L
F
Fig. 8
C
D
d
G
A
H
C
E
B
Fig. 9.
m
l
i
I
L

réduire à ces deux chefs. 1. Que le reſſort eſt la cauſe néceſſaire de la réflection. 2. Que la direction du mouvement réfléchi eſt telle, que l'angle de réflection eſt égal à celui de l'incidence du mobile, lorſque la réaction eſt parfaite.

Quoique ces deux propoſitions ne puiſſent ſe prouver par des expériences rigoureuſement exactes, parce que nous ne connoiſſons aucun corps ſolide qui ait un reſſort parfait, ou qui n'en ait pas du tout; & que d'ailleurs la peſanteur du mobile & la réſiſtance de l'air détruiſent une partie des effets; cependant on peut faire ſentir ce qui doit être, en faiſant voir par des à-peu-près ce qui eſt. Nous aurons ſoin de remarquer ce qui ſe mêlera d'étranger dans les faits, & le reſtant nous repréſentera ſuffiſamment ce que nous venons d'enſeigner.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La Machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 11. doit être placée de manière

re que ſa baſe ſoit dans un plan horizontal. *AB* eſt une cuvette qui a environ un pouce de profondeur: on la remplit de terre-glaiſe que l'on a mêlée avec du ſable fin, en telle quantité qu'elle ſoit très flexible, ſans être cependant trop viſqueuſe. Cette cuvette ſe peut mouvoir ſur un pivot qui eſt au point *A*, & elle s'arrête à tel degré d'inclinaiſon que l'on veut, par le moyen d'une agrafe & d'une vis qui eſt en *B*. *C* eſt un petit canon de cuivre fixé à un coulant à reſſort, qui gliſſe dans une rainure à jour pratiquée au bras de la potence, & par lequel on fait paſſer une balle de plomb calibrée.

EFFETS.

Quand on laiſſe tomber la balle de plomb par le petit canon *C*, ſoit qu'elle arrive perpendiculairement à la ſurface de la cuvette, ſoit que cette cuvette ſe préſente obliquement à ſa chute, il ſe fait un enfoncement dans la terre molle, & la balle y perd tout ſon mouvement.

Ex-

EXPLICATIONS.

Quand la balle en tombant a commencé à toucher la terre molle, elle avoit une certaine quantité de mouvement: c'eſt aux dépens de ce mouvement, qu'elle a déplacé une portion de la matière flexible. Elle a donc dû ceſſer de ſe mouvoir, quand les parties qu'elle a rencontrées en repos dans ſa direction, ont été portées auſſi loin que l'exigeoit la valeur de ſon effort; & elle n'a pas dû ceſſer plutôt, parce qu'un corps en mouvement ne peut être réduit au repos, que par un obſtacle dont la réſiſtance égale le produit de ſa force.

Que la balle tombe perpendiculairement ſur un plan incliné à l'horizon, comme dans l'une des deux expériences précédentes, ou bien qu'elle vienne par une ligne oblique contre un plan horizontal, comme le repréſente la *Figure* 12, c'eſt abſolument la même choſe quant à l'effet qui doit s'enſuivre; & ſi le plan eſt flexible & ſans reſſort, comme nous le ſuppoſons, le mouvement de la balle doit s'y conſommer entièrement,

ment, auſſi-bien que dans le cas précédent ; car la direction oblique ne change rien à ce que nous avons dit pour la chute perpendiculaire ; elle ne pourroit tout au plus qu'occaſionner une petite refraction que nous négligeons, parce que nous ſuppoſons l'enfoncement peu conſidérable ; mais elle n'a rien par elle-même qui puiſſe remettre le mobile au-deſſus du plan qu'il a une fois touché.

APLICATIONS.

Les corps ſans reſſort, ou dont l'élaſticité eſt fort imparfaite, ſont plus propres que d'autres à rompre les efforts violens, parce qu'ils retardent par degrés la viteſſe du mobile, & qu'ils le réduiſent au repos en cédant de plus en moins. Pour bien entendre ceci, il faut faire attention qu'il n'y a nul mouvement, ſi promt qu'il puiſſe être, qui n'emploie un tems fini. Ainſi quand le corps *M*, *Fig.* 13. deſcend par la ligne *DE*, pour faire la place de ſon hémiſphère dans la terre molle, quoiqu'à nos ſens cet effet paroiſſe ſe paſſer dans un instant indiviſible, il faut pourtant con-

concevoir le tems de cet enfoncement comme partagé en plusieurs instans égaux, pendant lesquels le mobile déploie sa force contre les parties qui cèdent. Mais cette force diminue à chaque instant, & elle diminue par des quantités qui croissent beaucoup plus que les tems; car au second instant les résistances sont en plus grand nombre que dans le prémier, puisque l'hémisphère plus enfoncé présente une plus grande surface à la terre molle qu'il faut repousser; & les parties déjà comprimées s'opposent davantage à leur déplacement. On peut donc considérer les trois espaces D, F, E, comme les produits de trois instans égaux, pendant lesquels le corps M a consommé toute sa vitesse en parcourant la ligne DE.

Tous les obstacles qui cèdent ainsi, partagent l'effort du mobile, & arrêtent comme en plusieurs fois une puissance qui ne manqueroit pas de les forcer, si toute son action étoit réunie dans un tems plus court. Un tambour résisteroit-il à un seul coup qui égaleroit en force la somme des coups

coups de baguettes qu'il reçoit en une heure ? Une planche de chêne arrête-t-elle une balle de mousquet, qu'un sac rempli de laine ne manque point d'amortir ?

C'est par une semblable raison, qu'on n'est point blessé par la chute d'un corps dur qu'on reçoit dans sa main, pourvu que la main cède pendant quelques instans, au-lieu de se roidir contre. On risqueroit de rompre la corde, quand on arrête un bateau que le courant de la rivière emporte, si l'on ne prenoit la précaution de la filer peu à peu pour vaincre l'effort par degrés.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On se sert pour cette expérience de la même machine qui a servi pour la précédente, & qui est représentée par la *Figure* 11. Au-lieu de la cuvette pleine de terre molle, on y place une tablette de marbre noir bien polie, & enduite d'une très légère couche d'huile ; & la balle qu'on fait tomber par le petit canon de cuivre, est d'ivoire.

EFFETS.

Quand on laiſſe tomber la balle d'ivoire perpendiculairement ſur le marbre, après avoir touché le plan, elle remonte par la même ligne qu'elle a ſuivie en tombant, mais moins haut que le lieu d'où elle eſt deſcendue, & l'on remarque ſur la tablette une tache ronde qui a environ une ligne de diamètre.

EXPLICATIONS.

Ce que l'on a dit ci-deſſus en établiſſant la queſtion du mouvement réfléchi, ſuffit pour expliquer le fait que nous venons de rapporter : la tache qu'on trouve ſur le marbre, prouve bien que dans le choc il y a eu compreſſion de parties dans l'un des deux corps, & vraiſemblablement dans tous les deux, comme on l'a fait voir en parlant du Reſſort : & comme après l'expérience on retrouve les ſurfaces dans le même état où elles étoient avant le contact, il eſt indubitable qu'elles ſe ſont rétablies ; & nous avons fait voir que ce rétabliſſement, s'il étoit parfait, ſe-

roit

roit suffisant pour rendre au mobile dans un sens contraire, tout le mouvement qu'il avoit consommé en suivant sa prémière direction. Si cet effet n'a pas lieu, c'est que la résistance de l'air s'y oppose d'une part, & qu'on a raison de croire que l'ivoire & le marbre ne se rétablissent pas avec la même vitesse avec laquelle on peut les comprimer.

APLICATIONS.

Un corps à ressort que l'on a comprimé, & qui a la liberté de se remettre, ne revient à son prémier état qu'après un certain nombre de balancemens, qu'on nomme *vibrations*, & qu'il est facile d'appercevoir dans une lame d'acier, dans une corde de clavecin, dans une branche d'arbre, &c. que l'on a pliée, & qu'on abandonne à elle-même. Ce mouvement qui ramène le corps élastique au-delà du lieu de son repos, vient de ce que la partie comprimée en se rétablissant, reprend le même degré de vitesse qu'elle a reçu au prémier instant du choc, & dans un sens contraire, comme nous l'avons expliqué *page* 294.

294. Prenons pour exemple une corde de viole ou de clavecin, *Fig.* 14. tendue entre deux points fixes *G*, *H*, & contre laquelle on fait heurter un corps ſolide avec une quantité de mouvement ſuffiſante pour la mener du point *I* au point *K*. Cette percuſſion allonge la corde; car il eſt évident que la ſomme des deux longueurs *GK* & *HK*, eſt plus grande que *GH*. Si elle eſt libre de ſe remettre, ſon reſſort ramènera le point *K* en *I*, & alors elle aura dans la direction *IL* une viteſſe égale à celle que lui avoit fait prendre la percuſſion pour aller en *K*. Cette viteſſe doit avoir ſon effet; elle doit tranſporter le point *I* vers *L*, juſqu'à ce que des réſiſtances ſuffiſantes l'aient fait ceſſer. Mais ſi le milieu de la corde ſe meut ainſi, les parties qui la compoſent de part & d'autre doivent s'allonger, & leur réſiſtance affoiblira de plus en plus ce mouvement; il finira enfin, quand toute la viteſſe de la réaction ſera conſommée: & l'on voit que ſi la corde en revenant de *K* en *I*, ſe trouve avoir le même degré de viteſſe qu'elle avoit reçu par le

choc

choc pour descendre en *K*, la ligne *IL* doit devenir égale à *IK*. Si les ressorts étoient parfaits, & que leurs vibrations se fissent dans un milieu non résistant, ces sortes de mouvemens seroient perpétuels. Car lorsque la corde, en vertu de sa réaction, est parvenue en *L*, elle a le même degré de tension qu'elle avoit, lorsqu'elle étoit comprimée au point *K*; & par conséquent elle auroit la force nécessaire pour y retourner à la seconde vibration. On en pourroit dire autant de la troisième, & d'une infinité d'autres; mais la réaction n'étant jamais complette par les raisons que nous avons dit, la seconde vibration a moins d'étendue que la prémière, & la troisième moins encore que la seconde, & ces diminutions laissent enfin reprendre à la corde son prémier état.

J'ai pris une corde pour exemple, afin de rendre cette explication plus sensible: mais on doit concevoir que la même chose arrive à tous les corps élastiques, à la différence près du plus au moins, selon la figure & la roideur de leurs parties. Ainsi la peau d'un

d'un tambour devient alternativement concave & convexe ; & la bille d'ivoire qui eſt tombée ſur un marbre, ne reprend ſa figure ſphérique, qu'après avoir été quelque tems un ellipſoïde, dont le grand diamètre eſt de deux fois une, horizontal & vertical. *Fig.* 15.

C'eſt une choſe remarquable, que le même reſſort fait toutes ſes vibrations iſochrones, c'eſt-à-dire, dans des tems égaux, ſoit qu'elles ſoient petites ou grandes : & l'on a occaſion d'en voir la preuve, lorſqu'on met en jeu la machine * avec laquelle nous avons meſuré les frottemens. Car en comparant les vibrations du reſſort ſpiral avec les oſcillations d'un pendule à ſecondes, on remarquera très facilement, que la prémière & la trentième ſe font dans des tems ſenſiblement égaux.

* 3. *Leçon. Fig.* 9.

Il faut remarquer encore que les reſſorts tendus ſe rétabliſſent avec d'autant plus de viteſſe, qu'il a fallu plus de force pour les tendre : ainſi quand deux lames ſeroient également élaſtiques, ſi l'une des deux eſt plus flexible que l'autre, elle fera des vibra-

brations qui auront moins d'étendue, mais qui feront plus fréquentes, comme nous le ferons voir en parlant des Sons.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On emploie pour cette expérience la machine qui a ſervi dans la précédente, *Fig.* 11. mais au-lieu de laiſſer la tablette de marbre dans ſa ſituation horizontale, on l'incline comme la ligne *AD*, & l'on avance le petit canon *C* dans ſa couliſſe, de façon qu'il réponde directement au point *E*.

