Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

4995

Deporte

65-67

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

11063

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

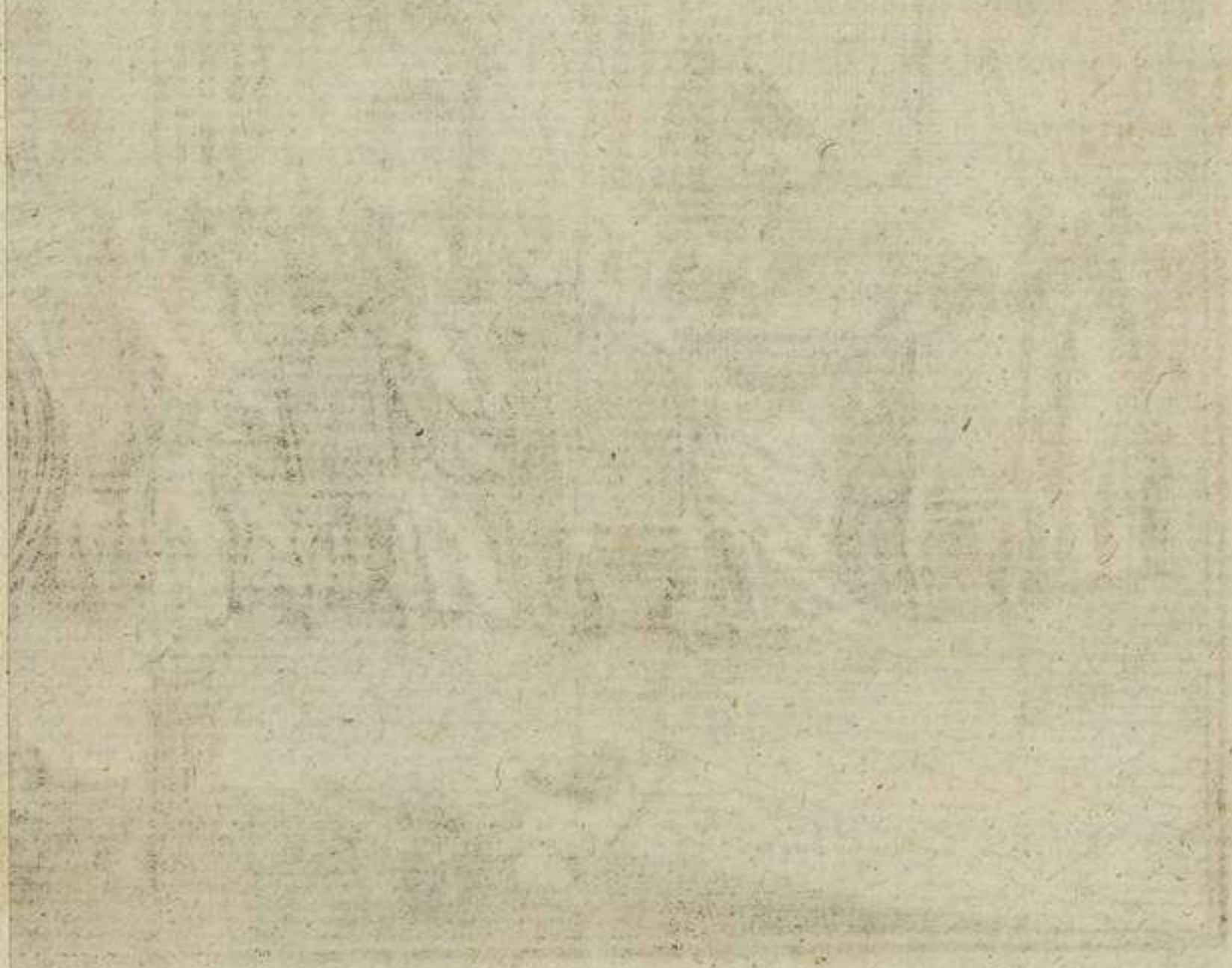
Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

LEÇONS
DE PHYSIQUE
EXPÉRIMENTALE.

TOME PREMIER.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Moreau inv. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

Par M. l'Abbé NOLLET, *de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, Maître de Physique de* MONSEIGNEUR LE DAUPHIN, *& Professeur Royal de Physique Expérimentale.*

TOME PREMIER.

QUATRIEME EDITION.

BIBLIOTECA PUBLICA MAHON

A PARIS,
Chez HIP. L. GUERIN & L. F. DELATOUR, rue S. Jacques, à S. Thomas d'Aquin.

M. DCC. LIV.

Avec Approbation, & Privilége du Roi.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Reg. por D. Francisco Andreu y Pons

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

A

MONSEIGNEUR

LE DAUPHIN.

MONSEIGNEUR,

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 approuvé par le ſage Conſeil qui régle vos études : un tel exemple apprendroit, ſi l'on ne le ſçavoit pas, que la connoiſſance 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 flatté que je pourrois un jour vous en offrir les fruits ; je touche enfin au terme de mes désirs & de mes espérances ; vos ordres m'appellent.* *

Le Public qui apprendra mon bonheur par cette Epître, verra sans doute avec plaisir, qu'en faisant usage de mes foibles talens, vous honorez de vos regards

* La premiere édition de cet Ouvrage fut faite en 1743. lorsque l'Auteur fut appellé à la Cour pour donner des Leçons de Physique à Monsieur le Dauphin.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

& de vos faveurs un établiſſement auquel il a bien voulu applaudir ; & tout le monde ſentira 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-fidéle Serviteur,
J. A. NOLLET.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 guère en étendre les limites, s'il n'en réforme l'objet; parce que le déſir de ſçavoir, qui naît 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 ſiécles, cette ſcience n'a été preſque autre choſe qu'un vain aſſemblage de ſyſtêmes 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 ruines de ceux qui l'avoient précédé; de tems en tems l'on a vû 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 at-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

tendre, & qu'ils ont eû, 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 regner 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'euſſent oſé ſe montrer à découvert, ceux qui faiſoient profeſſion de les poſſéder, affectoient des expreſſions qui n'offroient que des idées confuſes, & dont la plûpart étoient abſolument inintelligibles pour quiconque n'étoit pas encore convenu de s'en contenter. On donnoit pour des explications certains mots vuides de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

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 éviden-
tes, lorſqu'elle put ſe faire honneur d'être entendue de tout le monde. Deſcartes, ſon premier réformateur, après l'avoir tirée de l'obſcuriré 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

Cette réforme porta principalement ſur la maniére 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 particuliéres, qu'il ſe préſentoit de phénoménes 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 Sçavans; & leurs découvertes excitant de toutes parts l'attention & la curioſité, on vit naître des amateurs

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

de tout ſexe & de toute condition.

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 élémentaires, qui remplirent à cet égard les déſirs 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 élémens, 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 pro-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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'auroient 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 ſçavent communément.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Cours de Phyſique expérimentale, je rendis compte de la maniére 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 matiéres 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 flatter 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 régle que je preſcrivois à mon zèle; mais je ne regardois alors qu'autour de moi; attentif au ju-

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

gement qu'on porteroit de mes efforts & de leurs ſuccès, je n'étendois point mes vûes 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 applaudie, mais imitée dans nos Provinces ** par les Colléges,

* En 1739. je fus appellé à la Cour de Turin, où je reſtai plus 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 puſſent s'en ſervir dans la ſuite pour cultiver & pour enſeigner la Phyſique par voie d'expérience.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 maniére d'enſeigner, me vaudroit enfin l'honneur de travailler ſous les yeux & pour l'utilité de les exercices publics.

L'Univerſité de Reims en uſe de même ; & j'y ai envoyé une collection d'inſtrumens qui eſt déja 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 Penthiévre voulut voir un de mes Cours de Phyſique, auquel S. A. S. aſſiſta avec beaucoup d'aſſiduité & 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

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

Ces événemens que je ne rappelle point ici par un ſentiment de vanité, quoiqu'ils ſoient bien capables d'en inſpirer, m'aſſûrent en quelque ſorte du ſuccès de mon entrepriſe, & de l'approbation que l'on veut bien lui continuer. C'eſt donc pour m'acquitter 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 ſçauront pas

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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'Algébre ou de Géométrie, & certains détails qui s'écartent trop des premiers principes ; je penſe auſſi que l'utilité qu'on en peut attendre, ne ſeroit point apperçue par ceux qui ne font que s'initier, ou qui ont réſolu de ne donner à cette étude que des momens de récréation, qui ne prennent rien ſur des occupations plus

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

plus néceſſaires relativement 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 plûpart 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 utilement, lorſque je travaille en

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

particulier avec des perſonnes qui veulent faire une étude plus ſérieuſe de la Phyſique, & qui s'y ſont préparées par celle des Mathématiques ; mais ayant 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'application 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 Supplémens, & ſous le titre d'*Annotations*.

Quoique je me ſois abſtenu d'employer aucune expreſſion d'Algébre, aucun ſigne de Géométrie, par ménagement pour le

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 premiere 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 premier Volume un petit Dictionnaire, & une Planche où les Com-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

mençans trouveront l'explication des termes qui ſe rencontrent fréquemment dans le cours 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 particuliérement ; c'eſt, ſans aucune préférence perſonnelle, & ſans diſtinction de nom, celle qu'un accord général & des faits bien conſtatés me paroiſſent avoir ſolidement 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 ſoient, & dans quelque

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 ou démontré ſelon les régles: en matiére 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 ſyſtêmes qui ont été propoſés ſur le méchaniſme de l'Univers, & qui ont partagé les Philoſophes tant anciens

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

que modernes. Quoiqu'on puiſſe abſolument ignorer tous ces efforts d'imagination, qui pour la plûpart, 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 guère 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 matiere avec le même agrément qu'on rencontre dans tous ſes écrits.

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

* Hiſt. du Ciel, Liv. 2.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

j'écarte ſoigneuſement toutes les queſtions métaphyſiques qui pourroient tenir en quelque ſorte aux matiéres que j'ai à traiter : ſi l'on eſt curieux de ſuppléer 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 matiére ce qu'il y a de plus intéreſſant, de plus nouveau, & qui me paroît 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

je le ſçais, 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, ayant ſoin d'en écarter tout ce qui pourroit s'y mêler d'étranger, pour ne point partager l'attention. Enfin je raméne, ſoit à la queſtion même, ſoit aux faits qui m'ont ſervi de preuves, tout ce qui peut y avoir rapport dans les Phénoménes 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'aye 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

j'ai crû 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 apprendre de ſuite ſans une application 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 Matiéres 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

pes pour l'intelligence des autres ; ainſi quoiqu'on puiſſe à la rigueur prendre chaque Leçon ſéparément, & que la plûpart ayent entr'elles une eſpéce 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 premiéres 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 vû l'appareil de mes Inſtrumens, en aſſiſtant à mes Cours, ſeront peut-être ſurpris de ne retrouver dans les gravûres de cet Ouvrage, qu'une partie de ce qu'ils ont vû dans mes

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

cabinets ; il eſt juſte d'expoſer les motifs qui m'ont fait ſupprimer ce qu'on pourroit peut-être déſirer de plus, ſi j'annonçois ces volumes comme un recueil de mes Démonſtrations.

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 promptement les idées, c'eſt de parler aux yeux par des opérations ſenſibles. En conſéquence de cette vérité, je me ſuis pourvû de certaines machines que j'ai imaginées pour faire entendre mes penſées aux perſonnes qui n'ont des Sciences qu'une teinture très-legère, & pour leur faire prendre plus facilement & en moins de tems, certaines notions ſans leſquelles on

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 piéces 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 déja 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 crû devoir y faire entrer plus d'expériences qu'il n'en faut pour prouver ſolidement la doctrine qu'il renferme. Je l'ai déja

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 flatté 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 Propoſition, je n'emploie jamais qu'un certain nombre qui ſoit ſuffiſant ; & par

* Program. ou Idéé gén. d'un Cours de Phyſ. dans la Préf. p. x.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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, ébloüi d'un nombre ſuperflu d'opérations, pût perdre de vûe 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 affermiſſent 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 expérimentale, & non pas un cours d'expériences.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 matiéres, 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 plûpart 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 Inſtrumens de Phyſique, & ſur la maniére de les conſtruire, pour

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

aider le zéle des Amateurs ou des Sçavans qui s'appliquent 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 pû m'apprendre touchant cette matiére. 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 ſupprimé les pratiques qui regardent l'Ouvrier.