EFFETS.

Si la balle d'ivoire tombe ſur la tablette de marbre par la ligne *NE*, elle va par *EF* ſe loger dans une ouverture pratiquée à la pièce *G*, & dont la largeur eſt égale à ſon diamètre; & l'on peut remarquer à la ſurface du marbre une tache qui n'eſt point parfaitement ronde, comme dans l'expérience précédente, mais un peu oblongue, & ſituée de manière que ſon grand diamètre ſe trouve dans le plan de réflection.

Ex-

EXPLICATIONS.

Nous avons ſuffiſamment expliqué les cauſes du mouvement réfléchi, & l'expérience fait voir que l'angle de réflection *A E F*, eſt preſqu'égal à celui d'incidence *H E D*. Je dois donc moins m'arrêter à établir l'égalité de ces angles, qu'à faire connoître pourquoi celui de réflection n'eſt pas rigoureuſement ſemblable à l'autre dans le fait. Trois cauſes concourent à le rendre plus petit. 1. La balle qui choque, & le plan qui la renvoie, n'ont point un reſſort parfait : la réaction n'eſt donc pas complette. 2. L'air qu'il faut diviſer pour paſſer d'*E* en *F*, retarde un peu la viteſſe du mobile : il eſt donc plus longtems en chemin qu'il n'y devroit être, & ce retardement donne lieu au progrès d'une troiſième cauſe. Car 3. la peſanteur agit ſur la boule d'ivoire tant qu'elle parcourt *E F*, & la rappelle de haut en bas. C'eſt pourquoi, au-lieu de décrire une droite rigoureuſe, elle parvient en *G* par une courbe, dont l'extrémité eſt un

peu plus bas que la direction de ſon mouvement réfléchi.

Mais ſi l'égalité des angles n'a jamais lieu dans l'état naturel, n'entrevoit-on pas à travers ces obſtacles, qu'elle n'eſt pas moins une règle établie dans la Nature, & fondée ſur des loix généralement reconnues?

La petite tache oblongue que l'on voit ſur le marbre après le contact, eſt une preuve que la boule qui choque obliquement un obſtacle s'y enfonce par une ligne courbe, comme nous l'avons dit à la page 296, & qu'elle ſort de cet enfoncement par une pareille ligne: ainſi le grand diamètre de la tache oblongue eſt repréſenté par la ligne *p i*. *Fig.* 10.

APLICATIONS.

Le Jeu de billard, & celui de la paume, ſont preſqu'entièrement fondés ſur la règle que nous venons d'établir & de prouver: dans l'un c'eſt un mobile ſphérique, que l'on pouſſe le plus ſouvent contre un plan, ſuivant une direction oblique ou perpendiculaire: dans l'autre, c'eſt le plan même qu'on préſente au mobi-

le,

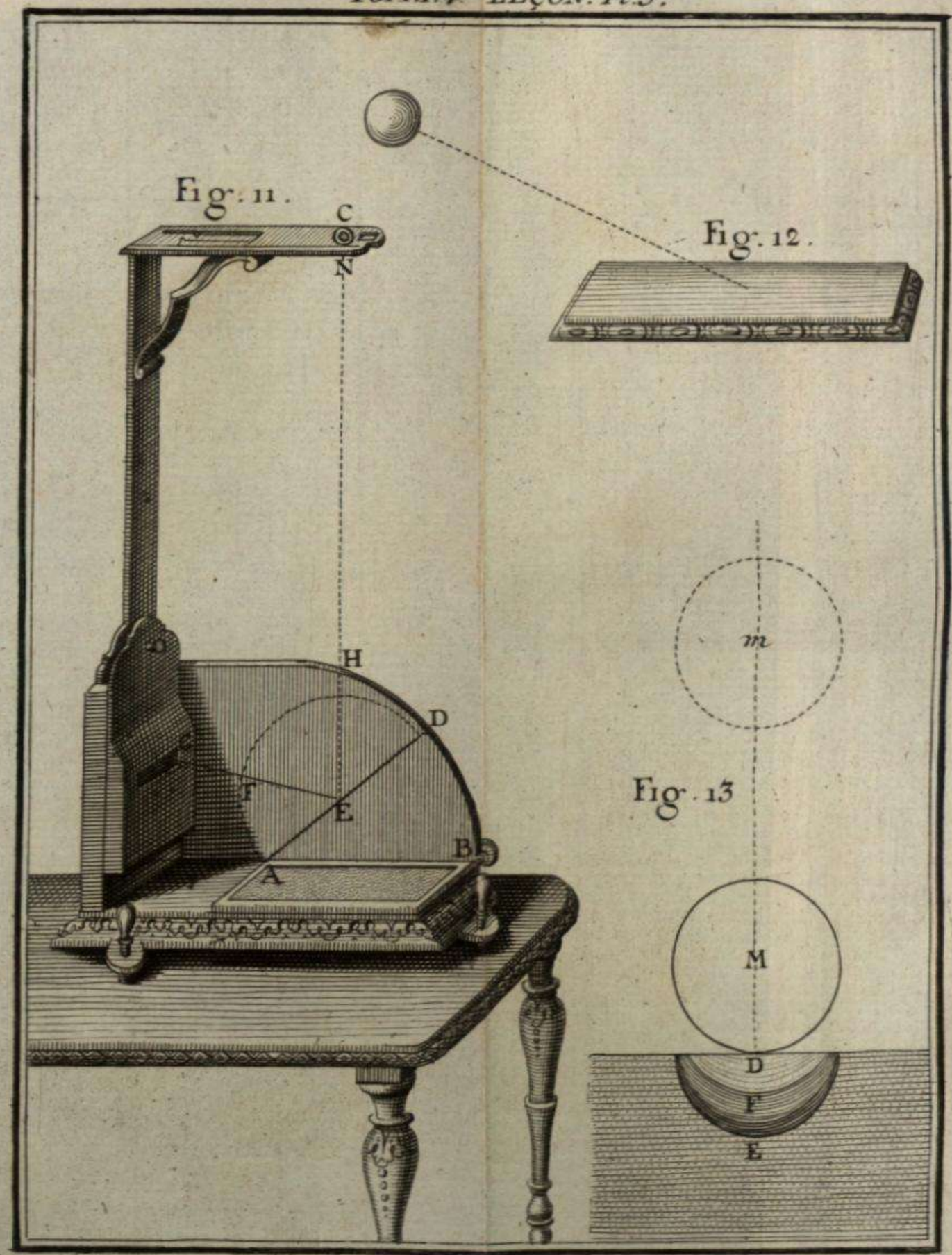


Fig. 11.
C
N
H
D
F
E
B
A
Fig. 12.
m
Fig. 13
M
D
F
E

le, ſous différens degrés d'inclinaiſon; & la principale choſe conſiſte à bien eſtimer le mouvement réfléchi, par l'angle d'incidence.

Lorſqu'un boulet de canon tiré horizontalement vient à toucher terre, il rebondit à pluſieurs repriſes, & l'on remarque ſur le terrain des traces beaucoup plus longues que profondes. C'eſt que le boulet s'enfonce, & ſe relève comme la bille de notre expérience, en ſuivant deux courbes qui ſe joignent au dernier degré de l'enfoncement, où nait la réflection. Et comme ſa viteſſe de haut en bas eſt beaucoup moindre que ſon mouvement horizontal, il parcourt une très grande longueur dans le tems qu'il deſcend à peu de profondeur; & de-là vient la grande différence qu'on remarque dans ces deux dimenſions, lorſqu'on examine les traces dont nous parlons.

III. SECTION.

De la Communication du Mouvement dans le Choc des Corps.

QUOIQUE les obſtacles ſolides qui arrêtent ou qui réfléchiſſent les corps qui ſe meuvent, n'aient leurs effets qu'en vertu du mouvement qui leur eſt communiqué par le mobile, & que cette communication ſe faſſe ſelon les règles que nous avons à établir dans cette Section ; cependant nous avons cru devoir traiter ſéparément de cette action des corps, conſidérée dans les cas où la maſſe choquée laiſſe appercevoir des marques de la percuſſion qu'elle ſouffre, par un déplacement ſenſible de tout ſon volume ; c'eſt-à-dire, qu'après avoir enſeigné ce qui arrive à un mobile, tant par rapport à ſa viteſſe que par rapport à ſa direction, de la part d'un obſtacle inébranlable, ou conſidéré comme tel, nous allons examiner les changemens dont l'une & l'autre

(la

(la viteſſe & la direction) ſont ſusceptibles, quand l'obſtacle eſt déplacé ou peut l'être par le choc. Et pour procéder du plus ſimple au plus composé, nous conſidèrerons prémièrement les effets de la percuſſion dans les corps mols, où la réaction n'a pas lieu, pour paſſer enſuite au choc des corps à reſſort.

Nous ſuppoſons toujours, pour rendre notre théorie plus ſimple & plus facile à ſaiſir, 1. Que les corps qui ſe choquent, ont un reſſort parfait, ou qu'ils n'en ont point du tout. 2. Que leur mouvement ſe fait dans un milieu ſans réſiſtance, & ſans frottemens; deſorte que la doctrine que nous allons expoſer ſeroit fauſſe, ſi les faits qu'elle annoncera, ſe trouvoient exactement repréſentés par l'expérience; puiſque les empêchemens dont nous faiſons abſtraction, entrent néceſſairement pour quelque choſe dans les réſultats. Ainſi nos preuves ne doivent paſſer pour justes, que quand elles paroîtront faire un peu moins que ce qu'on en aura attendu. Si, par exemple, le corps *A*, venant heurter le corps *B*, *Fig.*

16. faiſoit ſur lui toute l'impreſſion qu'il peut faire, en vertu du mouvement qu'il a en partant du point *a*, il auroit fait plus, puiſqu'il auroit encore vaincu les frottemens, la réſiſtance du milieu, &c. Il n'exercera donc ſur le corps *B*, qui eſt ſon dernier obſtacle, que ce qui lui reſtera de force après avoir ſurmonté les autres ; & ſi l'on ne tient pas compte de ce qu'il aura perdu pour vaincre ceux-ci, on ne doit pas s'attendre à un effet complet lorſque le choc ſe fera en *b*.

Nous ne conſidérons ici que le choc direct, c'eſt-à-dire, celui de deux corps dont les centres de gravité ſe trouvent dans la direction de leurs mouvemens, comme dans la *Fig.* 16; & pour en rendre l'exécution plus facile, nous ferons toutes nos expériences avec des corps ſphériques, que nous ſuſpendrons à des fils fort déliés *, afin de diminuer autant qu'il eſt poſſible les frottemens & la réſiſtance de l'air ; & comme nous aurons ſouvent beſoin de connoître le degré de viteſſe de ces petits globes, nous les tiendrons ſuſpendus à des points fixes,

* *Fig.* 20.

fixes, autour desquels ils pourront décrire des arcs de cercles qui seront mesurés par des graduations *. Ce que nous enseignerons dans la suite touchant la pesanteur, fera connoître comment on peut par la grandeur de ces arcs règler la vitesse des corps qui les décrivent. C'est un procédé qui a été employé avec succès par plusieurs habiles Physiciens, & sur-tout par Mr. Mariotte. La machine dont je me sers, & qui est représentée par la *Figure* 17. n'est autre chose que la sienne, dont j'ai étendu les usages, & que j'ai rendue plus commode. * *Fig.* 21.