Quant au choix des expériences, j'ai quelquefois préféré celles qui ſont connues depuis longtems, à d'autres plus récentes, parce que je leur ai trouvé un rapport plus direct aux propoſitions que j'avois à prouver, ou parce qu'elles donnoient lieu à des ap-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

plications 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 Sçavans de profeſſion, la plûpart 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 *Applications* 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

perſonnes qui ont déja 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 premiéres années de leur vie dans des Collé-
ges 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 réflexion d'un Sçavant bien reſpecté, & bien digne de l'être,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 Payſan le moins inſtruit, pendant que l'autre ne le ſeroit pas du plus ſçavant Philoſophe. Quelqu'un ignore-t-il qu'une éponge, une pierre tendre, un morceau de ſucre ſe mouille entiérement avant que d'être tout-à-fait plongé? mais quelqu'un ſçait-il bien pourquoi cela ſe fait? D'ailleurs les phénoménes les plus communs ne le paroiſſent pas toujours également, quand on les conſidère par toutes les faces. Tout le monde ſçait qu'une pierre tombe en

* M. de Fontenelle, Hiſt. de l'Acad. des Scienc. 1699. dans la Préf. p. xi.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

vertu de ſa peſanteur; mais tout le monde ne ſçait pas qu'en tombant elle doit parcourir des eſpaces qui répondent aux quarrés des tems de ſa chûte. En faiſant application de ce dernier effet, après l'avoir prouvé, ſi je dis qu'une bouteille ou un verre peut ſe caſſer en tombant, aſſûrément 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 premiére : mais ſi j'ajoûte qu'un Corps grave en tombant ſe briſe en vertu de ſa chûte accélérée, & qu'on peut prévoir l'effort qu'il ſera capable de faire à la fin de cette chûte, en meſurant la hauteur du lieu d'où il tombe; je ne crois pas que cette obſervation

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ſoit inutile pour tous ceux à qui je la propoſe; & ſi quelqu'un après l'avoir lûe ſe plaignoit que j'aie voulu lui apprendre qu'un verre peut ſe caſſer en tombant, ou qu'il ſe briſe plus ſûrement en tombant de plus haut, il feroit voir qu'il a peu de diſcernement, ou beaucoup de mauvaiſe humeur.

Graces au bon goût qui regne dans notre ſiécle, 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 ſçait 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'expé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

rience, elle peut être entendue tout âge & en tous lieux. L'étude de la Nature étoit encore, pour ainſi dire, au berceau ; la connoiſſance qu'on avoit de ſes phénoménes & de leurs cauſes, méritoit à peine le nom de Science, qu'un des plus grands hommes de l'Antiquité la vantoit déja 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 pré-

* *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 Archia Poët. n°. 16.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ſent qu'elle occupe dans tous les états policés des compagnies de Sçavans, 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 fluides, ſur l'action & ſur les effets d'une infinité de machines, nouvelles ou anciennes, touchant

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

le choix deſquelles on a ſouvent intérêt de ſçavoir 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 déſirer d'en connoître la méchanique & les propriétés, ſur leſquelles la conſtruction de ces inſtrumens eſt fondée? A qui peut-il être inutile d'apprendre 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 ſçavoir 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 apprenons;

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

Un illuſtre Prélat *, en faiſant l'Hiſtoire de l'Education d'un grand Prince, qui lui avoit été confiée, me fournit un exemple & une preuve bien authentique 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

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 plû-

* *Experimenta verò rerum naturalium ſic exhibere ſecimus, 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

DISCOURS*

Sur les diſpoſitions & ſur les qualités qu'il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la Phyſique expérimentale.

ON peut dire des Eſprits qui s'appliquent aux Sciences, ce qu'un Poëte célebre nous fait obſerver touchant les différentes terres que l'on cultive; comme elles ne ſont pas également propres à toutes ſortes de productions (*a*), nous ne devons pas non plus nous attendre, que chaque génie réuſſiſſe dans quelqu'étude qu'il s'engage: s'il en eſt d'aſſez heureuſement nés pour pouvoir ſe flatter d'un ſuccès univerſel, ce ſont de ces exemples rares, qu'il faut moins attendre qu'admirer, quand ils ſe rencontrent: ſelon le cours ordinaire de la nature, nous naiſſons preſque tous avec une aptitude particuliere pour quelque objet: heureux celui qui n'en eſt pas détourné par un choix forcé, ou par des circonſtances contraires à ſon inclination! Il eſt donc raiſonnable d'examiner d'une part de quelle ſorte d'application un homme eſt capable, & de l'autre, ce qu'exige de lui l'eſpece d'étude à laquelle on voudroit l'appliquer, afin d'aſ-

* Ce diſcours a été prononcé le 16. Mai 1753 à l'ouverture de la nouvelle Ecole de Phyſique expérimentale établie par le Roi, & publié enſuite par ordre de l'Univerſité.

(*a*) *Nec verò terræ ferre omnes omnia poſſunt.* Virg. Georg. lib. 2.

Ministério de Educación, Cultura y Deporte

ſortir le travail au goût & au pouvoir de celui qui l'entreprend, & de ne point tomber dans le défaut d'un laboureur qui enſemenceroit de froment une terre deſtinée par la nature à porter une forêt.

C'eſt pour faciliter un tel examen, que je me ſuis propoſé de raſſembler dans ce Diſcours les différentes parties d'un Phyſicien qui s'applique à l'art des Expériences, & de faire comprendre par-là les diſpoſitions & les qualités avec leſquelles il peut eſpérer de réuſſir. Il entre dans mon deſſein de montrer les difficultés & les peines qui accompagnent cette étude; mais je ne diſſimulerai pas les avantages, ni les agrémens qu'on y peut goûter : ce vaſte champ eſt parſemé de fleurs, comme il eſt hériſſé d'épines; ſi j'en éloigne ceux qui ne ſeroient point propres à le parcourir avec fruit, je deſire plus que perſonne qu'il ne ſoit point abandonné, que les richeſſes qu'il renferme, ſe découvrent de plus en plus, & qu'elles ſoient recueillies de même.

L'objet de la Phyſique expérimentale eſt de connoître les phénomenes de la nature, & d'en montrer les cauſes par des preuves de fait : elle differe de l'Hiſtoire naturelle, en ce que celle-ci, ſans rendre raiſon des effets, a pour but principal de nous donner en détail la connoiſſance des corps dont l'univers eſt compoſé, de nous en faire diſtinguer les genres, les eſpeces, les variétés individuelles, les rapports que ces êtres ont entr'eux, & leurs différentes propriétés. La premiere de ces deux Sciences entreprend de nous dévoiler le méchaniſme de la nature; la derniere nous offre, pour ainſi dire, l'inventaire de nos richeſſes : l'une & l'autre ſont

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

tellement liées enſemble, qu'il eſt preſqu'impoſſible de les ſéparer : un Phyſicien qui n'eſt point Naturaliſte eſt un homme qui raiſonne au haſard & ſur des objets qu'il ne connoît point ; le Naturaliſte, qui n'eſt pas Phyſicien, n'exerce que ſa mémoire. S'appliquer à la Phyſique expérimentale, c'eſt donc s'engager à étudier la Nature, non-ſeulement dans ſes effets, mais encore dans les différens matériaux qu'elle employe pour les produire ; c'eſt l'examiner dans tout ce qu'elle a fait, pour ſe mettre plus en état d'apprendre de quelle maniere elle agit.

Je vois principalement deux choſes à faire pour quiconque voudra parvenir à cette double connoiſſance. La premiere, & par laquelle il faut commencer, eſt de ſe mettre bien au fait de certaines vérités qui ſont reçues comme principes, & de s'inſtruire de toutes les découvertes qui ont été faites avant nous. La ſeconde, eſt de travailler à augmenter ce premier fond de connoiſſances, par ſes propres recherches, ou en profitant de celles des contemporains. Nous n'oſons prétendre, nous ne devons pas même déſirer, que tous nos Auditeurs ſe faſſent Phyſiciens de l'une & de l'autre maniere ; l'intérêt commun des Sciences demande que les hommes ſe partagent pour les cultiver ; la plûpart de ceux qui auront ſuivi nos Leçons, entraînés par d'autres goûts, ou privés des moyens néceſſaires pour ſe livrer à de nouvelles recherches, s'en tiendront ſans doute au premier degré d'inſtruction, ſe contentant de bien entendre & de ſçavoir ce que le travail d'autrui leur aura offert. Mais en même-tems, nous nous flattons que dans le grand nombre, il s'en trouvera pluſieurs à

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

qui nous ferons naître le désir de porter plus loin cette étude, & qui s'y livreront dans la suite entierement, ou du moins dans les momens de loisir que leurs professions & leurs affaires leur pourront laisser. Comme les uns & les autres doivent commencer de la même façon; je vais d'abord tracer la route que doivent suivre ceux qui veulent s'initier en Physique.

Voulez-vous apprendre ce que l'on sçait aujourd'hui en Physique, vous mettre au fait des principes de cette Science, & en état de raisonner sensément sur les effets naturels? Fréquentez les Ecoles, informez-vous de ce qui se passe dans les Compagnies de Sçavans qui étudient la Nature; soyez attentif aux découvertes particulieres qui viendront de bonne part; lisez les bons Auteurs; voilà les moyens: vous pourrez les employer avec fruit, si vous êtes assidu, si vous avez l'esprit libre de préjugés & une juste défiance contre l'erreur & l'illusion.

Graces à la méthode introduite par Descartes, & à la réforme qu'elle a mise dans notre maniere de philosopher, on peut dire que dans presque toutes les Ecoles de Philosophie, il n'y a plus maintenant qu'à profiter pour la jeunesse qui les fréquente; on ne l'assujettit plus à ce langage inintelligible, qui déshonoroit la raison; on lui donne pour regle de ne se rendre qu'à l'évidence, & de ne croire que ce qu'elle comprend; on ne lui offre pour expliquer les effets naturels que des causes palpables & vraiment physiques: ou si quelquefois on employe des conjectures pour deviner ce que l'on ne voit pas, on ne les présente que comme des probabilités que l'autorité

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

l'autorité la plus grave & la plus reſpectable ne défend pas contre un doute légitime.

Il eſt certain que cette nouvelle façon de traiter & d'enſeigner la Philoſophie, eſt plus propre qu'aucune autre à éclairer l'eſprit humain : maître abſolu de ſes penſées ſur des matieres abandonnées à la diſpute des hommes, il peut d'autant plus compter ſur les connoiſſances qu'il acquiert en ce genre, que le choix de ſes opinions a été plus libre : dès qu'il n'y a plus ni honneur ni mérite à ſuivre avec une aveugle docilité, des routes dont la plûpart avoient été ouvertes par l'ignorance, & frayées par l'habitude, on doit beaucoup plus eſperer des efforts de la raiſon, les conceptions étant variées ſuivant les differens degrés de lumiere que chacun a reçus ; & la nouveauté n'étant plus un reproche que la vérité ait à craindre. Ainſi l'expérience nous prouve-t-elle que depuis cent ans ou environ que cette heureuſe liberté regne dans les Ecoles, la Phyſique a fait beaucoup plus de progrès que dans les ſiecles précédens, quoique de tout tems il y ait eu des hommes occupés, ou par goût, ou par état, à dévoiler & à contempler les merveilles de la Nature.

La nouvelle méthode ayant donc rendu les Ecoles profitables, on ne ſçauroit mieux faire que de les fréquenter avant toutes choſes, pour y prendre les premieres notions, pour ſe former des principes, & pour y apprendre à traiter les matieres avec ordre.

Dans la Phyſique, comme dans toute autre ſcience, les commencemens ſont épineux ; les premieres idées ont peine à s'établir ; la nouveauté des termes, autant que celle des objets, fatigue l'eſprit par l'attention qu'elle de-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

mande : pour applanir ces difficultés, les leçons qui ſe donnent de vive voix, ont un avantage conſidérable ſur celles qu'on voudroit prendre dans les livres ; un Maître qui parle à ſes Eleves, & qui ſçait ſe ſouvenir à propos des peines qu'il a eues en étudiant à leur âge, ou du ſoin qu'on a pris de les lui épargner, cherche pour ſe faire entendre, les expreſſions les plus propres ; il les répete & les varie, juſqu'à ce qu'il ait lieu de croire qu'il a été entendu : le ton, le geſte, un coup de crayon, & plus encore que tout cela, la liberté avec laquelle il permet, il recommande qu'on le queſtionne, ſont autant de moyens qui ſecondent ſon zele, & avec leſquels il parvient à faire prendre des idées claires & diſtinctes de ce qu'il enſeigne.

Quelle facilité ne trouverez-vous pas encore à vous initier, ſi l'Ecole où vous ſerez admis a l'avantage de poſſeder une collection ſuffiſante d'Inſtrumens, avec leſquels on vous mette ſous les yeux preſque toutes les vérités qu'on ſe propoſe de vous faire entrer dans l'eſprit? Les idées peuvent-elles manquer de naître & de ſe perfectionner à la vue de ces images ſenſibles? Soyez ſûrs que ce que vous verrez ainſi, avec intérêt, avec attention, fera plus d'impreſſion ſur vous que tous les diſcours qui auront précédé ; & que ce dernier moyen ne manquera pas de diſſiper vos doutes & d'affermir vos connoiſſances.

Segniùs irritant animos ; demiſſa per aurem,
Quàm quæ ſunt oculis ſubjecta fidelibus...
Horat. de Arte Poët. 180.

Mais en vain notre maniere d'enſeigner ſeroit-elle devenue meilleure ; en vain ſerions-nous parvenus à rendre nos Leçons plus

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

inſtructives & plus faciles, ſi ceux qui les y prennent n'y aſſiſtoient avec aſſiduité, & à deſſein de ſe rendre Phyſiciens, ou du moins de ſe diſpoſer à le devenir; ſi ſe permettant des abſences ils perdoient le fil des queſtions que nous avons à traiter; ou ſi ne ſe rendant ici que par la vaine curioſité de voir des Expériences, ils refuſoient leur attention aux connoiſſances que nous avons en vue de leur faire acquerir. Ces connoiſſances doivent être liées entr'elles comme les parties d'un édifice; les premieres ſervent de fondement pour en établir d'autres ſur leſquelles on continue de bâtir; ſi par les vuides qu'on aura laiſſés, les appuis manquent, l'aſſemblage imparfait n'aura aucune ſolidité. Ce n'eſt donc que par une application ſuivie, qu'on peut ſe flatter de mettre à profit ce que nous enſeignons dans nos Ecoles; ce n'eſt auſſi qu'à cette condition, que nous nous engageons à donner dans l'eſpace d'un an, les principes d'une ſcience qui embraſſe tant d'objets, & dans laquelle il y a tant à apprendre.

Je dis les principes; car c'eſt là ſeulement ce que les Commençans doivent chercher dans les Ecoles, c'eſt-à-dire, ces vérités fondamentales qui ſont comme la ſource des autres, & qui doivent les précéder, ſoit pour les faire déſirer, ſoit pour les rendre intelligibles. Les connoiſſances de détail ne doivent venir qu'après; quiconque s'en occuperoit avant que de s'être ſuffiſamment inſtruit des principes généraux, travailleroit infructueuſement, comme un homme qui voulant arracher un arbre le ſaiſiroit par les feuilles, plûtôt que de porter ſes efforts ſur les racines & ſur le tronc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

C'eſt encore dans les Ecoles qu'on apprend à traiter les queſtions dans un ordre convenable, & à rappeller les matieres à certains chefs, afin que ce que l'on a étudié dans un tems puiſſe faciliter les autres Etudes qu'on fait après, & qu'appercevant avec un peu de réflexion les rapports que les objets ont entr'eux, on ſoit plus en état de juger d'où l'on doit partir pour les attaquer. Sans cela quelle confuſion dans les idées, & que de peines inutiles ne ſe donneroit-on pas! Jugeons-en par un exemple ; comment pourroit-on comprendre le méchaniſme de l'oüie ou celui de la viſion, ſi l'on n'avoit pas appris auparavant les propriétés de l'air, & celles de cette matiere dont l'action nous éclaire? De quelle maniere s'y prendroit-on pour étudier ces effets, ſi l'on ignoroit que les ſons & l'illumination des objets dérivent des mouvemens de ces deux fluides? C'eſt donc par ces connoiſſances primitives, que nous ſçavons rapporter les effets dont il s'agit à leurs vraies cauſes; c'eſt ſur elles que nous nous appuyons pour les expliquer.

Après la fréquentation des Ecoles, rien ne convient mieux, rien n'eſt plus propre à perfectionner les connoiſſances, que de s'inſtruire des découvertes qui ſe ſont faites & qui ſe font tous les jours dans ces Compagnies que l'amour des Sciences a formées pour travailler en commun, que la faveur & la libéralité des Princes a miſes en état de faire ce que des particuliers iſolés ne pourroient pas même entreprendre. Heureuſement nous vivons dans un ſiécle & dans un Royaume où ces ſecours ne manquent point à quiconque en veut profiter; il n'y a preſque pas de grande ville en

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

France, où il n'y ait maintenant une Académie ; ſi la Phyſique n'en eſt pas toujours l'objet principal, le goût de cette Science eſt tellement répandu, qu'elle y entre comme acceſſoire : & parce que ces Aréopages ne comprennent pas tous ceux qui ſeroient dignes d'y être admis, on peut compter encore ſur le travail d'un grand nombre de Sçavans diſperſés, qui ſe font connoître tous les jours par des productions très-inſtructives. Les connoiſſances qu'on tire de pareilles ſources ont l'avantage d'être plus détaillées & plus approfondies que les autres, parce que ceux qui nous les offrent ont donné toute leur application à des ſujets particuliers qu'ils ont choiſis par goût, ou à la faveur de quelques circonſtances, qui les mettoient à portée de travailler avec plus de ſuccès.

Ce que vous aurez appris de nos contemporains, vous ferez très-bien de le comparer avec ce que nous tenons des Sçavans qui ont vêcu avant nous. La lecture bien réfléchie de leurs Ouvrages, vous apprendra les routes qu'ils ont frayées les premiers, & dans leſquelles nous ſommes entrés après eux ; les découvertes qu'ils ont, pour ainſi dire, ébauchées, & qui ſe ſont perfectionnées depuis ; les écarts dans leſquels ils avoient donné, & dont on eſt revenu dans la ſuite. En ſuivant ainſi la marche de l'eſprit humain, on s'inſtruit plus profondément & avec plus d'exactitude ; on voit d'où naiſſent les illuſions, & ce qui peut les diſſiper ; on apprend à douter à propos, & à ſuſpendre ſon jugement, juſqu'à ce que le tems & l'évidence nous autoriſent à croire.

La connoiſſance des langues eſt un moyen

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

également commode & utile, pour s'inſtruire de tout ce qui ſe fait en Phyſique ; parce qu'il y a quantité de bons Ouvrages, dont les Auteurs ont employé l'idiôme du pays dans lequel ils ont écrit ; lorſqu'on ne l'entend pas, on ne peut s'en dédommager que par des traductions qui ne ſe font pas toujours, ou qui, ſi elles ſe font, ne ſuppléent preſque jamais parfaitement aux originaux. Mais une Langue qu'il eſt indiſpenſable d'apprendre, c'eſt celle de l'Algebre & de la Géométrie ; ces deux Sciences ſe ſont heureuſement introduites dans la Phyſique ; partout où elles peuvent s'appliquer elles y portent l'exactitude & la préciſion qui leur ſont propres, elles répandent la lumiere dans l'eſprit, elles le font raiſonner juſte ; avec leur ſecours il chemine plus vîte, plus ſûrement, & peut aller plus loin ; il faut de néceſſité ſe mettre en état de ſuivre les Auteurs qui marchent à la lueur de ces flambeaux.

Mais dans quelque ſource que l'on cherche à puiſer des connoiſſances, ſoit en étudiant les Auteurs, ſoit en recueillant ce que les Sçavans nous offrent chaque jour de nouveau, rien n'eſt plus néceſſaire que de renoncer à tout préjugé ; car un eſprit livré à la prévention, ne manque guere de ſuivre dans ſes déciſions le penchant ſecret qui l'entraîne, & le vrai ne ſe trouve pas toujours du côté vers lequel il ſe laiſſe aller ; ſemblable à l'œil malade dont les humeurs ſe ſont teintes, il voit rarement les objets ſous leurs vraies couleurs. Combien de gens ne reconnoiſſent pas la vérité où elle eſt, combien d'autres croyent la voir où elle n'eſt pas, parce qu'ils ſe ſont déclarés pour ou contre une Nation, par-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ce qu'ils entendent mal le reſpect & la fidélité qu'on doit à la Religion, parce qu'ils ont épouſé des haines ou des affections particulieres, parce qu'ils cedent aux impreſſions invétérées d'une mauvaiſe éducation!

On ne peut donc apprendre de trop bonne heure que tous ceux qui cultivent les Sciences, dans quelque partie du monde qu'ils vivent, ne forment qu'une ſeule & même République; qu'il leur convient de ſe traiter avec tous les égards que des Concitoyens ſe doivent; que travaillant à s'éclairer réciproquement, ils ne peuvent ſe permettre qu'une honnête émulation, qui leur faſſe déſirer de ſe ſurpaſſer les uns les autres, ſans ſonger à s'effacer ni à ſe confondre. Il faut conſiderer de plus, que la vérité, de quelque part qu'elle vienne, eſt un bien que nous devons chérir, comme le diamant qui eſt précieux par lui-même, & que nous eſtimons, ſans avoir égard à celui qui l'a tiré de la terre: & s'il arrive qu'une vérité évidente nous ſemble ne pas s'accorder avec une autre vérité qu'il nous eſt ordonné de croire, ſouvenons-nous qu'elles viennent toutes deux de la même ſource; que l'Etre ſuprême qui a révélé les articles de notre foi, eſt auſſi le Dieu, le Légiſlateur de toute la nature, & incapable de ſe contredire en rien. En pareille conjoncture, que la raiſon religieuſement ſoumiſe à la révélation, ne ſe refuſe cependant pas au trait de lumiere naturelle qui l'éclaire; qu'elle ne prenne pas le parti de regarder comme faux, ce que l'évidence lui montre être vrai; mais qu'elle rejette ſur la foibleſſe de l'entendement humain & ſur ſa propre ignorance, la contradiction apparente qui l'embarraſſe; qu'elle attende

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ſans impatience, que de nouveaux efforts & une nouvelle lumiere lui découvrent ce qui eſt encore caché, & lui apprennent à concilier ce qu'elle voit avec ce qu'elle eſt obligée de croire.

N'eſt-ce point s'impoſer une gêne bien peu raiſonnable, & en même-tems bien nuiſible au progrès des connoiſſances humaines, que de vouloir tout rapporter aux penſées d'un Philoſophe dont on a épouſé les principes, aſſez ſouvent ſans les connoître, & preſque toujours avant que d'être en état d'en juger? Hé! pourquoi vouloir être d'un ton décidé & en toute occaſion, Carteſien, Newtonien, Leybnitien, &c? Quelqu'un de ces grands Hommes a-t-il eu l'infaillibilité en partage? Ne peut-on pas reſpecter leur mémoire, admirer leurs génies, profiter de leurs découvertes, ſans s'attacher particulierement à un ſeul, ſans s'interdire la liberté d'examiner leurs opinions, de s'en écarter même, lorſque de nouvelles lumieres viennent nous éclairer ſur ce qu'elles ont de défectueux? Pourquoi prendre indiſtinctement tout ce qui eſt renfermé dans un même tréſor, quand il nous eſt permis d'en ouvrir pluſieurs, pour nous enrichir avec choix? Ces préférences dans leſquelles on s'engage, produiſent encore un mauvais effet dont nous n'avons que trop d'exemples; chacun voudroit que le parti qu'il a embraſſé fût ſuivi du plus grand nombre; on parle, on agit en conſéquence; il naît de-là des altercations, des plaintes, des injures, des inimitiés; & c'eſt, ſelon moi, porter juſqu'à la folie l'amour d'un Sage qu'on veut élever au-deſſus des autres.

Je ne parlerai point des préjugés qui vien-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ment d'une éducation mal conduite ; l'énumération en ſeroit trop longue, & preſque inutile : je dirai ſeulement que l'eſprit humain, en ſe livrant à l'étude de la Philoſophie, doit commencer à uſer du droit qu'il a de penſer librement ſur les effets de la nature ; que le premier acte de cette liberté doit être de s'élever au-deſſus de toutes ces opinions vulgaires qu'il a reçues dans un tems où l'autorité & l'exemple lui tenoient lieu de raiſon ; & que prenant pour regle de ne rien admettre que de certain ou de très-probable, il doit ſe dépouiller généralement de ces premieres impreſſions, qui portent preſque toutes un caractere de fauſſeté.