Avant que deux corps se choquent, il y a entre eux un espace qui doit être parcouru, ou par l'un des deux entièrement, ou en partie par l'un, & en partie par l'autre, autrement il n'y auroit point de choc. Cet espace ne peut être parcouru que dans un certain tems, & la durée de ce tems mesure la vitesse *respective* de ces deux corps; c'est-à-dire, la vitesse avec laquelle la distance diminue, soit que l'un des deux reste en repos, soit qu'ils se meuvent tous

deux dans le même ſens, ou en ſens contraires, également, plus ou moins vite l'un que l'autre : deſorte que ſi deux corps *A*, *B*, *Fig.* 16. diſtans de 4 piés, ſe joignent en une ſeconde, la viteſſe reſpective eſt la même, ſoit que *B* ſeul parcoure l'eſpace entier, ſoit qu'il rencontre *A* venant à lui au deuxième ou au troiſième pié, &c. pourvu que le mouvement qui les aproche l'un de l'autre ſe paſſe dans une ſeconde. Il ne faut donc pas confondre cette viteſſe reſpective avec la viteſſe *abſolue*, ou propre, de chaque mobile ; car on voit par cet exemple, que celle-ci peut varier dans des cas où l'autre ne changeroit point.

La viteſſe reſpective étant donnée, il faut encore conſidérer les maſſes ; car le corps choqué oppoſe ſon inertie au corps choquant, & nous avons vu ailleurs que cette eſpèce de réſiſtance ſe meſure par la quantité de matière contenue & liée ſous le même volume. Ainſi l'on doit s'attendre que dans le choc une grande maſſe recevra moins de viteſſe qu'une plus petite, & que pour faire prendre plus de mouvement à un même corps,

il

il en faudra donner auſſi davantage au mobile qui doit le communiquer ; parce que l'inertie réſiſte non ſeulement au mouvement, mais auſſi à un plus grand mouvement, comme nous l'avons prouvé ailleurs.

Quand nous avons parlé du mouvement en général, nous nous ſommes abſtenus d'examiner la nature de cette eſpèce d'être, ou de modification, parce que ces ſortes de queſtions appartiennent plutôt à la Métaphyſique, qu'à la Phyſique Expérimentale. Par la même raiſon nous ne nous arrêterons pas à diſcuter de quelle manière la viteſſe paſſe d'un corps à l'autre. Nous nous bornerons aux faits qui peuvent être conſtatés ; & en parcourant les cas les plus généraux, nous établirons par voie d'expérience, des propoſitions qu'on pourra regarder comme des principes ou des loix, auxquelles on pourra rapporter d'autres effets plus détaillés, comme autant de conſéquences.

ARTICLE PREMIER.

Du Choc des Corps non Elastiques.

PREMIERE PROPOSITION.

Quand un corps en repos est choqué par un autre corps, la vitesse du corps choquant doit se partager entre les deux selon le rapport des masses.

C'est-à-dire, qu'après le choc, les deux corps continueront de se mouvoir selon la direction du corps choquant ; & que la vitesse de celui-ci aiant été diminuée par la résistance de l'autre, le restant qui sera commun aux deux, doit être d'autant moindre, que le corps choqué aura plus de masse.

Ainsi le corps en repos aiant été choqué par une masse égale à la sienne, la vitesse après le choc sera réduite à moitié.

Il restera les deux tiers de la vitesse, si le corps qui choque est double de l'autre.

Si c'est le corps choqué qui est double en masse, la vitesse après le choc

choc ne ſera que le tiers de ce qu'elle étoit avant : mettons ces trois cas en expériences.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 17. étant diſpoſée de façon que le fil à plomb ſoit parallèle à la ligne *AB*; que les deux fils de ſuſpenſion *CD*, *EF*, ſoutiennent dans une même ligne, & à même hauteur, les centres de deux boules de terre molle, qui pèſent chacune 2 onces, & de manière qu'étant en repos leurs ſurfaces ſe touchent en un point; que la prémière graduation de chacune des deux règles mobiles *G*, *H*, ſoit vis-à-vis de chacun des fils; & qu'enfin le petit curſeur ou index *L* ſoit placé un peu avant la troiſième graduation de la règle *G*, & l'autre index *M* vis-à-vis la ſixième de l'autre règle *H*.

EFFETS.

La boule *F* portée en *M*, & abandonnée à ſon propre poids, va frapper l'autre boule *D*; l'une & l'autre

s'aplatiſſent également à l'endroit du contact, & après le choc elles ſe meuvent toutes deux du même côté, & le fil qui ſuſpend la boule *D*, va toucher l'index *L*.

EXPLICATIONS.

Quand la boule *F* eſt tombée par un arc de ſix graduations, ſi elle ne trouvoit point d'obſtacles, elle remonteroit dans la partie oppoſée, par un arc ſemblable. C'eſt une choſe dont on peut s'aſſurer en ôtant de ſon chemin la boule *D*, & nous en dirons la raiſon en expliquant les phénomènes de la peſanteur. Ainſi lorsqu'en venant du point *M* elle ſe trouve en *F*, ſon mouvement alors eſt tel, qu'il peut élever ſa maſſe de deux onces dans un arc de ſix graduations. Mais une force qui peut tranſporter une maſſe de deux onces à ſix degrés de diſtance dans un tems donné, ne peut porter qu'à la moitié de cette diſtance une maſſe double en pareil tems. Or quand la boule *F* rencontre la boule *D*, qui ne lui permet de paſſer outre qu'en l'emportant avec elle, c'eſt une viteſſe de

6 de-

6 degrés apliquée à une maſſe de 4 onces, & l'une & l'autre enſemble doivent ceſſer de ſe mouvoir, après avoir parcouru ſeulement trois graduations, comme l'expérience le fait voir.

Il ſe fait dans le tems du choc un aplatiſſement aux deux boules, & dans le cas préſent cet aplatiſſement eſt égal de part & d'autre: ces deux faits méritent d'être obſervés & expliqués.

Nous avons déjà dit que rien ne ſe fait avec préciſion, & par ſaut, dans la Nature; & que les effets les plus promts, & qui paroiſſent inſtantanés à nos ſens, ne ſont jamais produits que dans un tems fini, c'eſt-à-dire, dans un tems dont la durée n'eſt pas la plus courte qu'on puiſſe imaginer. Lorſque les deux boules commencent à ſe toucher, les parties les plus avancées de la boule choquante ont déjà perdu une partie de leur viteſſe, pendant que le centre & les parties les plus reculées ont encore toute la leur: ce n'eſt donc qu'après quelques inſtans (fort courts à-la-vérité) que cette maſſe rallentie

prend une viteſſe également retardée dans toutes ſes parties. Mais ſi les parties d'un corps ſe meuvent plus vite les unes que les autres, leur poſition relative, ou (ce qui eſt la même choſe) la figure du corps doit être changée. L'aplatiſſement de la boule *F* eſt donc un effet & une preuve de ſa viteſſe retardée ſucceſſivement en pluſieurs tems.

On doit dire la même choſe de la boule choquée : elle ne paſſe pas toute en un même inſtant de ſon état de repos à trois degrés de viteſſe; les parties immédiatement expoſées au choc, ſe meuvent & plutôt & plus vite que le centre & l'hémiſphère qui eſt au-delà; & ces déplacemens ſucceſſifs occaſionnent une introceſſion de matière qui change la figure.

Mais ces aplatiſſemens dans l'une & dans l'autre boule, ſont cauſés par l'inertie qui s'oppoſe au changement d'état de chacune d'elles, & cette inertie eſt égale à la maſſe: ainſi dans le choc de deux corps, dont les poids ſont égaux & de même matière, les aplatiſſemens doivent auſſi ſe faire également de part & d'autre.

II. Ex-

Fig. 14.

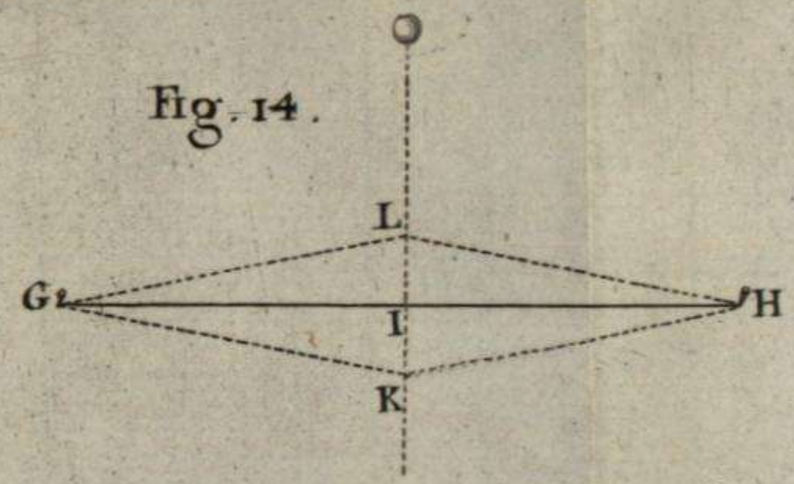


Fig. 15.

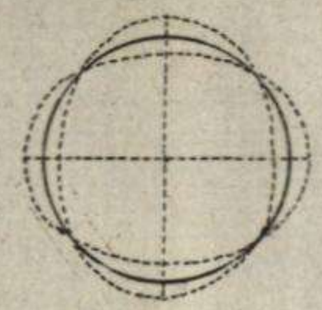


Fig. 16.

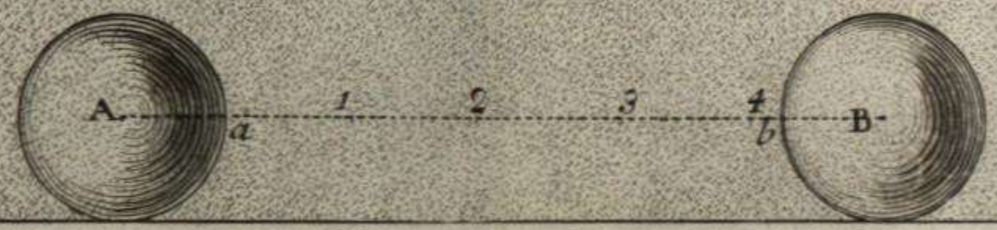


Fig. 18.

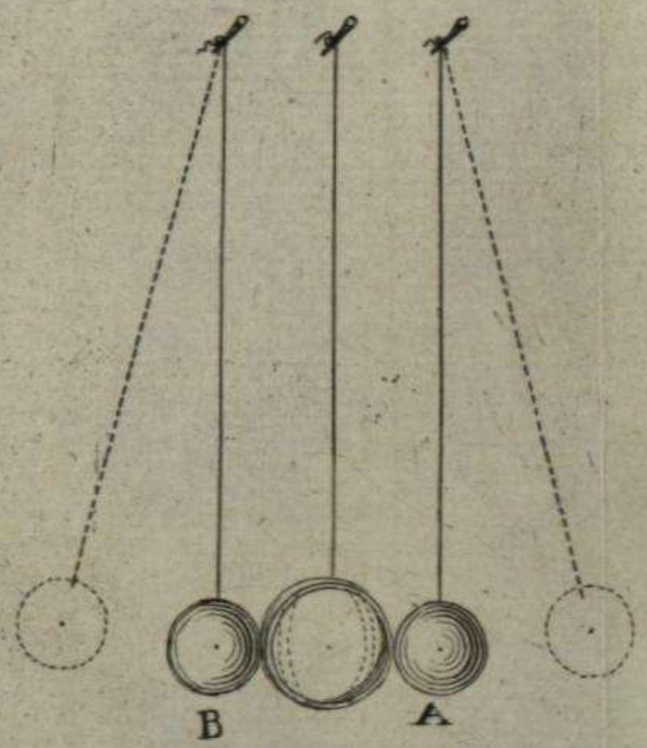
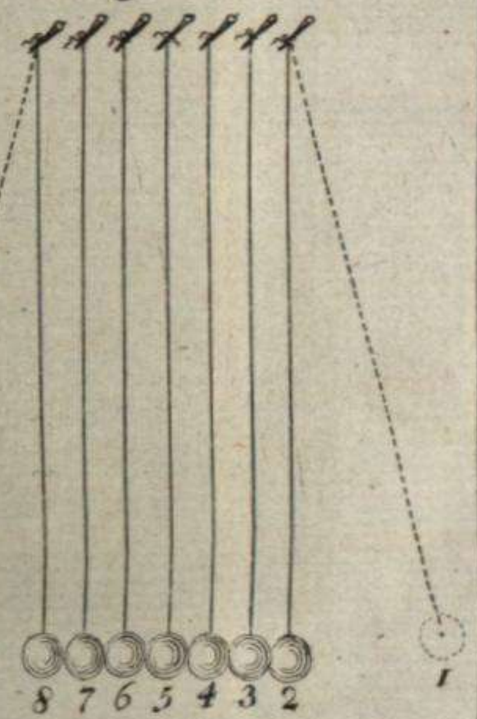


Fig. 19.



II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On fait la boule *D* de 4 onces, la boule *F* de 2 onces: on laiſſe la prémière en repos, & l'on donne à l'autre 6 degrés de viteſſe, le reſte étant diſpoſé comme dans l'expérience précédente.

EFFETS.

Après le choc, les deux boules continuant de ſe toucher parcourent enſemble deux graduations, & l'aplatiſſement de part & d'autre eſt plus grand que dans le cas précédent.

EXPLICATIONS.

La boule *F* en deſcendant de 6 graduations reçoit 6 degrés de viteſſe, c'eſt-à-dire, qu'elle peut porter ſon propre poids l'eſpace de 6 graduations vers la partie oppoſée. Mais ce poids étant augmenté de deux tiers en ſus par la rencontre de la boule *D*, qu'elle emporte avec elle, ſa force ne ſuffit plus que pour un tiers de l'eſpace qu'elle auroit parcouru, ſi

rien

rien ne s'étoit opposé à son passage.

Quant à l'aplatissement, il doit être d'autant plus grand, que le corps choqué a résisté plus longtems à son déplacement; puisque, comme nous l'avons dit, c'est cette résistance qui interromt l'uniformité de vitesse dans les parties de chaque boule: or dans le cas présent, la boule *D* résiste une fois plus que n'auroit fait une boule de deux onces. Il y a donc eu lieu à l'enfoncement d'un plus grand nombre de parties.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Dans cette expérience on procède comme dans les deux autres, excepté seulement qu'on donne à la boule *D* qui est en repos, deux onces de masse, & quatre onces à la boule *F*, que l'on fait mouvoir avec 6 degrés de vitesse.

EFFETS.

Les deux boules unies après le choc parcourent quatre graduations, & les aplatissemens sont moins forts que dans les deux cas précédens.

EXPLICATIONS.

Ce que nous avons dit pour expliquer les deux expériences précédentes, suffit pour rendre raison de celle-ci. Il faut toujours considérer les deux boules après le choc, comme ne faisant qu'une même masse ; & l'on doit faire attention aussi, que 6 degrés de force qui pouvoient porter une masse de 4 onces dans un espace de 6 graduations, n'en peuvent pas transporter une de 6 aussi loin. Si la résistance de 4 onces devoit consumer toute la force après cet espace parcouru, un tiers d'augmentation au poids doit aussi diminuer le tiers de l'espace ; & par conséquent, au-lieu de 6 graduations qu'auroit fait la boule *F* toute seule & sans obstacle, étant jointe à la boule *D* qu'elle a mise en mouvement, elle n'en peut plus faire que 4.

Mais comme la boule *D* qui ne pèse que deux onces, a moins résisté que lorsqu'elle en pesoit quatre ou trois, elle a moins donné lieu à l'enfoncement de ses parties, & réciproquement elle a moins retardé les parties

ties antérieures de la boule *F*. Car on conçoit aisément que si elle prenoit tout d'un coup, & dans un instant indivisible, toute la vitesse qui lui doit être communiquée, il n'y auroit aucun aplatissement de part ni d'autre, puisqu'elle fuiroit devant la boule *F* dès l'instant du contact, avec une vitesse égale à celle du corps choquant, ce qui la feroit échapper à son action.

APLICATIONS.

Puisque dans le choc où l'un des deux corps est en repos, la vitesse du corps choquant diminue à proportion de la masse du corps choqué, on doit en tirer cette conséquence, que le mouvement doit être insensible après le choc, si celui qui est en repos, est infiniment plus grand que celui qui vient le frapper : & c'est par cette raison sans doute, qu'un boulet de canon paroit avoir perdu tout son mouvement, quand on l'a tiré contre un rempart ou contre une grosse tour ; car la vitesse qui lui reste après le coup est à celle qu'il a communiquée, comme sa masse est à celle

le de l'obſtacle qu'il a frappé, c'eſt-à-dire, comme une quantité infiniment petite à une quantité infiniment grande.

C'eſt auſſi en conſéquence de ce principe, que l'on dit que la plus groſſe maſſe eſt toujours déplacée (quoiqu'infiniment peu) par la percuſſion du plus petit corps. Mais je ne vois pas qu'on ſoit obligé d'admettre cette propoſition comme une ſuite néceſſaire de la loi que nous venons d'établir, à moins qu'on ne ſuppoſe le corps choqué abſolument inflexible; autrement, s'il eſt auſſi grand qu'on peut l'imaginer, ſa réſiſtance ſera aſſez durable pour conſumer toute la viteſſe ſenſible du mobile par l'introceſſion des parties occaſionnée par le choc.

Les expériences que nous venons de rapporter, nous aprennent auſſi pourquoi en général tous les corps ſe rompent, ou perdent plutôt leur figure en heurtant contre des obſtacles inébranlables, que lorſqu'ils en rencontrent de mobiles. Une chaloupe ſe briſe contre un rocher, & elle ne périt point par le choc d'une autre

tre chaloupe qu'elle rencontre en repos. C'eſt que le rocher ne cédant que peu ou point au mouvement de la chaloupe, les parties de celle-ci qui commencent le choc, ont déjà perdu toute leur viteſſe, pendant que les autres ont encore toute la leur. Il ſe fait donc un changement de figure, les pièces ſont contraintes & ſe rompent, ſi le choc eſt aſſez violent: au-lieu que ſi le bateau rencontre un corps flottant qui obéïſſe à ſon impulſion, les parties expoſées au choc ne ſont point entièrement arrêtées, & les autres ſont peu-à-peu retardées comme elles.

Les Ouvriers qui travaillent du marteau diſent, que le coup porte à faux, quand la matière qu'ils travaillent lui échappe, ſoit parce qu'elle n'eſt pas ſuffiſamment ſoutenue, ſoit parce que l'inſtrument eſt mal dirigé: & le Forgeron ſe plaint avec raiſon d'une enclume trop légère, ou qui eſt placée ſur un plancher peu ſolide; car alors le fer qu'il travaille, cédant avec ſon point d'appui, le coup n'a point tout ſon effet, comme il l'auroit ſi l'enclume

plus

plus immobile tenoit dans un parfait repos le côté du fer qui la touche, pendant que le marteau frappe ſur l'autre.

Le Jeu de mail a tant de rapport à notre prémière propoſition ſur le choc des corps, & aux expériences que nous avons employées pour la prouver, qu'il eſt preſqu'inutile d'en faire ici l'aplication. Pour peu qu'on y faſſe attention, on verra bientôt ſur quoi ſont fondées les proportions qu'il faut mettre entre la maſſe du mail & la boule; comment l'un, au moyen d'un long manche, reçoit du joueur une très grande viteſſe; pourquoi, & dans quel rapport, une partie de cette viteſſe eſt communiquée à l'autre, &c.

II. PROPOSITION.

Quand deux corps qui ſe meuvent du même ſens avec des viteſſes inégales, viennent à ſe heurter, ſoit que leurs maſſes ſoient égales ou non, ils continuent de ſe mouvoir enſemble & dans leur prémière direction, avec une viteſſe commune, moins grande que celle du corps choquant,

quant, mais plus grande que celle du corps choqué, avant la percussion.

Dès qu'on suppose que les deux corps se meuvent dans le même sens, il faut nécessairement que celui qui précède aille moins vite que l'autre pour être choqué ; car s'ils alloient tous deux avec des vitesses égales, il est évident qu'ils ne s'aprocheroient point, & par conséquent il n'y auroit point de choc. Quand le corps qui a le plus de vitesse rencontre celui qui en a moins, la lenteur de l'un fait obstacle à l'autre : mais cet obstacle est mobile, & il doit partager l'excès de vitesse du corps choquant, à raison de sa masse, comme on l'a fait voir ci-dessus. Les expériences qui suivent, feront connoître dans quel rapport la vitesse est retardée dans l'un, & accélérée dans l'autre.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut faire les boules *D* & *F* du poids de 2 onces chacune, & les laisser tomber en même tems, l'une par un

un arc de 3 graduations, & l'autre par un arc de 6, pris du même côté.

EFFETS.

Ces deux boules se joignent à l'endroit où leurs fils de suspension se trouvent perpendiculaires à l'horizon: il se fait à l'une & à l'autre un petit aplatissement, après quoi elles continuent de se mouvoir ensemble du même côté, & remontent un arc de 4 graduations $\frac{1}{2}$.

EXPLICATIONS.

La boule *F* aiant 6 degrés de vitesse propre contre 3, s'est aprochée de la boule *D* avec une vitesse respective, qui étoit 3 excès de 6 sur 3. Nous dirons ailleurs pourquoi lorsque leur mouvement se fait dans des arcs du même cercle, quoiqu'inégaux, les deux boules se choquent précisément à l'endroit le plus bas de leur chute.

Quant aux enfoncemens des parties qui se touchent dans le choc, ils doivent être proportionnels à la vitesse respective, qui est moindre que la vitesse absolue ou propre de

la

la boule choquante, dans le cas présent, où la boule choquée qui se meut du même sens, échappe en partie à son effort.

Enfin les deux boules remontent ensemble un arc de 4 graduations $\frac{1}{2}$; c'est-à-dire que leur vitesse commune comparée à celle de la boule *F* avant le choc, se trouve diminuée d'un quart: & c'est à quoi l'on devoit s'attendre; car le corps choquant aiant 6 degrés de vitesse, & rencontrant un autre corps d'une masse égale à la sienne qui n'en a que 3, doit en perdre autant qu'il faut qu'il en communique à l'autre pour le mettre en état d'aller aussi vite que lui. Or l'égalité des masses exige qu'il lui en donne 1 & $\frac{1}{2}$, qui est la moitié de 3, différence des deux vitesses avant le choc: & 1 & $\frac{1}{2}$ ôté de 6 & ajouté à 3, fait qu'il se trouve 4 & $\frac{1}{2}$ dans l'un, & autant dans l'autre.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Cette expérience se fait comme la prémière, avec cette différence

que

que la boule *D* pèſe 4 onces, & la boule *F* 2 onces: les viteſſes reſtant dans le rapport de 3 à 6.

EFFETS.

Après le choc les deux boules continuent de ſe mouvoir enſemble; les aplatiſſemens ſont plus grands que dans l'expérience précédente, & l'arc qu'elles parcourent eſt de 4 graduations.

EXPLICATIONS.

Tout ce que nous avons dit pour expliquer la prémière expérience, ſuffit pour faire entendre celle-ci; il ne s'agit que d'apliquer les mêmes raiſons en gardant les proportions. L'excès de viteſſe dans la boule *F* avant le choc étoit 3, qui a dû diminuer des deux tiers par la réſiſtance de la boule *D*, dont la maſſe eſt double: ainſi après le choc il a dû ſe trouver 4 degrés de viteſſe, puiſque de 6 qui étoient dans le corps choquant, il ne s'en eſt perdu que 2, par l'action qui a rendu la viteſſe uniforme dans les deux boules.