C'eſt déja beaucoup pour un Commençant d'avoir écarté les vieilles erreurs dont il étoit préoccupé ; mais ce n'eſt point aſſez : à cette premiere précaution, il faut qu'il ajoute une juſte défiance qui le tienne en garde contre les nouvelles illuſions qui pourroient le ſéduire ; & combien n'en a-t-il pas à craindre, tant de ſa part, que de celle des autres ! L'amour du merveilleux eſt un poiſon ſéduiſant dont les meilleurs eſprits ont peine à ſe garantir ; il fait peut-être autant de mauvais Phyſiciens, que l'étude & les plus heureuſes diſpoſitions en forment de bons : & ce qu'il y a de plus fâcheux, c'eſt que, ſi l'on aime à produire des découvertes d'éclat, ceux qui les apprennent les reçoivent auſſi avec beaucoup d'avidité ; de ſorte que ſi quelqu'un a la foibleſſe de mentir ou d'exagerer, en annonçant des nouveautés ſingulieres, il eſt preſque ſûr qu'on n'aura pas le courage d'en douter. Il eſt donc d'un homme ſage d'examiner de ſang froid ce qu'on lui preſente d'extraordi-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

naire, d'attendre que les faits ayent été vérifiés dans toutes leurs circonſtances, de peſer les raiſons ſur leſquelles on appuie ſes jugemens, & de n'y adhérer qu'après une mûre réflexion & une pleine connoiſſance.

Défions-nous ſurtout des Auteurs qui ont des ſyſtêmes à ſoutenir; défions-nous de nous-mêmes, ſi nous les avons adoptés. Nos pas ſe tournent naturellement vers l'endroit où nous ſerions bien aiſes d'arriver; ſi nous n'y prenons garde de fort près, nous courons riſque d'interpréter en faveur d'une opinion favorite, des effets, des obſervations, des ſentimens qui, mieux examinés, la détruiroient peut-être plutôt que de l'appuyer: nous nous diſſimulerons des difficultés, qui nous feroient revenir de nos erreurs, ſi nous y étions moins attachés; nous abandonnerons légerement des vérités bien fondées, parce qu'elles nous paroîtront incompatibles avec une doctrine que nous aurons goûtée.

Ayons donc de la défiance autant qu'il en faut, pour ne point donner dans l'illuſion; mais d'un autre côté, n'oublions pas que, ſi nous en avons trop, nos ſoupçons feront injure à ceux qui travaillent à nous inſtruire, & que notre obſtination à douter nous remplira l'eſprit d'incertitude. Oui, c'eſt un abus & une ingratitude, que de ſe montrer toujours incrédule, & de ſe perſuader que toutes les découvertes que les Phyſiciens nous vantent, ne produiſent aucune connoiſſance nouvelle de la Nature, aucune explication de ſes effets. Ce langage eſt celui d'une ignorance ou d'une pareſſe orgueilleuſe, qui mépriſe ce qu'elle ne connoît pas, & qui trouve plus commode de le nier, que de prendre la

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

peine de s'en inſtruire. On entend rarement parler ainſi des gens raiſonnables & initiés dans les Sciences; il eſt plus ordinaire d'en trouver qui, reconnoiſſant les avantages de la Phyſique en général, affectent de révoquer en doute tout ce qui ne vient pas d'eux ou de leurs amis. Ce Pyrrhoniſme marque de l'humeur, ou quelque intérêt particulier; mais quelle qu'en ſoit la cauſe, on ne peut s'appliquer ni trop tôt, ni avec trop de ſoin, à s'en défaire : car tant qu'il ſubſiſtera, il rendra ſuſpectes les vérités les mieux prouvées; l'eſprit frappé de cette maladie flottera ſans ceſſe entre le oui & le non, & ne ſera jamais fixé par aucune connoiſſance certaine; il travaillera beaucoup, ſans jamais rien ſçavoir de ce qu'il aura appris, il ne fera tout au plus que s'en douter.

Il coûtera ſans doute & du tems & des peines pour entrer dans ces diſpoſitions, ſi l'on ne les a pas naturellement, & pour employer avec fruit les moyens dont j'ai parlé : mais eſt-il une ſcience qui n'en exige de la part de ceux qui s'y appliquent? & de toutes celles que l'eſprit humain cultive, n'auroit-on pas raiſon de dire que la Phyſique expérimentale eſt la plus propre à le dédommager de ſes fatigues & de tout ce qu'il auroit pû lui ſacrifier. En ſe mettant en état d'étudier la Nature & de la ſuivre dans ſes opérations, que de reſſources agréables & utiles ne peut-on pas ſe flatter de trouver, dans des tems & dans des lieux où l'on ſeroit privé des douceurs de la ſociété! Le Phyſicien trouve partout l'objet de ſes recherches & de ſes amuſemens; la campagne & la ville, les élémens, les ſaiſons, ce qui reſpire, ce qui végéte, ce qui

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

naît, ce qui périt, &c. tout lui offre de quoi méditer, de quoi s'inſtruire, de quoi profiter. Compterons-nous pour rien l'avantage qu'il a ſur les autres hommes, de ne point ſe livrer comme eux à de frivoles eſpérances, à de vaines terreurs, à de ſuperſtitieuſes pratiques, & d'admirer tranquillement des phénomenes ou des êtres que le vulgaire ne voit qu'avec émotion, & toujours en raiſonnant d'une maniere fort étrange? S'il eſt bon citoyen, ne ſera-ce pas pour lui une grande ſatisfaction, de pouvoir tourner au profit de la ſociété des découvertes dont il aura pris connoiſſance, ou les remarques qu'il aura faites lui-même? Tels ſeront les avantages d'un homme qui ſera devenu Phyſicien en profitant ſeulement des inſtructions d'autrui: nous en promettons de plus grands à celui qui le deviendra par ſon propre travail; mais il aura plus à faire pour les mériter.

L'obſervation & l'expérience ſont les moyens les plus ſûrs, je dirois preſque les ſeuls que puiſſe employer un Sçavant qui s'applique à étendre les progrès de la Phyſique. Par la premiere on épie, pour ainſi dire, la Nature à deſſein de lui ſurprendre ſon ſecret; par la ſeconde, on lui fait violence pour la forcer à le dire: mais, ſoit que l'on faſſe l'un ou l'autre, il y a maniere de s'y prendre; & c'eſt un Art aſſez difficile à exercer, pour lequel il faut des diſpoſitions naturelles, des qualités & des attentions particulieres, des ſecours qu'on n'eſt pas toujours en état de ſe procurer.

Un Obſervateur, dans quelque partie que ce ſoit de la Phyſique, doit avoir une patience à toute épreuve, une attention à laquelle

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

il n'échape aucune circonſtance, une prompte & vive pénétration, une imagination ſage & modérée, beaucoup de réſerve & de circonſpection dans ſes jugemens.

Quel courage ne faut-il pas pour ſurmonter les ennuis, les difficultés, les dégoûts de tant d'entrepriſes qui trompent nos eſpérances par un mauvais ſuccès, ou qui les flattent long-tems ſans jamais répondre à nos déſirs! Le Phyſicien Botaniſte obtient avec peine & après une longue attente, des Plantes exotiques qu'il eſt curieux de voir & d'examiner dans tous leurs états; elles ont réſiſté aux fatigues du tranſport; à force de ſoins & d'attentions, on a empêché que la difference du climat ne leur fût nuiſible; elles alloient fleurir enfin, lorſqu'un inſecte en vient ronger les racines, & les fait périr ſans reſſource. Un Aſtronome zélé ſe fait un plaiſir ſingulier de voir une éclipſe qu'il attend depuis dix ans: le jour tant déſiré approche, il fait deux ou trois cens lieues pour aller obſerver ce phénomene dans l'endroit où il doit être viſible, il prépare ſes inſtrumens; mais quelle fatalité! au moment même où les deux aſtres vont ſe joindre, le ciel ſe couvre, & les nuages qui l'ont obſcurci ne ſe diſſipent que quand il n'y a plus rien à voir. (*a*) A combien de pareilles diſgraces les Anatomiſtes & les Chimiſtes ne ſont-ils point expoſés, les

(*a*) Tel fut le ſort de M. Deliſle, lorſqu'il alla de Peterſbourg à Berezou, ville de la Syberie, près l'embouchure de l'Oby, pour voir le paſſage de Mercure ſur le Soleil, le 2 Mai 1740.

M. le Monnier eut autant de courage, mais plus de bonheur, en allant obſerver en Ecoſſe l'éclipſe annulaire du Soleil, qui arriva le 25 Juillet 1748.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

uins, par l'extrême délicateſſe des préparations, ou par les progrès trop rapides de la putréfaction; les autres, par l'infidélité des drogues, par la fragilité des vaiſſeaux, & par la plus légere inattention! Si de tels accidens peuvent dégoûter, nous en avertiſſons des-à-préſent ceux qui ne ſe ſentiroient pas le courage de les ſupporter, ils y ſeront ſouvent expoſés: encore n'eſt-ce point-là ce qu'ils auront de plus dur à ſouffrir; la jalouſie de leurs rivaux exercera bien autrement leur patience.

Si quelqu'un eſt aſſez heureux pour faire une découverte, l'honneur qui s'y trouve attaché eſt une récompenſe qui lui eſt légitimement dûe, & rarement doit-il en eſperer d'autres: mais qu'il ne s'attende pas à l'obtenir de ſon vivant; ou s'il l'obtient, en jouira-t-il en paix? Ceux qui auront fait la même recherche que lui, & qui ne ſeront pas arrivés au même but, s'efforceront de dire & de faire croire, qu'il n'a pas rencontré juſte; & parmi ceux-là même qui ne cherchent rien, & qui ne ſont pas en état de juger de la queſtion, il s'en trouvera qui prendront parti contre lui, & qui lui diſputeront le ſuccès de ſon travail. Que fera l'homme ſage? il ſe ſouviendra qu'un Phyſicien doit être Philoſophe: ſans mépriſer ſes Critiques, ſans ſe chagriner de leurs déclamations, il examinera de ſang froid tout ce qu'on lui oppoſe; il y répondra ſans aigreur; & s'il a lieu de croire que la raiſon ſoit de ſon côté, il attendra tranquillement que la vérité qu'il a trouvée, diſſipe par ſon éclat les mauvaiſes difficultés par leſquelles on a tâché de l'obſcurcir: comme c'eſt pour elle plutôt que pour lui-même qu'il a travaillé, il ne s'affligera que médiocrement, s'il pré-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

voit qu'il ne ſera jamais témoin de ce triomphe.

Sans une attention ſcrupuleuſe, l'Obſervateur le plus aſſidu, le plus dévoué à la Phyſique, ne voit qu'imparfaitement ſon objet; tout ce qu'il en pourra dire n'inſtruira pas ſuffiſamment, induira même en erreur ceux qui en jugeront d'après lui : le tems, le lieu, l'état actuel de l'Atmoſphere, la quantité, la durée, la forme, la couleur, l'odeur & les autres qualités ſenſibles, ſont autant de circonſtances auſquelles il faut avoir égard, & dont on doit tenir compte, à moins que l'on n'en voye évidemment l'inutilité. Combien de connoiſſances nous ont échappé! combien d'autres ont été retardées, parce qu'on s'eſt contenté de voir les choſes en gros, & qu'on a négligé d'en examiner les particularités, ou d'en faire mention? Aurions-nous été ſi long-tems, par exemple, ſans ſçavoir que ces lumieres aërienes appellées *Caſtor & Pollux* par les Anciens, *Feux Saint Elme* par les Modernes, étoient des phénomenes d'Electricité, ſi la plûpart de ceux qui en ont parlé, nous les euſſent repreſentées comme *des aigrettes lumineuſes*, qui paroiſſent en tems d'orage à l'extrêmité d'une vergue ou d'un mât de vaiſſeau, *& qui y font entendre un bruit ſemblable à celui de la poudre qu'on allume après qu'elle a été mouillée?* Un entre mille (*a*) fait cette remarque, & lui ſeul nous met en état de juger ſainement de la nature de ces feux. Voilà comme de nouvelles attentions produiſent de nouvelles connoiſſances :

(*a*) Mém. du C. de Forbin, ann. 1696. Edition d'Amſterdam, 1740.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

celui qui obſerve ne doit quitter ſon objet, que quand il en a conſideré toutes les faces, tout ce qu'il renferme, tout ce qui l'environne.

Avec une grande attention, il faut encore dans l'eſprit une certaine activité qui le faſſe aller, pour ainſi dire, au-devant de la Nature, lorſqu'elle ne fait que la moitié du chemin vers lui; l'Obſervateur le plus attentif, qui ne ſçait point la pénétrer en entrant dans ſes vûes, ſera dans bien des occaſions comme un œil mort, qui eſt ouvert ſur quantité d'objets, ſans en voir aucun. Jugeons-en par un exemple. Le Fontainier qui apprit à Galilée que les Pompes aſpirantes n'élevoient jamais l'eau au-deſſus d'un certain terme, avoit vû ce phénomene toute ſa vie, ſans en être touché, ſans en tirer d'autre conſéquence, que celle d'aſſujettir ſon art à un fait que l'uſage lui avoit montré. Il n'en fut pas de même du Philoſophe; l'action limitée par la Nature même, lui fit ſoupçonner une cauſe méchanique à laquelle perſonne n'avoit encore penſé; & Toricelli ſon Diſciple eut l'honneur de la mettre en évidence. Ce fut par cet heureux événement que l'*horreur du vuide* diſparut pour toujours de la Phyſique, & qu'un grand nombre d'effets qu'on faiſoit venir de ce principe chimérique, ont été attribués depuis avec raiſon à la preſſion de l'Atmoſphere.

C'eſt au hazard, dit-on, que nous devons une grande partie de nos découvertes; j'avoue que cela eſt vrai juſqu'à un certain point : mais quoique le hazard ſe montre indifferemment à tout le monde, ce qu'il y a de bien ſûr, c'eſt qu'il ne produit rien, ſi l'on n'a pas l'attention de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

de le ſaiſir à propos, & l'adreſſe d'en profiter: la vertu qui dirige les pôles de l'aiman, celle qu'il a de communiquer ſes propriétés au fer & à l'acier, s'étoient peut-être montrées mille fois avant qu'on les eût remarquées; & quand elles l'euſſent été plutôt, quel profit en euſſions-nous tiré, ſi les Phyſiciens qui firent ces obſervations, ſe repoſant ſur leurs premieres découvertes, n'euſſent penſé qu'il en pouvoit naître un inſtrument propre à diriger la Navigation? Ces petits animaux que nous nommons des Inſectes, & que le vulgaire mépriſe, parce qu'il ignore ce qu'ils ont d'admirable, ne ſe cachent pas plus d'un ignorant que d'un ſçavant; mais celui-ci les ſuit d'un œil curieux, partout où l'autre les écraſe avec une froide indifférence: l'illuſtre Auteur qui nous a déja donné ſix volumes de leur hiſtoire, ſans avoir épuiſé ce que l'on peut ſçavoir de leurs ſtructures, de leurs mœurs, de leurs induſtries, &c. prouve, on ne peut pas mieux, par ſon exemple, ce que peuvent valoir les heureuſes rencontres aux Obſervateurs attentifs & pénétrans; quiconque a parcouru ſon excellent Ouvrage, a dû remarquer dans bien des endroits, que quand le hazard lui a parlé, il n'a été inſtructif que parce qu'il parloit à qui ſçavoit l'entendre.

Cette vive pénétration que je regarde comme une qualité déſirable dans un Obſervateur, touche de fort près à un défaut dans lequel on doit bien prendre garde de tomber: en allant au-devant de ce que l'on ne voit point encore, il eſt dangereux de ſe livrer à ſon imagination, & de ſe laiſſer emporter au-delà des bornes d'un ſage ſoupçon, d'un ſoupçon fondé ſur une grande vraiſemblance. De grands

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

hommes ont donné dans cet écueil; & ce n'eſt pas ſans regret que nous voyons dans leurs Ouvrages des opinions fort douteuſes, ou viſiblement fauſſes, mêlées avec les vérités les plus ſolides & les plus intéreſſantes. Un Sçavant qui eſt parvenu à ſe faire une réputation brillante, peut riſquer bien des choſes, parce qu'on n'oſe le contredire de ſon vivant. Il abuſe quelquefois de cette eſpece d'impunité; mais qu'il ſe ſouvienne qu'elle n'aura qu'un tems, & que la poſtérité moins indulgente que ſes contemporains, ſe vengera ſur ſa mémoire des licences qu'il aura priſes: cet avis regarde principalement les Phyſiciens conſommés; mais il eſt bon de le faire goûter à ceux qui commencent.

S'il eſt avantageux de penſer promptement, d'avoir une vive imagination, parce qu'ordinairement elle accelere & multiplie les connoiſſances; il n'eſt pas moins néceſſaire d'être circonſpect dans ſes déciſions; de ne ſe fixer à rien, que l'on n'ait examiné auparavant le pour & le contre, & que l'on n'ait pris tout le tems qu'il faut pour peſer les raiſons ſur leſquelles on veut fonder ſes jugemens; imitant en cela la prudence d'un homme, à qui une excellente vûe fait appercevoir dans un grand éloignement, des objets qu'il ne diſtingue pas bien encore, & qui, pour en parler avec ſûreté, attend qu'il les ait vûs plus longtems & de plus près; la grande portée de ſa vûe fait qu'il découvre ce qui eſt abſolument inviſible pour d'autres yeux; mais cette qualité, bien-loin d'être un avantage pour lui, ne ſeroit qu'une occaſion d'erreur, s'il jugeoit avec précipitation de tout ce qu'il commence à appercevoir.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Les jugemens précipités ne tireroient point tant à conſéquence, ſi ceux qui les portent avoient le courage de les réformer quand ils s'apperçoivent qu'ils ſe ſont trompés, ou de convenir au moins de leurs mépriſes, quand on les leur fait remarquer. Mais l'amour propre rend opiniâtre; ſouvent pour ſoutenir ſes erreurs, on employe un tems & un travail dont on pourroit faire un meilleur uſage: les mauvaiſes raiſons qu'on s'efforce de faire valoir, ſéduiſent toujours quelqu'un. L'honneur des ſciences & la vérité ne peuvent que ſouffrir de cette malheureuſe obſtination.

Toutes les qualités dont j'ai parlé, & qui ſont, ſelon mon avis, le bon Obſervateur, me paroiſſent également néceſſaires au Phyſicien qui s'applique aux Experiences: car il n'entreprend rien qu'il n'ait des vûes; toutes ſes tentatives demandent à être conduites avec intelligence: les inſtructions qu'il cherche dépendent des réſultats de ſes opérations, & des conſéquences qu'il en ſçaura tirer: dans quel Art faut-il plus de patience, plus d'attention, plus de diſcernement, plus d'imagination, plus de prudence?

Je dis qu'on a des vûes, & qu'on doit en avoir quand on entreprend de nouvelles Experiences; mais ces vûes ne doivent nous permettre que de ſimples ſoupçons, ou tout au plus des ſuppoſitions, pour leſquelles il ne faut prendre aucun attachement, aucune prédilection, afin qu'on ſoit toujours prêt à les abandonner, ſi les faits ne concourent point à les vérifier, ou du moins à les rendre très-plauſibles. Cependant aujourd'hui que la Phyſique Syſtématique eſt tombée dans un grand diſcrédit, parce qu'on a reconnu qu'il y avoit

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

beaucoup d'abus, je crois qu'on blâme auſſi d'une maniere trop générale & trop ſévere ce qui s'appelle hypotheſe : j'oſe dire qu'on peut & que l'on doit s'en permettre, ſi l'on ſe contente de concevoir des poſſibilités, pour les ſoumettre à l'expérience, & apprendre par cette voie ce qu'elles peuvent avoir de réel. Si l'on me conteſte cette régle de conduite, je puis l'autoriſer ſur l'exemple des plus grands Maîtres : je demande avec l'illuſtre Auteur du *Traité ſur la Glace*, (*a*) ſi Newton n'avoit point une hypotheſe dans la tête, lorſqu'il mettoit les rayons ſolaires à toutes ſortes d'épreuves ; & s'il n'avoit pas conçu que les couleurs pouvoient être des propriétés de la lumiere, lorſque, le priſme à la main, il cherchoit à s'en aſſûrer ?

Je porte plus loin encore mon indulgence pour les conjectures : comme on ne peut pas toujours ſuivre par des épreuves, ce que l'on a imaginé qui pourroit être, parce que l'on manque de tems, d'occaſions, ou de commodités, je ne voudrois pas qu'on enſevelît dans le ſilence & dans l'oubli, des penſées ingénieuſes qu'on auroit rencontrées : en ne les donnant que pour ce qu'elles ſont, en les laiſſant dans la claſſe des vraiſemblances, on ne fait aucun tort aux vérités bien conſtatées, & l'on inſpire ſouvent à d'autres qui en ont & le loiſir & le pouvoir, la volonté de les examiner & d'en faire connoître la juſte valeur. Si M. Franklin ſe fût contenté de penſer qu'on pourroit peut-être tirer du Feu Electrique

(*a*) Voyez dans un excellent Diſcours, qui ſert de Préface à cet Ouvrage réimprimé en 1749. ce que l'on doit penſer des Syſtêmes.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

d'un nuage orageux par le moyen d'une verge de fer dreſſée en l'air, & qu'il n'en eût rien dit, comme il n'en a rien fait, ſelon toute apparence, nous en ſerions encore réduits au ſimple ſoupçon que nous avions formé avant lui ſur l'identité de la Matiere électrique avec celle du Tonnerre, au lieu que nous en ſommes ſûrs maintenant; parce qu'en entrant dans la penſée de cet ingénieux Phyſicien, on a pris la peine d'exécuter ce qu'il n'avoit fait que propoſer.

Mais après ces ménagemens pour les hypotheſes raiſonnables, je paſſe condamnation pour toutes celles qu'une imagination trop hardie prend plaiſir à fabriquer & à multiplier de ſa pleine autorité, pour en former un corps de doctrine, avant que de ſçavoir comment elles quadreront avec les faits que pourront fournir l'Obſervation & l'Experience. Pour l'ordinaire ceux qui nous offrent de pareils ſyſtêmes, s'expriment d'une maniere impérieuſe, qui nous laiſſe à peine la liberté de douter, comme ſi la force des mots pouvoit procurer aux penſées la juſteſſe & la ſolidité qu'elles n'ont pas: le ton & les expreſſions peuvent en impoſer au vulgaire; mais aux yeux des connoiſſeurs on n'en eſt que plus ridicule. Que ces exemples, quand il s'en trouvera, nous ſervent de leçons; qu'ils nous apprennent à ne rien imaginer, ni gratuitement, ni trop légerement, & s'il nous arrive de mêler des probabilités avec des certitudes, ne parlons pas des unes & des autres avec une égale confiance.

Les mêmes intentions qu'on avoit en commençant les Expériences, doivent ſubſiſter pendant tout le tems qu'elles durent; autre-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ment il eſt impoſſible de bien conduire ſon travail. Ayez donc conſtamment votre objet en vûe; écartez de vos manipulations tout ce qui peut les rendre inutilement plus difficiles, plus embarraſſantes, plus diſpendieuſes, ou vous donner des réſultats équivoques. Surtout ne vous rebutez pas de la longueur, de la délicateſſe des opérations, de l'aſſiduité qu'elles exigent, des accidens & des doutes qui vous obligeront à les recommencer.

Il arrive ſouvent qu'une Expérience entrepriſe dans certaines vûes, donne occaſion à des remarques d'un autre genre; ſi nous nous arrêtions à tout ce qui ſe rencontre ainſi, jamais nous n'arriverions à aucune des connoiſſances que nous nous propoſons d'acquérir, parce que dans ces recherches incidentes, comme dans les premieres, il ſe trouveroit encore des cauſes de diverſion; nous changerions perpétuellement d'objets, ſans jamais en ſuivre aucun. Il eſt bon de remarquer en paſſant ce qui mérite attention, pour y revenir une autre fois; mais on doit de préference aller à ſon premier but.

Toutes les fois qu'une Expérience peut s'exécuter ſimplement & à peu de frais, c'eſt de cette maniere qu'il la faut faire. Un appareil pompeux peut être admis pour repreſenter avec éclat des effets déja connus; j'approuve beaucoup l'élégance des inſtrumens, dont on meuble aujourd'hui nos Ecoles & les Cabinets des amateurs: quoique les faits qu'on y démontre ne doivent rien de leur certitude, ni de leur utilité, à la décoration qu'on y met; cependant lorſqu'on les preſente avec plus de grace, on peut eſperer qu'ils intéreſſeront davantage. Mais je parle ici des Expé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

riences que l'on tente dans ſon particulier, & dont on ignore encore quel ſera le ſuccès; plus on y fera entrer de préparations & de moyens, plus on aura à craindre de prendre le change ſur la vraie cauſe des effets. En multipliant les circonſtances, on s'engage à partager entre un grand nombre d'objets ſon attention, qui en devient d'autant plus foible pour chacun d'eux. Si l'on employe une grande quantité de matieres, lorſqu'une moindre ſuffit; ſi l'on fait les frais de vaiſſeaux précieux, de machines bien fines, avant que d'avoir fait des eſſais qui en garantiſſent l'utilité, on ſe jette dans des dépenſes ſuperflues, & ſouvent on ſe met par-là hors d'état d'en faire d'autres qui ſeroient néceſſaires, ou bien on en perd tout-à-fait le goût.