Les aplatiſſemens ont été plus

grands que dans la prémière expérience, parce que la résistance du corps choqué a été plus forte. C'est ce que l'on reconnoîtra d'abord, si l'on fait attention que la boule *D* étant de 4 onces, a consommé un tiers de la vitesse du corps choquant; au-lieu qu'étant seulement de 2 onces dans le cas précédent, elle n'en a consommé que le quart.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On donne à la boule *D* 2 onces de masse, à la boule *F* 4 onces, & l'on met les vitesses dans le rapport de 6 à 3.

EFFETS.

La boule *D* après le choc est emportée par la boule *F*, desorte qu'elles parcourent ensemble un arc de 5 graduations; & les aplatissemens sont moindres que dans les deux expériences précédentes.

EXPLICATIONS.

La boule *F* partageant son excès de

de viteſſe qui eſt 3, avec une maſſe qui eſt moitié moins grande que la ſienne, en retient les deux tiers: les deux maſſes jointes enſemble après le choc, doivent donc repréſenter 6 degrés de viteſſe moins un, que la réſiſtance du corps choqué a retranché avant que de prendre un mouvement uniforme à celui du corps choquant.

Les aplatiſſemens ont été moins grands que dans les cas précédens, parce que la réſiſtance a été moins forte de la part du corps choqué; car 2 onces de maſſe réſiſtent moins à 4 onces, que 4 à 2, ou 2 à 2, les viteſſes étant toujours en même rapport.

APLICATIONS.

Il eſt aiſé de voir par les expériences de la ſeconde propoſition, qu'après le choc de deux corps, dont l'un va plus vite que l'autre dans la même direction, les viteſſes propres, pour devenir uniformes, changent dans l'un de plus en moins, & dans l'autre de moins en plus; puiſque celle du corps *D* a toujours été augmen-

tée, & que celle du corps *F* au contraire a toujours souffert quelque diminution. C'est ainsi qu'un bateau qui obéit à l'impulsion des rames, reçoit un acroissement de vitesse, en retardant celle d'un volume d'air agité, dans la direction duquel on le mène; il va moins vite que le vent, mais son mouvement est toujours plus promt que s'il n'alloit qu'à force de bras.

Le vol le plus rapide, la course la plus légère, n'empêche pas que le plomb du Chasseur ne frappe la pièce de gibier qui fuit devant lui; mais à égale distance le coup est moins sûr, que si l'animal étoit posé, ou qu'il vînt en sens contraire; & l'on sait qu'un lièvre, un chevreuil, &c. tiré en flanc, est plus facilement arrêté, que quand il fuit devant le coup. Une des raisons qu'on en peut donner, c'est qu'alors la vitesse respective du plomb est plus grande, parce que l'animal se meut dans une direction qui ne l'éloigne que peu ou point du Chasseur, & qu'à cet égard il est comme fixe. Nous avons vu par les expériences de la prémière proposition,

qu'en

qu'en pareil cas le choc eſt plus grand.

III. PROPOSITION.

Si les deux corps qui doivent ſe choquer, ſe meuvent en ſens directement contraires, le mouvement périra dans l'un & dans l'autre, ou au moins dans l'un des deux : s'il en reſte après le choc, les deux corps iront du même ſens, & la quantité de leur commun mouvement ſera égale à l'excès de l'un des deux avant le choc.

C'eſt-à-dire, que dans le cas où les deux mouvemens ſeroient égaux avant le choc, les deux mobiles ſeroient réduits au repos. Et ſi l'un des deux avant le contact en avoit davantage, il ne reſteroit après la percuſſion que la quantité excédente, qui ſeroit le mouvement commun des deux corps. Deux expériences mettront ceci en évidence.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *D* peſant 2 onces, & la boule *F* autant, on élève l'une par

un arc de 6 graduations d'une part, & l'autre par un arc ſemblable du côté oppoſé; & on les laiſſe tomber en même tems.

EFFETS.

Ces deux corps ſe rencontrent au lieu le plus bas de leur chute, où ils demeurent en repos; & leurs aplatiſſemens ſont plus grands que dans les cas où la boule *F* eſt tombée par un arc ſemblable contre *D* en repos, ou qui fuyoit devant elle.

EXPLICATIONS.

Dans cette expérience la quantité du mouvement eſt égale de part & d'autre; car dans l'une & dans l'autre boule avant le choc, on compte 6 degrés de viteſſe multipliés par 2 onces de maſſe. Deux corps qui ſe rencontrent allant en ſens contraires, ſe font réciproquement réſiſtance: ici de part & d'autre la force ou la puiſſance eſt retenue en équilibre par une réſiſtance égale, & cet équilibre fait naître le repos dans les deux mobiles.

Les aplatiſſemens ſont plus grands qu'ils n'ont été dans les expériences des,

des deux prémières propositions, où nous avons toujours donné 6 degrés de vitesse au corps choquant: mais il faut faire attention que dans celle-ci la vitesse respective d'où dépend la force du choc, est doublée ou plus que doublée. Car lorsque la boule *D* étoit en repos avant le choc, la vitesse respective de *F* n'étoit autre chose que sa vitesse propre, c'est-à-dire 6, ou moins que 6, lorsque la boule *D* fuyoit devant elle: ici les deux boules aiant chacune 6 degrés de vitesse propre en allant l'une vers l'autre, la vitesse respective est 12; c'est-à-dire, que l'espace qui les sépare avant le choc, est parcouru en une fois moins de tems.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On fait mouvoir les deux boules *D* & *F* l'une vers l'autre, comme dans l'expérience précédente, & l'on met leurs quantités de mouvement dans le rapport de 12 à 24, en doublant la masse ou la vitesse de *F*.

EFFETS.

Les deux boules après le choc continuent à se mouvoir dans la direction d'*F* avec 2 degrés de vitesse, si l'on a doublé le mouvement par la masse, ou avec 3, si c'est par la vitesse.

EXPLICATIONS.

Si les 24 degrés de mouvement de la boule *F* lui viennent de 4 onces de masse & de 6 degrés de vitesse, lorsqu'elle rencontre la boule *D* venant contre elle avec 12 degrés de mouvement, produit de 2 onces par 6 de vitesse, elle oppose sa double masse & la moitié de sa vitesse pour l'arrêter, & cela suffit: car 3 de vitesse multipliant 4 de masse, égale tout le mouvement de la boule *D* qui est 12: il reste donc à la boule *F* 3 degrés de vitesse, avec lesquels elle continue d'agir sur *D*, qu'on doit considérer comme en repos immédiatement après le contact. Mais elle ne peut mouvoir un corps en repos, qu'en lui communiquant de la vitesse aux dépens de la sienne, & nous

avons

avons vu que cette communication se fait en raison des masses : comme la boule *D* n'a que 2 onces de masse contre 4, la boule *F* ne perd qu'un tiers de la vitesse qui lui reste : ainsi la vitesse commune après le choc est 2 pour deux masses, qui prises ensemble égalent 6 onces.

On voit donc, 1. que le mouvement qui reste après le choc, est égal à la différence des deux quantités avant le choc ; car 12 est l'excès de 24 sur 12. 2. Que cette différence divisée par la somme des masses, donne la vitesse commune après le choc ; car 12 divisé par 6, somme de 2 & de 4 onces, donne 2 de vitesse, comme l'expérience l'a représenté.

On trouveroit la même chose, si l'on avoit doublé le mouvement de la boule *F*, en doublant sa vitesse propre. Car alors, pour arrêter la boule *D* qu'on suppose avoir 12 degrés de mouvement, & égale en masse, elle perdroit 6 degrés de vitesse ; & pour l'emporter avec elle, il faudroit qu'elle lui en communiquât encore 3, de 6 qui lui restent. Après le choc, il resteroit donc 3 degrés de vitesse

commune à 4 onces de maſſe, ſomme des deux boules ; & par conſéquent la quantité de mouvement ſeroit toujours 12 , différence de 24 à 12.

APLICATIONS.

Ces dernières expériences font connoître en général , pourquoi il faut employer plus de force pour repouſſer un mobile dans un ſens contraire à ſon mouvement , que pour l'arrêter ſimplement : car non ſeulement il faut employer une force équivalente à la ſienne pour vaincre ſon prémier mouvement, mais il faut encore ajouter toute celle qui eſt néceſſaire pour lui en faire reprendre un autre. C'eſt pourquoi l'on fait plus d'effort pour faire retrograder une boule qui roule ſur un plan , que pour la fixer en s'oppoſant à ſon paſſage. Mais nous avons vu en même tems, que l'effort d'un mobile qui vient contre un autre, peut croître, & par la viteſſe, & par la maſſe. On ne doit donc pas être ſurpris que les Joueurs de paume trouvent quelquefois le batoir ou la raquette trop légère ;

gère ; puiſqu'en ſuppoſant le coup frappé avec la même viteſſe, ſon effet doit être moins grand ſi la maſſe avec laquelle il eſt porté eſt plus foible.

COROLLAIRE.

Il ſuit des deux prémières propoſitions, & des expériences qu'on a employées pour les prouver, 1. Que quand les mouvemens ne ſont point réciproquement oppoſés, les deux maſſes réunies après le choc repréſentent la même quantité de mouvement qui ſubſiſtoit dans l'une d'elles, ou dans toutes les deux avant le contact. Prenons la prémière expérience de la prémière propoſition pour exemple.

Avant le choc, tout le mouvement réſidoit dans la boule *F*, & ſa quantité étoit 12, produit de 6 degrés de viteſſe par 2 onces de maſſe. Après le choc, la quantité du mouvement dans les deux boules réunies eſt encore 12, produit de 4 onces de maſſe par 3 de viteſſe commune. On peut aiſément apliquer ce calcul aux autres expériences, & l'on trouvera toujours la même choſe.

De cette prémière conséquence, il en nait une autre; c'est que si l'on connoit la vitesse commune après le choc, on peut connoître quelle est la somme des masses; & réciproquement la somme des masses fera connoître la vitesse commune. Prenons pour exemple la prémière expérience de la seconde proposition.

La somme des mouvemens avant le choc, étoit 18, savoir 12, produit de 2 onces par 6 de vitesse; & 6, produit de 2 onces par 3 de vitesse. Selon la prémière conséquence, après le choc les deux masses doivent représenter ensemble une quantité de mouvement qui égale 18. Je sai que la masse totale est 4 onces; je divise 18, quantité du mouvement, par 4, somme des masses, & j'ai 4 ½ pour la vitesse commune.

De-même je sai que la vitesse commune est 4 ½; je connois que la somme des masses est 4, en divisant 18 par 4 ½.

Enfin l'on voit par la troisième proposition, 1. que quand les corps se heurtent en sens contraires, il périt une partie du mouvement: 2. que l'on

l'on peut juger, comme dans les autres cas, par la viteſſe commune après le choc, & par le rapport des maſſes, quelles ont été les viteſſes propres avant le choc ; ou bien quel eſt le rapport des maſſes, par la comparaiſon de la viteſſe commune avec les viteſſes propres.

ARTICLE II.

Du Choc des Corps à reſſort.

DANS toutes les expériences qui ont ſervi de preuves aux propoſitions énoncées ſur le choc des corps non-élaſtiques, nous avons toujours obſervé deux effets principaux, ſavoir une communication de mouvement du corps choquant au corps choqué, & un changement de figure ou aplatiſſement à l'un & à l'autre à l'endroit du contact. Ces deux effets ont une cauſe commune, qui eſt la percuſſion : c'eſt par cette action que la viteſſe ſe tranſmet, & ſe diſtribue uniformement entre les deux maſſes : mais pendant que cette repartition ſe fait entre les deux corps, leurs figures changent, & l'aplatis-

ſement qui en réſulte dépend particulièrement de la réſiſtance plus ou moins longue du corps choqué: c'eſt pourquoi, quand bien la viteſſe reſpective ſeroit toujours la même, la grandeur des aplatiſſemens varieroit toujours, ſuivant le rapport des maſſes qui ſe choquent, comme on a pu le remarquer par les expériences précédentes.