S'il faut beaucoup de patience pour obſerver, en faut-il moins pour faire des Expériences, lorſqu'elles demandent à être exécutées avec lenteur, & que leur réuſſite dépend d'une certaine doſe, d'une meſure bien exacte, d'un degré de feu toujours égal, ou de quelqu'autre préciſion incommode ou difficile à ſaiſir? La préparation du Phoſphore d'urine ſe trouvoit décrite depuis long-tems dans preſque tous les Livres de Phyſique; malgré cela, cette opération, il y a vingt ans, étoit encore un ſecret réſervé à deux ou trois Artiſtes, quoique nos plus habiles Maîtres euſſent entrepris bien des fois de les imiter: c'eſt que ce travail eſt très-long, & qu'il exige les attentions les plus fines de l'Art, & celles qu'on nomme des *tours de main* parce qu'elles viennent moins de la réflexion que du hazard, de la dextérité, ou de l'habitude.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

(*a*) Depuis Borrichius l'inflammation des huiles eſſentielles par l'eſprit de nitre paſſoit pour une Expérience auſſi difficile que curieuſe; il paroît même que ceux qui réuſſiſſoient à la faire, ne ſe renfermoient pas rigoureuſement dans les termes du Problême, puiſqu'ils méloient l'acide vitriolique avec l'acide nitreux : à force de réflexions & d'eſſais, un de nos meilleurs Chimiſtes (*b*) nous a appris depuis quatre ans, que pour operer à coup ſûr, il ſuffit de verſer l'eſprit de nitre à pluſieurs repriſes. Il faut avouer que le ſuccès de cette Expérience tient à bien peu de choſe, & que ceux qui l'ont manquée, pour avoir verſé tout d'une fois, ont eſſuyé une diſgrace un peu forte pour une faute ſi légere. Le dégoût eſt encore plus grand & moins mérité, lorſqu'ayant ſurmonté toutes les difficultés qui ſe rencontrent dans le cours d'une opération, le Phyſicien la voit manquer par un accident imprévû qui la rend nulle, & qui oblige à la recommencer.

Mais je ſuppoſe qu'avec beaucoup de patience, d'attention & d'adreſſe nous ayons le bonheur d'arriver au but que nous nous étions propoſé, nous en tiendrons-nous à une ſeule épreuve? Quelque certain que nous paroiſſe un premier réſultat, il ne doit pas nous ſuffire pour former une déciſion de quelque importance : lorſqu'on veut être bien inſtruit d'une affaire, ſe contente-t-on d'entendre un

(*a*) Voyez un Mémoire de M. Hellot, dans le Vol. de l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1737.

(*b*) Conſultez un Mémoire de M. Rouelle, dans le Vol. de l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1747.

ſeul

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

seul témoin, s'il y en a plusieurs qui puissent déposer du même fait? Nous répéterons donc plusieurs fois la même Expérience, pour voir si l'effet qu'elle a montré d'abord se soutient constamment; & nous varierons nos procédés, pour sçavoir si ce que nous croyons avoir appris, résulte unanimement des uns & des autres, imitant en cela l'instinct de la Nature, qui fait agir plusieurs de nos sens ensemble, pour nous faire mieux juger des objets qu'il nous importe de connoître.

La vie & les facultés d'un homme ne suffiroient pas pour répéter généralement toutes les Expériences qui viennent à sa connoissance: on est souvent obligé de s'en reposer sur la foi d'autrui: mais, pour ne point donner sa confiance au hazard & trop légerement, il faut la régler suivant le mérite des Auteurs, & le soin qu'ils ont pris de nous motiver ce qu'ils nous proposent à croire. Il n'est pas prudent de se rendre au premier mot de ceux qui ne se sont point encore fait connoître; & quant aux Maîtres de l'Art qui pourroient en imposer par leur réputation, ce seroit en quelque façon en abuser, s'ils se dispensoient de dire comment ils sont arrivés à tel ou tel résultat. Tout Physicien qui veut faire part de ses découvertes, doit donc exposer en détail de quelle maniere il a conduit ses Expériences, dans quelles circonstances il les a faites, & tous les effets qu'il a apperçus, avec leur nombre, leur grandeur, leurs differences, &c. & n'en supprimer que ce qui est visiblement inutile & capable de produire une fastidieuse prolixité.

Si ce n'est qu'à ce prix qu'on peut se faire croire en Physique, on doit sentir combien

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

il eſt important de ne ſouffrir dans ſon travail aucune négligence, aucune manipulation vicieuſe, qui puiſſe le rendre ſuſpect. Ne nous mettons jamais dans le cas de dire, que nous n'avons pas vû par nous-mêmes les effets que nous annonçons : ſi nous nous faiſons aider, ſoyons témoins de tout ; qu'une réviſion bien exacte nous mette en droit de parler avec certitude de ce que l'on aura découvert en ſuivant nos vûes & ſous notre direction; ne nous fions pas à notre mémoire, encore moins à celle des autres : dans une ſuite d'opérations, il y a tant à obſerver, tant à retenir, que le parti le plus ſûr & le plus commode, eſt d'en tenir compte par écrit.

Après avoir expoſé les principaux devoirs d'un Obſervateur & ceux d'un Phyſicien qui étudie la Nature par la voie des Expériences, je ne dois pas laiſſer ignorer qu'il faut à l'un & à l'autre, avec beaucoup de loiſir & de ſanté, une main adroite, un coup d'œil ſûr, une grande connoiſſance des machines & des reſſources pour s'en procurer. La dépenſe qu'exige l'acquiſition des Inſtrumens néceſſaires, & la difficulté de les faire conſtruire dans les lieux où l'on manque d'Ouvriers capables, eſt ſans doute un des plus grands obſtacles que l'on ait à ſurmonter dans la Phyſique expérimentale ; mais leur choix, leur uſage, leur entretien cauſent un tourment perpétuel à quiconque ne les connoît pas auſſi-bien, je devrois dire, mieux que l'Artiſte qui les a faits. Tous ces organes ont été imaginés par des Phyſiciens qui ont vêcu en différens tems, & qui ont eu differentes vûes ; chacun d'eux y a fait les changemens qu'il a jugé les plus convenables,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ſuivant ſes lumieres. Il faut donc ſçavoir peſer les raiſons qui ont déterminé ces Auteurs, pour ſe fixer à telle ou telle conſtruction; il faut juger qui eſt celui d'entre eux qui a le mieux penſé.

Ce n'eſt point aſſez qu'une machine ſoit exacte quand on la reçoit; il faut qu'elle ſoit conſtruite de maniere à conſerver ſa juſteſſe dans l'uſage qu'on en fait. La meilleure balance devient fauſſe, ſi le fléau trop foible ou trop chargé, vient à plier ſous les poids qu'on lui fait porter, parce qu'il eſt comme impoſſible que quand il ſe courbe, les deux points de ſuſpenſion, en ſe rapprochant du centre de leur mouvement, conſervent avec lui une parfaite égalité de diſtance; un excellent Thermométre devient inutile ou trompeur dans un froid exceſſif, qui fait ſortir l'air contenu dans les pores de la liqueur; cet accident en dérange tout-à-fait la marche. Le Phyſicien intelligent ne ſe contentera donc pas du bon choix qu'il aura fait de ces inſtrumens; il aura ſoin de ne péſer avec le premier, que des quantités de matiere proportionnées à ſa force, & de ne porter l'autre que dans des refroidiſſemens incapables de le déranger: ou bien il en aura pluſieurs du même genre, mais d'eſpeces ou de grandeurs différentes, pour les aſſortir aux uſages auſquels ils ſeront propres. Les deux exemples que je viens de citer doivent faire comprendre dans combien de cas de pareilles précautions ſont néceſſaires.

Mais ce que l'on trouvera peut-être de plus pénible & de plus embarraſſant dans l'Art des Expériences, c'eſt l'entretien & la réparation des Machines. Les unes ſont extrêmement

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

fragiles, à cauſe de la tranſparence qu'on eſt bien-aiſe qu'elles ayent. Quand elles périſſent il faut attendre long-tems pour en tirer d'autres de la Verrerie; heureux celui qui ſçait aſſujettir ſon Expérience à ce qu'il trouve tout fait dans le magaſin d'un Fayancier, & adapter à la Phyſique des vaiſſeaux préparés pour un uſage plus commun. Les autres ſont d'une conſtruction délicate qui demande beaucoup de ménagement : celles-ci ſont tellement compliquées, qu'il eſt difficile d'appercevoir par où elles manquent; celles-là doivent leur exactitude à des cuirs gras ou mouillés qui ſe deſſéchent; enfin la rouille, le vert de gris, l'action même des matieres qu'on employe, ou ſur leſquelles on travaille, ſont autant de dangers contre leſquels il faut ſçavoir être continuellement en garde : de ſorte que pour n'être pas rebuté des difficultés qui ſe rencontrent dans la Phyſique expérimentale, il faut être preſqu'autant initié dans les Arts méchaniques que dans la connoiſſance des effets naturels.

Comme il eſt à ſouhaiter que les Commençans qui cherchent à s'inſtruire par la lecture des Ouvrages de Phyſique, entendent les expreſſions de Géométrie & d'Algebre, qu'on y employe très-communément aujourd'hui, nous devons regarder auſſi comme une choſe néceſſaire à celui qui veut étendre les progrès de la Phyſique, de poſſeder aſſez ces deux Sciences, pour s'en aider dans ſes recherches, & pour évaluer ſes découvertes : il y aura ſans doute bien des occaſions où il ſera réduit au regret de n'en pouvoir faire uſage; mais dans celles-là mêmes l'eſprit géométrique l'empêchera de s'écarter du vrai,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

en ſuivant des routes détournées, & lui fera voir les *à peu près* avec plus de juſteſſe. Partout ailleurs les combinaiſons, la meſure & le calcul, lui apprendront d'avance ce qu'il peut attendre de ſon travail, lui ouvriront de nouvelles vûes, & l'empêcheront de prendre de fauſſes apparences pour des réalités.

Après avoir recommandé de très-bonne-foi l'application de la Géométrie à la Phyſique, après avoir reconnu de même que l'étude de la Nature n'a commencé que depuis cette heureuſe union à faire de véritables progrès, oſerois-je dire qu'il eſt dangereux pour un Phyſicien, de prendre beaucoup de goût à la Géométrie? On ne manquera pas de m'oppoſer des exemples vivans, qui me prouveront ſans replique qu'on peut être en même tems excellent Géometre & très-habile Phyſicien; mais ces bons modéles ſont-ils toujours imités? Pour un petit nombre de ces Génies ſages, à qui la gloire d'exceller dans une Science exacte, n'a pas fait perdre le goût d'une étude, où l'on ne trouve preſque jamais, ni préciſion, ni certitude complette, & qui n'ont recours aux calculs, & aux expreſſions Géométriques, que quand l'importance des queſtions, la nature & la néceſſité des preuves le demandent : combien n'en voyons-nous pas qui ne peuvent plus deſcendre des hautes ſpéculations où ils ſe ſont élevés, qui dédaignent tout ce qui eſt au-deſſous ! Combien d'autres qui n'ont pas tant de chemin à faire pour ſe mettre au niveau du commun, ſe plaiſent à rendre en caracteres Algébriques, des vérités qui ne perdroient rien de leur valeur, quand elles ſeroient exprimées d'une maniere intelligible à tout le

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

monde ! De tels Ecrits bien apprétiés montrent assez clairement, que le peu de Physique qui s'y trouve a servi de prétexte à une autre Science, dont on a voulu faire parade.

Qu'il me soit permis, en finissant ce Discours, de faire des vœux pour certaines qualités du cœur, d'où dépendent, selon moi, le principal mérite & la plus solide satisfaction du Physicien. Je voudrois qu'il aimât la vérité pardessus tout, & que dans ses études, il eût toujours en vûe l'utilité publique : animé par ces deux motifs il ne produira rien qu'il ne l'ait examiné avec la plus grande sévérité ; jamais une basse jalousie ne lui fera nier ou combattre ce que les autres auront fait de bien : la vanité de paroître inventeur ne l'empêchera pas de suivre ce qui aura été commencé avant lui ; & ne le portera pas à s'occuper de frivolités brillantes, plutôt que de s'abbaisser à des recherches utiles qui auroient moins d'éclat aux yeux du vulgaire.

Oui, je fais mille fois plus de cas de ces zélés Citoyens qui appliquent leurs lumieres & leurs talens à rendre potable l'eau qui ne l'est pas, à maintenir dans son état naturel celle qu'on embarque par provision, à purifier l'air dans les lieux où il est ordinairement mal sain, à rendre la Bousole d'un service plus sûr, à perfectionner la culture des terres, à conserver le produit des moissons, quoique tous ces objets ayent été entamés ; que de ces Sçavans orgueilleux, qui cherchent à nous éblouir par la grandeur apparente, mais souvent imaginaire, ou par la singularité des sujets qu'ils entreprennent de traiter. Est-il un homme sensé qui puisse voir sans admiration, sans reconnoissance, un Philosophe illustré par les travaux les plus applaudis, & jouissant depuis

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

long-tems de la réputation la plus grande & la mieux méritée, appliquer une partie de ſes connoiſſances & de ſes talens aux ſoins d'une ménagerie, quand il croit y voir un nouveau moyen de procurer l'abondance? Au riſque de paſſer pour un ſimple imitateur dans l'eſprit des gens mal inſtruits, il conſacre généreuſement à ces utiles recherches, des années de méditations & d'eſſais, pendant leſquelles il eût pû ſe flatter de pénétrer les ſecrets de la Nature qui piquent le plus la curioſité des hommes.

C'eſt ſur ces grands exemples que je voudrois voir les nouveaux Phyſiciens ſe former; ſi les forces nous manquent pour atteindre à cette ſupériorité de lumieres qui diſtingue ces hommes rares, allons auſſi loin que nous le pourrons en marchant ſur leurs traces, & ſurtout ayons la noble émulation de les égaler dans leurs vertus.

Fin du Diſcours.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

EXPLICATIONS

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 *A C*, *B C*, *fig.* 1. le point de concours ſe nomme le *ſommet* ou la *pointe* de l'angle. On diſtingue principalement trois ſortes d'angles : ſçavoir, 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 *A C B*, *fig.* 1. l'angle droit eſt celui dont l'ouverture embraſſe juſtement un quart de cercle, comme *ACD*; & l'angle obtus eſt celui dont l'ouverture eſt plus grande qu'un quart de cercle, comme *A C E*.

ANGULAIRE, qui a un ou pluſieurs angles.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ANGULEUX, 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 dégrés qu'ils contiennent; ainſi l'on dit, un arc de 10, de 30, de 50 dégrés. 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 uniformément 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 *L MK*, *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 diamétres: ainſi *P* peut être regardé comme le centre de l'ellipſe repréſentée par la *fig.* 3.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 *dégrés*; de ſorte 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 dégré 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 premiers ſont ceux dont le diamétre 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ligne *Q T R S*, *fig.* 3. ou *A D F G*, *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 calote ou d'un chapeau est concave.

CONCENTRIQUE, qui a le même centre ; le cercle *n o h*, *fig.* 4 est concentrique à *N O H*, 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 *I K*, son *axe* ; & le cercle *L M K*, sa *base*.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

d'un cône, ſe nomment *ſections coniques*.

CONVERGENTS, ſe dit de deux rayons de lumiére qui tendent à ſe réunir en un point. Si *AC*, *BC*, *figure* 1. étoient deux rayons de lumiére qui partiſſent 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 *ſoûtendante*. 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 *diamétre*.

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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

CUBIQUE, qui a les dimenſions d'un cube; un pied cubique exprime une quantité de matiére contenue ſous ſix faces, dont chacune eſt d'un pied en quarré.

CURVILIGNE, qui eſt compoſé de lignes courbes.

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

CYLINDRIQUE, qui a la forme 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 *VX*, *fig. 6.*

DIAMETRE, ligne droite qui partage un cercle en deux parties égales, comme *G D*, *fig.* 1. On appelle auſſi de ce nom les lignes qui paſſent par le centre des autres figures; comme *ST*, *fig.* 3. ou *V X*, *fig.* 6. On meſure les cercles par

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

leurs diamétres, comme auſſi toutes les figures, & tous les corps réguliers qui ſont compoſés de cercles; ainſi l'on compare les cylindres & les ſphères par leurs diamétres.

DIVERGENTS, ſe dit de deux rayons de lumiére 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 *CDF*, *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 *o h i*, *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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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, paralléle à l'horizon: ce mot déſigne la poſition d'un plan ou d'une ligne.

INCIDENCE, ſignifie la chûte 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 ſont une *ligne courbe*, comme *E G F*. On conçoit toutes les lignes courbes comme des aſſemblages de lignes droites infiniment

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

petites, inclinées les unes aux autres, *Ef*, *fg*, *gh*, *ik*, &c. *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 paralléles entr'elles.

PARALLELOGRAMME, figure plane dont les côtés oppoſés ſont paralléles entr'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 maniére qu'elle fait avec elle deux angles droits, ou au moins un; la ligne *H I*, *fig.* 11. eſt perpendiculaire à *L M*.

PLAN, étendue 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, étendue fort petite, dont

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 eſpéces ſont, le triangle, le quarré, le pentagone, l'exagone, &c.

PRISME, corps ſolide terminé aux deux bouts par des plans polygones, égaux, ſemblables & paralléles, & 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 lumiére: on appelle auſſi quelquefois *couleurs priſmatiques*, les rayons colorés de lumiére, qu'un priſme de verre fait appercevoir.

PYRAMIDE, corps ſolide qui a pluſieurs faces, & qui s'éléve en diminuant,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 entr'eux, elle ſe nomme *quarré long ;* la *fig.* 6. eſt de la premiére eſpéce.

RAYON, en parlant d'un cercle, eſt une ligne droite tirée du centre à la circonférence ; telle eſt *CB* ou *CD*, *fig.* 1. le rayon du cercle s'appelle auſſi *diamétre.*

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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

SEGMENT, eſt une portion d'une figure curviligne, terminée par un arc & par une corde ; *OZN*, *fig.* 1. 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 diamétre qui paſſe par l'autre bout du même arc, & celui-là s'appelle *ſinus droit* : comme *H K*, *fig.* 1. mais la partie du diamétre coupé par le ſinus droit juſqu'à la circonférence, s'appelle *ſinus verſe*, ou *fléche*, *K G* ; & le rayon entier, ou demi-diamétre, 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 approche beaucoup de la figure ſphérique, mais qui n'eſt pas parfaitement rond de toutes parts, n'ayant point tous ſes diamétres égaux ; telle eſt la figure

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

qu'on attribue maintenant à la Terre.

TRIANGLE, figure compriſe ſous trois lignes qui forment trois angles, *C D E, 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 trois 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 1.

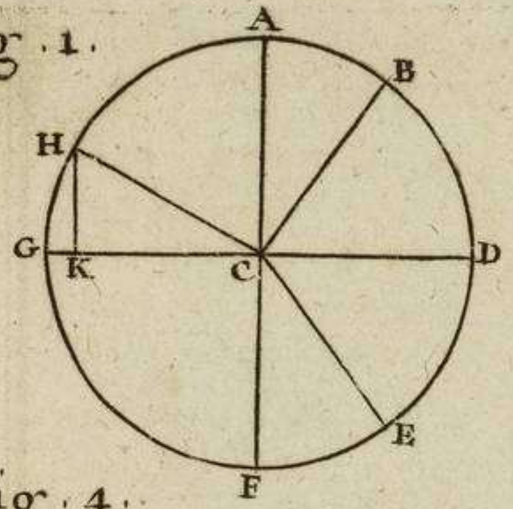


Fig. 2.

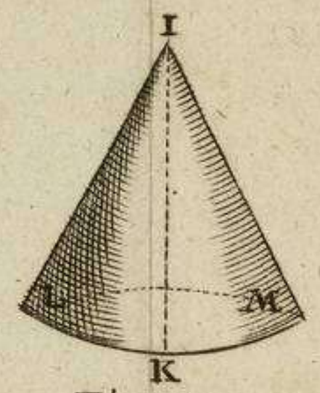


Fig. 3.

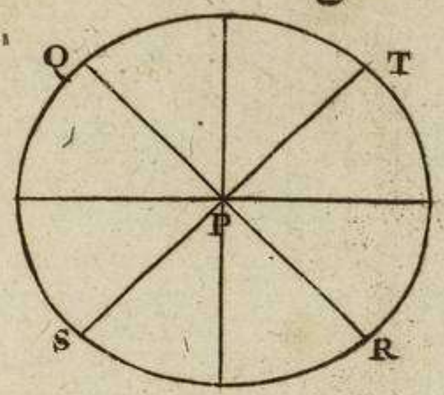


Fig. 4.

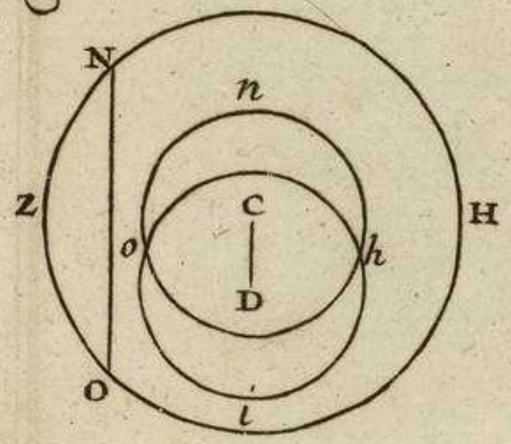


Fig. 5.

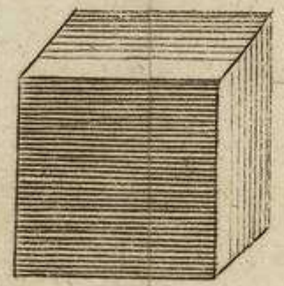


Fig. 6.

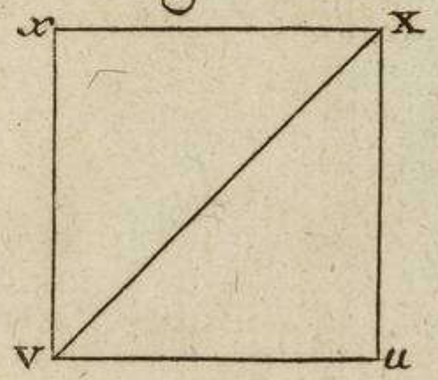


Fig. 7.

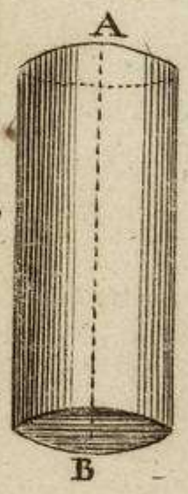


Fig. 8.

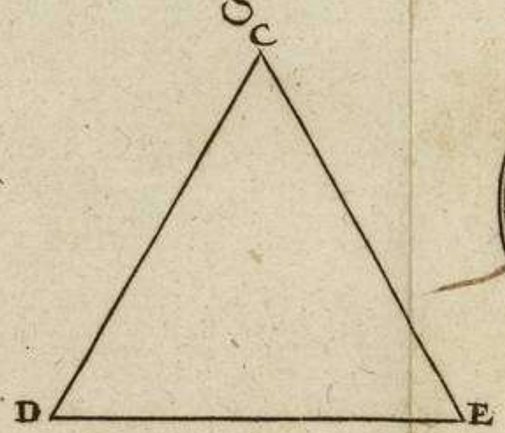


Fig. 9.

Fig. 12.

Fig. 10.

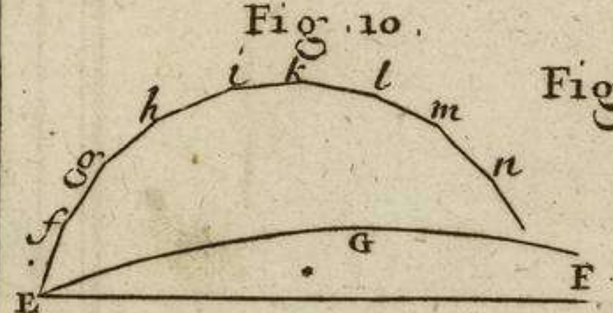


Fig. 15.