Dans le choc des corps à reſſort, la Nature ſuit toujours les mêmes loix qu'elle s'eſt preſcrites, & que nous avons reconnues dans la percuſſion des corps non-élaſtiques: mais comme les parties enfoncées par le choc ſe rétabliſſent avec la même viteſſe qu'elles ont été déplacées, ce dernier effet qui ſe mêle à celui du mouvement communiqué par le choc, apporte beaucoup de changement aux réſultats.

Il faudra donc diſtinguer ſoigneuſement deux ſortes de mouvemens dans la percuſſion des corps élaſtiques; l'un, qui eſt indépendant du reſſort, & que nous nommerons *mouvement primitif*; l'autre, qui nait de la réaction des corps aplatis ou com-

primés

primés dans le choc, & que nous appellerons *mouvement de ressort*, *mouvement réfléchi*, ou simplement *réaction*.

PREMIERE PROPOSITION.

Quand un corps à ressort va frapper un autre corps à ressort qui est en repos, ou qui se meut du même sens que lui, celui-ci après le choc se meut dans la direction du corps qui l'a frappé; & avec une vitesse composée de celle qui lui a été donnée immédiatement, ou par communication, & de celle qu'il acquiert par sa réaction après le choc; & le corps choquant dont le ressort agit en sens contraire, perd en tout ou en partie ce qu'il avoit gardé de sa vitesse prémière: & si son mouvement réfléchi excède le restant de sa vitesse prémière, il retrograde suivant la valeur de cet excès.

Ces expressions générales s'entendront mieux, si nous en faisons des aplications. Supposons donc que les masses soient égales: en conséquence de cette prémière proposition, je dis qu'après le choc, celui des deux corps qui étoit en repos, recevra, tant par communication que par sa réaction, une quantité de mouvement

vement égale à celle qu'avoit l'autre corps avant la percuſſion ; & que celui-ci ſera réduit au repos par ſon reſſort, qui détruira le reſte de ſa viteſſe primitive.

Si l'on ſuppoſe les maſſes inégales, & que le corps choqué ſoit le plus petit, tous deux après le choc iront dans la direction du corps choquant, mais celui-ci aura moins de viteſſe que l'autre.

Enfin ſi le corps choqué a plus de maſſe que l'autre, il ira ſeul dans la direction du corps choquant, & celui-ci retournera en arrière.

Réaliſons ces trois ſuppoſitions par autant d'expériences qui ſerviront de preuves à notre prémière propoſition, & aux conſéquences que nous en tirerons. Nous employons des boules d'ivoire bien rondes, que l'on ſuſpend à des fils comme celles de terre molle, & avec la même machine.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *D* en repos, pèſe 2 onces ;

ces; la boule *F* qui eſt égale, deſcend par un arc de 6 graduations.

EFFETS.

Après le choc, la boule *F* demeure en repos à l'endroit du contact, & la boule *D* parcourt un arc de 6 graduations dans la partie oppoſée: ce qui fait voir que le corps choqué a reçu une viteſſe égale à celle du corps choquant.

EXPLICATIONS.

La boule *F* aiant rencontré la boule *D* en repos, lui a communiqué la moitié de ſa viteſſe, à cauſe de l'égalité des maſſes; & elle en a gardé 3 par la même raiſon, pour continuer de ſe mouvoir dans la même direction. Tel ſeroit l'effet total de cette percuſſion, ſi les boules n'avoient point de reſſort, comme on l'a vu par la prémière expérience de l'article prémier. Mais à cauſe de l'élaſticité, la boule *D* comprimée au aplatie, ſe rétablit en s'appuyant contra la boule *F*; ce qui fait que cette réaction la porte en avant, avec autant de viteſſe qu'elle a été compri-

mée.

mée. Or cette viteſſe eſt la moitié de celle qui a fait rencontrer les deux boules, c'eſt-à-dire, 3 degrés. Ainſi après le choc la boule *D* ſe meut avec 6 degrés de viteſſe, ſavoir 3 qu'elle a reçus par communication, & 3 qui lui viennent de ſa réaction.

La boule *F* a gardé 3 degrés de ſa viteſſe primitive ; mais ſa réaction qui eſt égale ſe fait en ſens contraire, & la réduit au repos.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *D* étant de 2 onces, & la boule *F* de 4 onces, on donne à celle-ci 6 degrés de viteſſe, l'autre étant en repos.

EFFETS.

Après le choc, la boule *D* parcourt 8 graduations dans la direction de la boule *F*, & celle-ci continue de ſe mouvoir du même côté, & parcourt 2 graduations.

EXPLICATIONS.

Il faut conſidérer d'abord le mouvement

vement communiqué en raiſon des maſſes, indépendamment du reſſort; & voir enſuite ce que la réaction ajoute à ce prémier effet, ou ce qu'elle en diminue.

Si les boules n'étoient point élaſtiques, *F* de 4 onces rencontrant *D* de 2 onces en repos, ne perdroit que 2 degrés de viteſſe des 6 qu'elle a, & les deux maſſes s'en iroient du même côté avec un mouvement commun, dont la viteſſe ſeroit 4, comme nous l'avons vu ci-deſſus. * Mais après le choc, il y a réaction réciproque entre les deux boules à cauſe de leur élaſticité; & cette réaction eſt égale à 4 degrés de viteſſe communiquée, qui ont cauſé la compreſſion. Il faut donc regarder cette réaction, comme une force qui ſe déploie entre les deux boules pour les repouſſer de part & d'autre; elle concourt avec le mouvement communiqué à la boule *D*, & elle l'augmente de moitié. Elle tend au contraire à détruire celui qui reſte à la boule *F*; mais il faut faire attention que cette dernière maſſe eſt de 4 onces, double de l'autre, & que la réa-

* *I. Prop. III. Exp.*

réaction qui peut faire avancer deux onces de 4 eſpaces, n'en peut faire retrograder que 2 à un poids qui eſt double : ainſi la boule *F* malgré ſa réaction, avance encore 2 graduations après le choc, en vertu de ſon mouvement primitif.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *F* de 2 onces va frapper avec 6 degrés de viteſſe, la boule *D* en repos qui pèſe 4 onces.

EFFES.

Après le choc, la boule *D* parcourt 4 graduations dans la direction de la boule *F*, & celle-ci retourne en arrière l'eſpace de 2. graduations.

EXPLICATIONS.

La réſiſtance de la boule *D* contre la boule *F*, a réduit la viteſſe prémière de 6 à 2, en vertu de ſa double maſſe ; mais les deux degrés de viteſſe qu'elle a reçus par communication, ont occaſionné une réaction de même valeur ; ce qui fait qu'elle parcourt

court 4 graduations en avant. La même réaction agiſſant ſur *F*, qui ne pèſe que 2 onces, a dû produire un effet double, c'eſt-à-dire, qu'en vertu de ſon reſſort, elle parcourroit 4 graduations en arrière; mais elle a gardé 2 degrés de ſa prémière viteſſe: cet effet ſe réduit donc à moitié, elle n'en parcourt que 2.

APLICATIONS.

On a pu remarquer par les réſultats des trois expériences que nous venons de rapporter, en preuves de notre prémière propoſition, que le mouvement de réaction double toujours celui que le corps choqué acquiert par communication. Car lorsque la boule *D*, en vertu du mouvement primitif de *F*, n'auroit dû avoir que 2, 3 ou 4 degrés de viteſſe, on a vu qu'elle en avoit 4, 6 ou 8.

On a dû obſerver encore que cette même réaction qui double le mouvement du corps choqué pour aller en avant, tend avec autant de force à repouſſer le corps choquant en arrière; mais que ce dernier effet diminue comme la maſſe augmente. Car,

par

par exemple, lorſqu'en vertu de cette force la boule *D* de 2 onces recevoit 4 degrés de viteſſe en avant, le boule *F* de 4 onces n'en recevoit que 2 en arrière.

Ces deux obſervations feront comprendre la raiſon de pluſieurs effets qu'on a tous les jours ſous les yeux, & qu'on auroit peine à expliquer, ſi l'on ignoroit ces principes.

Tous les Artiſtes qui travaillent en chambre ſur des enclumaux, ou ſur des tas d'acier, comme les Planeurs, Orfèvres, Horlogers, &c. ne manquent pas d'amortir les coups par un rouleau de nattes, ou choſes équivalentes, ſur quoi ils établiſſent le billot qui porte l'inſtrument. Sans cette précaution, une grande partie de la force imprimée par le marteau, ſeroit tranſmiſe au plancher, & cauſeroit des ébranlemens préjudiciables à la charpente.

C'eſt par de ſemblables raiſons, que l'on conſtruit de briques les remparts des Places fortifiées: ſi on les faiſoit de grais ou de quelqu'autre pierre dure, les coups de canon venant à frapper ces corps élaſtiques,

trans-

transmettroient leur mouvement à une plus grande profondeur, & causeroient plus de dommage.

Les effets qui résultent de la réaction réciproque de deux corps élastiques qui sont comprimés par le choc, seroient les mêmes, si ces deux corps, abstraction faite de leur ressort, avoient pressé entre eux une troisième matière capable de se rétablir; comme si, par exemple, un anneau d'acier *Fig.* 18. étoit frappé de part & d'autre en même tems par deux boules *A* & *B*, suspendues à des fils: cet anneau comprimé par le double choc repousseroit en se rétablissant, les deux corps qui l'auroient choqué à des distances proportionnelles à leurs masses; c'est-à-dire, également loin s'ils étoient égaux, ou plus loin celui des deux qui seroit le moins pesant.

On doit encore attendre la même chose d'un corps dont le ressort antérieurement tendu viendroit à se débander entre deux mobiles; comme si l'anneau d'acier dont nous venons de parler, comprimé par un fil diamétral, venoit à se détendre contre

les

les deux corps *A* & *B*: ils feroient tous deux repouſſés en ſens contraires, & à des diſtances qui feroient en raiſon réciproque des poids.

Ces effets, qui ſont des conſéquences de notre prémière propoſition, doivent ſervir à expliquer le recul des armes à feu, celui des fuſées, &c. Car on doit regarder la poudre qui s'allume entre la culaſſe, & la balle ou le boulet, comme un reſſort qui ſe déploie de part & d'autre; ſon action produit dans les deux mobiles une viteſſe qui eſt d'autant plus grande dans l'un des deux, que ſa maſſe eſt plus petite relativement à l'autre. Ainſi comme le canon, le mouſquet, &c. (ſur-tout ſi l'on fait attention aux obſtacles qui les retiennent) ſont beaucoup plus difficiles à mouvoir, que le boulet ou la balle qui fait la charge; on conçoit aiſément pourquoi ce dernier mobile reçoit de la poudre enflammée une viteſſe incomparablement plus grande.

Une autre raiſon contribue encore à augmenter la viteſſe de la balle: c'eſt une certaine longueur au canon, qui donne le tems à la poudre de s'allumer,

lumer, & de déployer toute ſon action: s'il eſt trop court, le plomb eſt déjà ſorti avant que l'exploſion ſoit entièrement faite: c'eſt une des raiſons pour leſquelles les piſtolets ne portent jamais auſſi loin que les fuſils; & l'on fait le canon de ceux-ci plus long qu'à l'ordinaire, quand on les deſtine à tirer de fort loin. Mais cette longueur a ſes bornes; & quand on les excède, au-lieu de procurer à la balle une plus grande viteſſe, on lui fait perdre au contraire, par un frottement inutile, une partie de celle qu'elle auroit, ſi le canon avoit une meilleure proportion.

Quant au recul, on peut dire en général, qu'en ſuppoſant la quantité & la qualité de la poudre égale, un fuſil repouſſe d'autant plus, que la charge de plomb fait plus de réſiſtance, ſoit par ſon poids, ſoit par la bourre qui le retient.

Une fuſée s'élève, parce que ſa partie inférieure qui s'enflamme, fait l'office d'un reſſort qui agit d'une part contre le corps de la fuſée, & de l'autre contre un volume d'air qui ne cède pas auſſi vite qu'il eſt frap-

pé ; & comme ce reſſort ſe renouvelle continuellement, par l'inflammation ſucceſſive de toutes les parties de la fuſée, il en accélère le mouvement par deux raiſons ; 1. parce que réſidant dans le mobile même, il ajoute toujours à ſa viteſſe ; 2. parce que le poids ou la réſiſtance de ce mobile diminue à chaque instant, par la diſſipation des parties qui brulent.

On pourroit demander ici, pourquoi ſur le tapis d'un Billard, lorsqu'une bille eſt pouſſée contre une autre en repos, il n'arrive pas la même choſe que dans la prémière expérience, qui paroit être le même cas ? Pourquoi, les billes étant égales, celle qui choque continue-t-elle presque toujours de ſe mouvoir ? Ne devroit-elle pas reſter ſans mouvement après le choc, comme il arrive à la boule *F*, lorſqu'elle rencontre *D* en repos ?

Quoique ces deux cas paroiſſent ſemblables, ils diffèrent cependant entre eux, en ce que la boule *F* de notre prémière expérience, n'a qu'un mouvement ſimple & direct, au-lieu

que

que la bille qu'on lui compare en a deux : car non ſeulement ſon centre eſt porté en ligne droite, mais en meme tems elle roule ſur le plan, & toutes les parties de ſa ſurface décrivent des cercles parallèles autour de ſon axe. Lorſqu'elle rencontre une bille en repos, le mouvement direct de ſa maſſe totale eſt arrêté, par les raiſons que nous avons rapportées : mais celui de ſes parties autour de l'axe commun ſubſiſte ; deſorte que dans l'inſtant du choc, ſi le plan s'évanouïſſoit, & qu'elle fût ſoutenue par ſes poles, on la verroit tourner ſans avancer ni reculer ; mais ſi ce mouvement de rotation ſe fait ſur un plan, il faut de néceſſité qu'il porte la bille en avant : c'eſt une choſe qui ſe conçoit aiſément.

II. PROPOSITION.

Si deux corps élaſtiques égaux ou inégaux en maſſe, viennent ſe heurter avec des viteſſes propres qui ſoient égales ou inégales, ils ſe ſéparent après le choc, & leur viteſſe reſpective eſt la même qu'avant le choc.

Car ſi ces deux corps étoient ſans

reſſort, ou ils s'arrêteroient réciproquement, ou l'un des deux emporteroit l'autre, comme on l'a vu par les expériences du prémier article. S'ils ſe ſéparent, c'eſt donc uniquement en vertu de leur réaction: mais nous avons vu auſſi que cette réaction eſt égale à la compreſſion, qui eſt comme la viteſſe reſpective avant le choc: celle qui en réſulte après le choc doit donc être ſemblable, & c'eſt ce que l'expérience confirme.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *D* peſant 2 onces, & la boule *F* autant, on les fait tomber l'une contre l'autre par des arcs de 6 degrés chacun. C'eſt le cas où les maſſes & les viteſſes propres ſont égales.

EFFETS.

Après le choc, les deux boules ſe ſéparent, & remontent chacune de ſon côté un arc de 6 graduations: ainſi les viteſſes propres ſont de 6 degrés, & la viteſſe reſpective de 12, comme avant le choc.

Ex-

EXPLICATIONS.

Les deux boules en s'entrechoquant à forces égales, ont perdu tout leur mouvement primitif; mais la réaction égale à la force avec laquelle elles se sont comprimées, où (ce qui est la même chose) à leur vitesse respective, les a remises en état de remonter les 6 graduations qu'elles avoient parcourues en descendant.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut donner à la boule *D* 4 onces de masses, & à la boule *F* 2 onces, & les faire tomber l'une contre l'autre, la prémière par un arc de 4 graduations, & la seconde par un arc de 8: c'est un des cas où il y a inégalité de masses, & de vitesses propres, quoique la vitesse respective soit encore 12.

EFFETS.

Les deux boules après s'être heurtées, retournent à l'endroit d'où elles

ſont parties avant le choc, ce qui fait voir que la viteſſe reſpective eſt la même que devant.

EXPLICATIONS.

Si les boules *D* & *F* de cette expérience, n'avoient point de reſſort, elles s'arrêteroient réciproquement, parce que leurs forces ſont égales; car 4 onces de maſſe multipliées par 4 degrés de viteſſe, donnent 16 pour la quantité du mouvement, ce qui eſt égal à 8 degrés de viteſſe, multipliée par 2 onces de maſſe. Mais ces deux boules ſont élaſtiques, & leur compreſſion eſt l'effet d'une viteſſe reſpective de 12 degrés: la réaction eſt donc une pareille viteſſe apliquée d'une part à une boule de 2 onces, & de l'autre à une boule de 4 onces: mais la force qui peut transporter 2 onces à 8 graduations, n'en peut faire parcourir que 4 à une maſſe de 4 onces, pendant le même tems: ainſi les deux boules après le choc ont dû revenir aux endroits d'où elles étoient parties, comme l'expérience l'a repréſenté.

APLI-

APLICATIONS.

Ce que nous avons enſeigné touchant le choc de deux corps à reſſort, a lieu auſſi quoiqu'il y en ait un plus grand nombre contigus les uns aux autres; & ces effets s'exécutent avec une promtitude admirable. Si l'on ſuſpend, par exemple, 7 ou 8 boules d'ivoire de manière qu'elles aient leurs centres dans une méme ligne, comme le repréſente la *Fig.* 19. & que l'on faſſe tomber la prémière par un arc de cercle contre la ſeconde, la huitième ſe ſéparera des autres avec une viteſſe ſemblable à celle qu'auroit eu la ſeconde après le choc, ſi rien ne s'étoit oppoſé à ſon paſſage: & ſi l'on en fait tomber deux enſemble contre la troiſième, les deux dernières ſe ſépareront des autres, qui demeureront toutes en repos.

De-même auſſi, que l'on faſſe tomber la huitième contre la ſeptième d'une part, & de l'autre la prémière contre la ſeconde, ces deux boules choquantes remonteront après le choc par les mêmes arcs qu'elles auront parcourus en deſcendant, com-

me ſi leur percuſſion avoit été immédiate.

Pour expliquer ces effets, il faut ſe ſouvenir de ce que nous avons dit à la page 311, qu'une boule à reſſort dans l'inſtant du choc, prend une figure ovale, par laquelle non ſeulement la partie choquée eſt raprochée du centre, mais encore celle qui lui eſt diamétralement oppoſée. Ces deux parties ſe rétabliſſent auſſitôt, & avec des viteſſes égales à celle avec laquelle s'eſt faite leur compreſſion. On conçoit donc que la ſeconde boule frappée par la prémière, ſe ſépare d'abord un peu de la troiſième, & qu'aiant pris, tant par communication que par réaction, une viteſſe égale à celle du corps qui l'a heurtée, comme nous l'avons expliqué dans la prémière expérience de la prémière propoſition, elle fait ſur la boule ſuivante ce que la prémière a fait ſur elle. La même choſe ſe fait de la troiſième à la quatrième, & ainſi de ſuite juſqu'à la dernière, qui n'étant retenue par rien, obéit à l'impulſion qu'elle reçoit, & décrit un arc qui exprime une viteſſe ſemblable

à

à celle du prémier corps choquant.

Ces exemples de mouvemens communiqués par des corps élastiques & contigus, pourront nous servir dans la suite, pour appuyer quelques opinions (vraisemblables d'ailleurs) touchant certains phénomènes sur l'explication desquels les Physiciens sont encore partagés. Nous nous contentons pour le présent d'établir ces principes d'expérience, que nous rappellerons, & dont nous ferons usage à mesure que l'ordre des matières le permettra.

COROLLAIRE.

On a pu remarquer par les expériences que nous venons de rapporter, que quand les corps à ressort se choquent de manière qu'ils aillent dans la même direction, ou que l'un des deux reste en repos après le choc, la somme des mouvemens est la même après comme avant la percussion; car immédiatement avant le choc de la prémière expérience, tout le mouvement réside dans la boule *F*, & sa quantité est 12, savoir 6 de vitesse multipliée par 2 de masse; & après

le choc pareille quantité se retrouve dans la boule *D* qui se meut seule.

Mais si l'un des deux retourne en arrière, la quantité du mouvement se trouve plus grande après qu'avant le choc, comme il paroit par le résultat de la troisième expérience; car avant que la boule *F* rencontre la boule *D* en repos, sa quantité de mouvement est 12, savoir 6 de vitesse multipliée par 2 onces. Et après la percussion, la somme des mouvemens est 20; savoir dans la boule *D*, 16, produit de 4 onces par 4 degrés de vitesse; & dans la boule *F*, 4, produit de 2 onces par 2 de vitesse.

Non seulement la somme des mouvemens est plus grande après le choc, mais celui du corps choqué excède même en quantité celui du corps choquant, avant le contact. Car dans la boule *F* avant le choc, le mouvement étoit 12, & après la percussion, il est 16 dans la boule *D*, comme nous venons de le remarquer.

Cet excès ou cette différence de mouvement dans le corps choqué, égale précisément la quantité de celui qui retrograde après le choc: c'est ce qu'on

qu'on appercevra d'abord, si l'on fait attention que la quantité du mouvement dans la boule *F* qui retourne en arrière, est 4, différence de 16 à 12.

Ainsi les masses étant connues, si l'on sait la vitesse de celle qui retrograde après le choc, on peut savoir la quantité du mouvement de l'autre, & quelle a été la somme du mouvement primitif.

Nous ne devons pas quiter cette matière, sans avertir qu'on ne doit point estimer l'impulsion des fluïdes, selon les règles que nous avons établies touchant le choc des corps solides; ceux-ci aiant leurs parties liées agissent selon toute leur masse: mais il n'en est pas de-même de l'action des autres, à cause de la mobilité respective de leurs parties: il n'y a que ce qui est immédiatement & directement exposé au choc, qui fasse effort; le reste ne perd point sa vitesse, & par conséquent ne contribue point à l'effort: c'est pourquoi l'eau & le vent ne communiquent pas tout d'un coup leur vitesse actuelle à un mobile, ce n'est qu'après un certain tems que celui-ci reçoit tout le mouvement qui

peut lui être tranſmis. C'eſt une choſe dont il eſt aiſé de ſe convaincre, en obſervant les ailes d'un moulin à vent, ou la roue d'un moulin à l'eau, quand elles commencent à ſe mouvoir.

Fin du prémier Volume.

TA-

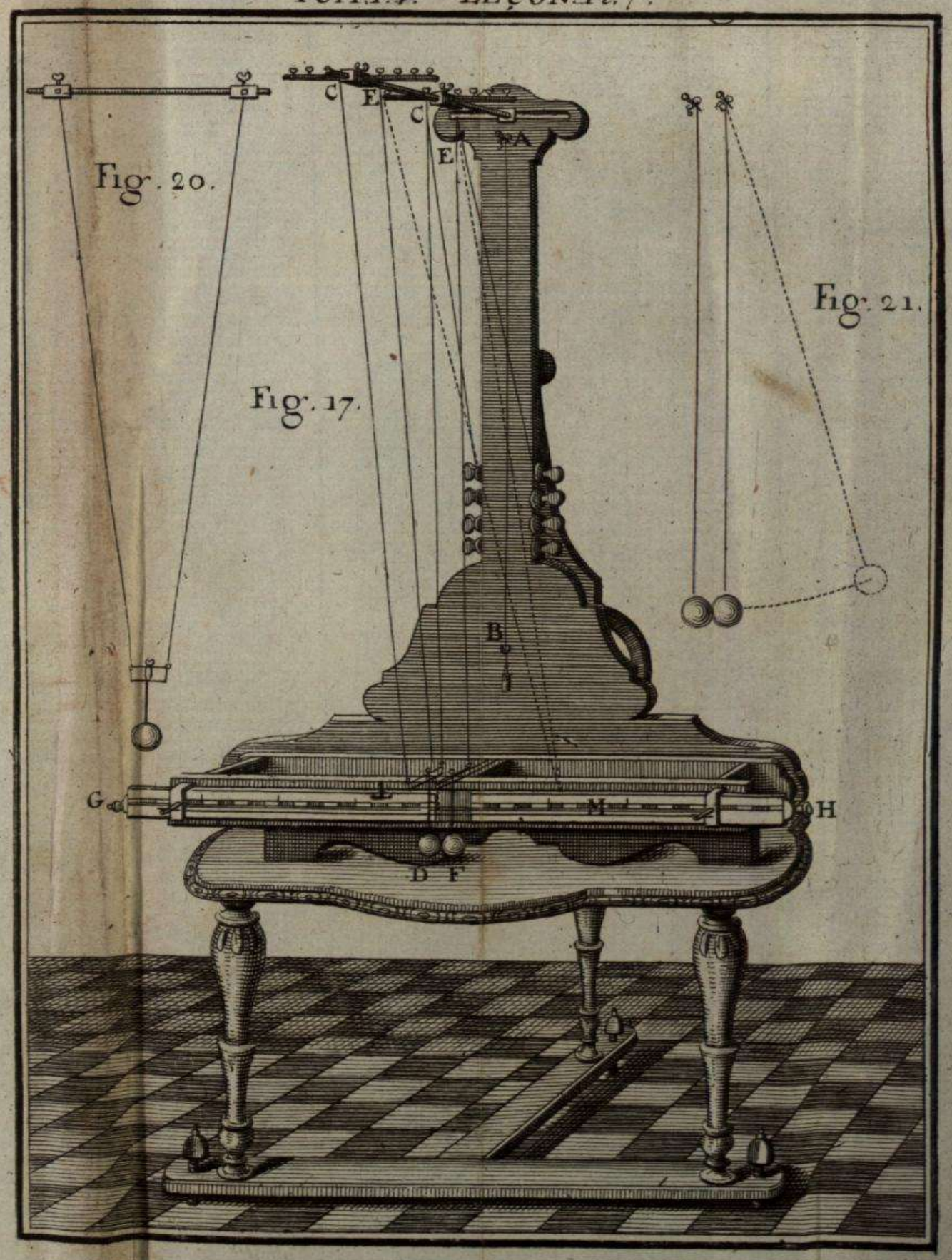


Fig. 20.
Fig. 17.
Fig. 21.
C
E
C
E
A
B
G
L
M
H
D
F

TABLE
DES MATIERES

Contenues dans le prémier Volume.

EXPLICATION de quelques termes de Géométrie employés dans cet Ouvrage.

PREMIERE LEÇON. 5.

PRELIMINAIRE. *Page* 1.
PREMIERE SECTION. De l'étendue & de la divisibilité des Corps. 5.
I. EXPERIENCE, qui prouve que la Matière est divisible en un très grand nombre de parties. 15.
II. EXP. pour prouver la même proposition par des dissolutions. 19.
III. EXP. qui prouve la même chose par les odeurs. 27.
IV. EXP. qui prouve encore la divisibilité des Corps, par les parties colorantes. 33.
Preuves tirées de la ductilité des Métaux, & des procédés qui sont en usage chez les Batteurs & Fileurs d'Or. 35. *& suiv.*
SECONDE SECTION. De la figure des Corps. 45.
I. EXP. qui prouve que les plus petits grains

de sable sont figurés. 50.
II. Exp. qui prouve que les différens Sels sont composés de parties diversement figurées. 52.
III. Exp. par laquelle on fait voir que les plus petits Insectes diffèrent en figures, autant & plus que les plus grands Animaux. 56.
TROISIEME SECTION. De la solidité des Corps. 65.
I. Exp. Que les Matières les moins compactes sont capables de résister à d'autres Corps. 68.
II. Exp. qui prouve la même chose. 74.

II. LEÇON.

De la porosité, compressibilité & élasticité des Corps.

PREMIERE SECTION. De la Porosité. 80.
I. Exp. qui prouve la porosité du Bois. 82.
II. Exp. qui fait voir la porosité de la peau des Animaux. 89.
III. Exp. par laquelle on fait voir que la coque des Oeufs est poreuse. 94.
IV. Exp. qui prouve la porosité du Papier, & de plusieurs autres Matières, par les Encres de sympathie. 100.
Que la quantité & la figure des pores n'est pas la même en toute matière. Preuves tirées de la Gravure à l'eau-forte, de la Teinture des Marbres, & des Vernis. 106. *& suiv.*
SECONDE SECTION. De la compressibilité & de l'élasticité des Corps. 114.

I. Exp.

I. Exp. qui prouve que l'Eau n'eſt pas ſenſiblement compreſſible. 119.
II. Exp. qui prouve la même choſe. 120.
III. Exp. par laquelle on prouve que les Corps ſolides les plus durs ſont ſenſiblement compreſſibles. 126.
De l'élaſticité ou reſſort des Corps. Remarques ſur les aplications qu'on a faites des Corps à reſſort aux Montres, aux Pendules, aux Armes à feu, aux Voitures, aux Sons, &c. 130. *& ſuiv.*
Comment les Métaux acquièrent du reſſort; les effets de la trempe ſur l'Acier. 137. *& ſuiv.*
Digreſſion ſur les Sens en général. 144. Et en particulier du Toucher. 151. Du Goût. 157. Et de l'Odorat. 164.

III. LEÇON.

De la mobilité des Corps.

Du Mouvement, de ſes propriétés & de ſes loix.
PREMIERE SECTION. De la mobilité des Corps. 177.
I. Exp. pour prouver que la force d'inertie n'eſt pas la même choſe que la peſanteur. 186.
SECONDE SECTION. Du Mouvement en général, & de ſes propriétés. 190.
Diſtinction des Forces vives & des Forces mortes. 198.
TROISIEME SECTION. Des Loix du Mouvement ſimple. 206.
Prémière Loi du Mouvement ſimple. 207.
Art. I. De la réſiſtance des Milieux. 211.

I. Exp.

I. Exp. qui prouve que les Milieux résistent en raison de leurs densités. 213.
II. Exp. qui prouve la même chose. 218.
III. Exp. par laquelle on prouve que la résistance des Milieux est proportionnelle aux volumes des Corps qui s'y meuvent. 223.
Art. II. De la résistance des Frottemens. 230.
I. Exp. qui fait connoître deux sortes de Frottemens, fort différens l'un de l'autre. 240.
II. Exp. qui fait voir qu'on doit tenir compte des surfaces, lorsqu'on veut évaluer les Frottemens. 248.
III. Exp. qui prouve que les Frottemens augmentent beaucoup plus par les pressions, que par la grandeur des surfaces. 252.
Conclusion sur le Mouvement perpétuel méchanique. 255.

IV. LEÇON.

Suite des Loix du Mouvement simple.

Des causes qui changent la direction du Mouvement. 259.
Seconde Loi du Mouvement simple. 260.
Troisième Loi du Mouvement simple. 261.
PREMIERE SECTION. Du changement de direction occasionné par la rencontre d'une matière fluïde. 262.
I. Exp. pour prouver que l'obliquité d'incidence est une condition nécessaire pour la refraction. 266.
II. Exp. pour prouver qu'il y a refracton, lorsque les Milieux sont différens, & que

le

le Mobile passe obliquement de l'un dans l'autre. 272.
III. Exp. qui fait voir que quand l'incidence du Mobile est trop oblique, la refraction change en réflection. 282.
SECONDE SECTION. Du Mouvement réfléchi. 289.
I. Exp. Qui fait voir qu'il n'y a point de Mouvement réfléchi, quand il n'y a point de ressort dans le mobile, ou dans le plan qui est choqué. 301.
II. Exp. qui prouve que le Mouvement devient réfléchi, quand le Corps choqué, ou celui qui choque, est élastique. 306.
III. Exp. pour faire voir que l'angle de réflection est égal à celui d'incidence. 312.
TROISIEME SECTION. De la communication du Mouvement dans le choc des Corps. 316.
Art. I. Du choc des Corps non élastiques. 322.
I. Propos. Quand un Corps en repos est choqué par un autre Corps, la vitesse du Corps choquant se partage entre les deux selon le rapport des masses. *ibid.*
I. Exp. dans laquelle on emploie des masses égales. 323.
II. Exp. dans laquelle le Corps choqué a deux fois autant de masse que le Corps choquant. 327.
III. Exp. dans laquelle le Corps choquant a deux fois autant de masse que le Corps choqué. 328.
II. Propos. Quand deux Corps, qui se meuvent du même sens avec des vitesses inégales, viennent à se heurter, soit que leurs masses soient égales ou non, ils conti-

continuent de se mouvoir ensemble, & dans leur prémière direction, avec une vitesse commune, moins grande que celle du Corps choquant, mais plus grande que celle du Corps choqué avant la percussion. 333.

I. Exp. Avec des masses égales, les vitesses étant dans le rapport de 3 à 6. 334.

II. Exp. Avec des masses, l'une double de l'autre, & des vitesses qui sont en raison réciproque des masses. 336.

III. Exp. dans laquelle l'un des deux Corps aiant une fois moins de masse que l'autre, a deux fois autant de vitesse que lui. 338.

III. Propos. Si les deux Corps qui doivent se choquer, se meuvent en sens directement contraires, le mouvement périra dans l'un & dans l'autre, ou au moins dans l'un des deux: s'il en reste après le choc, les deux Corps iront du même sens, & la quantité de leur commun mouvement sera égale à l'excès de l'un des deux avant le choc. 341.

I. Exp. Avec deux Corps dont les masses & les vitesses sont égales. *ibid.*

II. Exp. Avec deux Mobiles, dont les quantités de mouvement sont dans le rapport de 12 à 24. 343.

Corollaire, ou Conséquences des Propositions précédentes. 347.

Art. II. Du choc des Corps à ressort. 349.

I. Propos. Quand un Corps à ressort va frapper un autre, Corps à ressort qui est en repos, ou qui se meut du même sens que lui, celui-ci après le choc se meut dans

dans la direction du Corps qui l'a frappé, & avec une viteſſe compoſée de celle qui lui a été donnée immédiatement, ou par communication, & de celle qu'il acquiert par ſa réaction après le choc; & le Corps choquant dont le reſſort agit en ſens contraire, perd en tout, ou en partie, ce qu'il avoit gardé de ſa viteſſe prémière; & ſi ſon mouvement réfléchi excède le reſtant de ſa prémière viteſſe, il retrograde ſuivant la valeur de cet excès. 351.

I. Exp. Avec deux Mobiles de même maſſe, & qui ont des reſſorts égaux. 352.

II. Exp. Avec deux Corps également élaſtiques, celui qui eſt choqué aiant une fois moins de maſſe que l'autre. 354.

III. Exp. Avec des Corps également élaſtiques, celui qui choque aiant une fois moins de maſſe que l'autre. 356.

II. Propos. Si deux Corps élaſtiques égaux, ou inégaux en maſſe, viennent ſe heurter avec des viteſſes propres qui ſoient égales ou inégales, après le choc ils ſe ſéparent, & leur viteſſe reſpective eſt la même qu'avant le choc. 363.

I. Exp. Avec des Boules d'ivoire de même poids, & qui ont des viteſſes égales. 364.

II. Exp. Avec des Boules d'ivoire, dont les viteſſes & les maſſes ſont inégales. 365.

Corollaires, ou Conſéquences des Propoſitions précédentes. 369.

Fin de la Table des Matières du prémier Volume.

MOLIERE
DE
CLASSIQUE

TOM. I