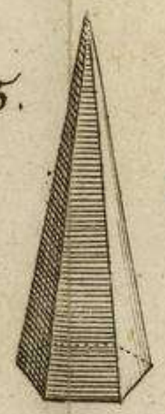
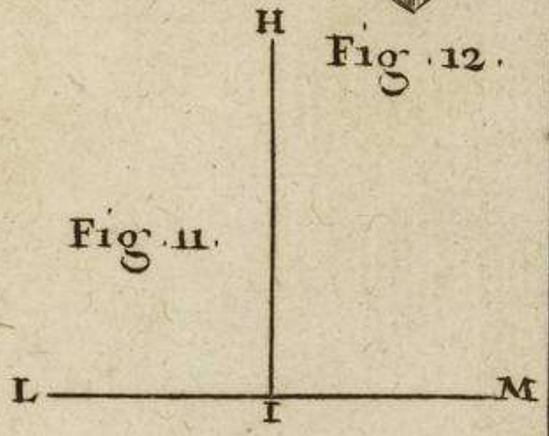
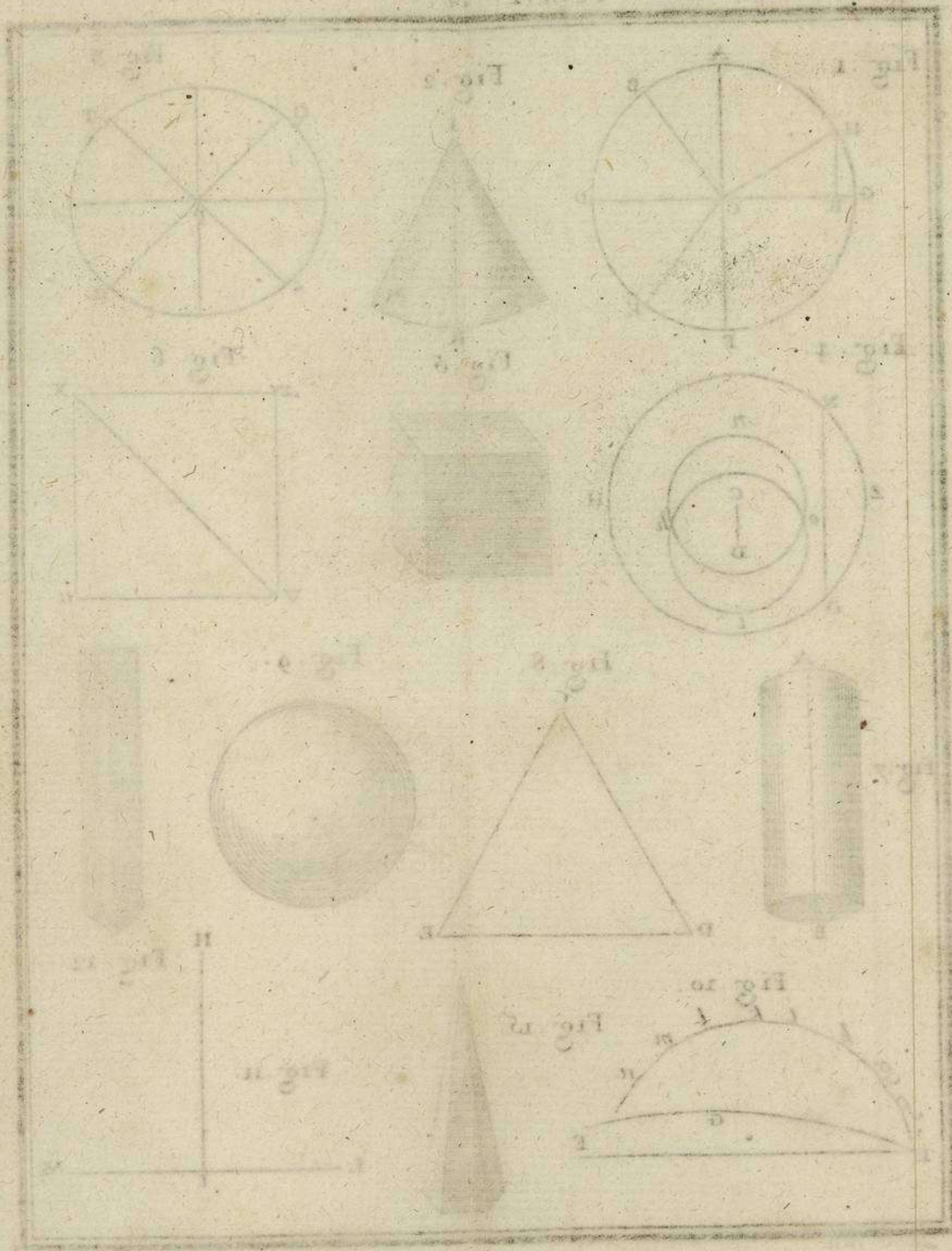


Fig. 11.



Bouillet fecit

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

AVIS AU RELIEUR.

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

Tome Premier.

	VIII. *page*	*planche* *
I. Leçon.	34	1
	50	2
	60	3
	80	4
II. Leçon.	96	1
	120	2
	136	3
	176	4
III. Leçon.	188	1
	222	2
	258	3
IV. Leçon.	280	1
	286	2
	288	3
	300	4
	314	5
	326	6
	372	7

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

TOME SECOND.

V. LEÇON.	10 *page*	*planche* 1
	24	2
	42	3
	86	4
	90	5
	97	6
VI. LEÇON.	154	1
	174	2
	204	3
	214	4
	226	5
VII. LEÇON.	254	1
	266	2
	270	3
	278	4
	314	5
	320	6
	338	7
VIII. LEÇ.	396	1
	470	2

LEÇONS

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

PREMIERE LEÇON.

PRE'LIMINAIRE.

I. LEÇON.

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 différe de l'Hiſtoire Naturelle, qui nous apprend ſeulement quelles ſont les productions de la nature, & les différences ſenſibles qui les carac-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

térisent selon leurs genres & leurs espéces.

I. LEÇON.

Nous appellons *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 phénoménes, sans oser assûrer que ce que nous donnons pour premiere cause physique, ne soit l'effet d'un autre principe qui nous est inconnu.

Si nous étions certains d'avoir entiérement pénétré la nature descorps; si nous sçavions, à n'en point douter, qu'ils n'ont point d'autres propriétés que celles qui sont déja parvenues à notre connoissance, nous pourrions nous flater avec raison d'en avoir une idée complette, & nous n'aurions plus que des applications 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 préfumer ; rien ne nous met en droit de faire une pareille suppos-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

tion; l'expérience qui nous a appris ce que nous ſçavons 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. I. LEÇON.

Quoique la Phyſique ne puiſſe pas ſe vanter de ſçavoir tout ce que les corps ont de commun entre eux, ou tout ce qu'il y a de particulier en chacun; elle connoît cependant un certain nombre d'attributs, qu'elle regarde comme primitifs juſqu'à ce qu'elle apperçoive une cauſe premiere dont ils ſoient les èffets, & qui ſe trouve généralement & d'une maniére abſolue dans tout ce qui eſt matiére. *Telles ſont*, par exemple, *l'étendue actuelle*, *la figure* en général, *la mobilité*, &c. qui accompagnent tous les corps d'une maniere 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 premieres, & 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 matiéres 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 premier & 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 premieres; elles n'embraſſent point certains états comme les ſecondes; elles ſe bornent à des genres, à des eſpéces, aux individus même. Telles ſont pluſieurs propriétés de l'air, du feu, de la lumiere, des métaux, de l'aimant, &c. Nous allons traiter d'abord des propriétés les plus générales; & nous deſcendrons enſuite dans le détail de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

elles qui ſont particulieres à certains corps.

I. LEÇON.

PREMIERE SECTION.

De l'étendue & de la diviſibilité des Corps.

CE qui ſe préſente le premier 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 Géométres conſidérent & 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,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 matiére, 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

des autres avec le meilleur microſcope, ſe décompoſent encore en bien des occaſions, & nous font connoître d'une maniere 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 déſuniſſent; mais les parties même que la nature avoit liées enſemble pour former ces molécules, cédent auſſi à l'action du feu, & paroiſſent ſéparément ſous la forme de fumée, de flamme, de cendres, &c.

Enfin, ces dernieres 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

dans l'état où elles ſe préſentent ordinairement, elles n'ont point acquis le dernier dégré poſſible de petiteſſe ; elles ont leurs *Elémens*, & ces Elémens 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.

Mem. de l'Acad. 1704. p. 278.

Mais quand nous avons épuiſé tous nos efforts pour diviſer une matiére, 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 régle 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 préſomption à le penſer ; & les difficultés même que

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 matiere étrangere qui les déſuniſſe, ou en les ſaiſiſſant extérieurement pour les forcer à ſe ſéparer: plus elles deviennent minces, moins elles donnent de priſe aux moyens qu'on employe; & leur déſunion eſt d'autant plus difficile, qu'elles ſe reſſemblent davantage, ou qu'elles approchent plus de la premiere 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 matiére 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 continuité.

I. LEÇON.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

Ce que nous avons dit juſqu'ici, n'engage point à le conclurre; & cette queſtion qui fait tant de bruit dans les Ecoles, paroît ſe réduire à peu de choſe, 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 ſçavoir 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 rapprochées, 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, de ſorte que ſi l'art & la nature s'entendoient pour exécuter tout ce que nous pouvons penſer, on pourroit trouver dans l'aîle 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

qui confondroient la comparaiſon de nombres (qui eſt la ſeule dont il s'agit ici) avec celle des grandeurs matérielles. I. LEÇON.

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 matiere 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

cela, disent-ils, que l'état naturel des choses a toujours subsisté le même depuis sa premiere 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 géneral n'auroit-elle pas changé de face, par les différentes mutations qu'auroient souffertes les espéces particuliéres?

Quoique j'aie plus de penchant pour admettre les *Atomes* ou Corpuscules insécables, que pour supposer la matiére 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 bien même ces petits Etres, production immédiate de la création, ne séroient point insécables, comme on le suppose, l'Auteur de la nature n'auroit-il pas pourvû suffisamment à la durée de ses œuvres, en ne laissant dans le monde que des moyens impuissans pour en dé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 eſpéce 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 Atomes; elle doit au moins faire penſer que nous ne devons pas nous promettre ſi légérement de changer, ſelon notre gré, une matiére en une autre; tous les moyens que l'art pourroit nous fournir pour de ſemblables opérations, ne ſeroient que de foibles imitations de la nature, des digeſtions, des fermentations, des calcinations, &c. & 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'opérent tous les jours dans ſon propre ſein; devons-nous nous flater de faire des miracles dans nos Laboratoires? La Chimie plus ſçavante aujourd'hui qu'elle n'a jamais été, abandonne par cette raiſon même,

I. LEÇON.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 matiéres 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 matiére 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 ténuité surpassent de beaucoup les idées communes.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

nous bornons dans cet ouvrage. J'en appelle 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. I. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

QUE l'on établiſſe ſur trois petits cloux, ou d'une maniere équivalente, une piéce 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 piéce ſe ſépare en deux ſelon ſon plan; & fort ſouvent l'une des deux parties plus mince & plus caſſante, laiſſe encore l'autre aſſez bien marquée pour ne paroître pas ſenſiblement diminuée.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

EXPLICATIONS.

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

APPLICATIONS.

LA même cauſe qui déſunit les ſurfaces liées, les empêche auſſi de ſe joindre, quand bien même elles auroient pour cela toutes les diſpoſitions néceſſaires : c'eſt donc par cette raiſon, qu'on employe les huiles & les graiſſes pour tenir ſéparées des matiéres dont on veut empêcher l'union ou le mêlange ; quelque choſe d'humide, pour prévenir l'adhérence de celles

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

celles qui ſont graſſes ; des poudres abſorbantes, quand il régne ſur les ſuperficies une fluidité qui les feroit s'attacher. Ainſi, pour nous ſervir de quelques exemples familiers, nous ferons remarquer qu'on employe le beurre à froid & par couches dans les pâtes qui doivent être feuilletées; que l'on enduit de quelque matiére 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 nétoyer 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 matiére étrangére entre les parties qu'on veut joindre.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 piéces qu'elle doit attacher enſemble; c'eſt un Corps fluide, quand on l'employe, & qui par cette raiſon ſe moule de part & d'autre dans les creux inſenſibles des ſurfaces; mais bien-tôt il devient ſolide, parce que ſon humide l'abandonne, & qu'il pénétre 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, pénétre les premieres ſurfaces du métal dilaté par la même chaleur; un prompt refroidiſſement donne lieu à ſes parties de ſe rapprocher; la ſoudure qui perd en même tems ſa fluidité, ſe trouve adhérente de part & d'autre, ſert de lien commun aux piéces, & les joint.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. EXPERIENCE.

I. LEÇON.

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 demi-once d'eau-forte. Voyez *les Figures 2. & 3.*

EFFETS.

DANS le premier vaiſſeau il ſe fait un petit bouillonnement; le métal paroît 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'éleve au-deſſus du verre. Dans l'autre vaſe on remarque des effets à peu près ſemblables, mais plus prompts, plus violens, & la couleur approche du rouge.

EXPLICATIONS.

LES parties de l'eau-forte qu'on

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

peut conſidérer comme autant de petits tranchans, ou de petites pointes fort aiguës, 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 maniere déciſive; chaque petite maſſe pénétrée de toutes parts, diſparoît peu à peu par la diviſion de ſes parties qui nâgent indépendamment l'une de l'autre dans la liqueur qui les a déſunies, & qui, par leur mêlange, paroît ſous une couleur qu'elle n'avoit pas avant l'opération. La chaleur qui naît pendant la diſſolution eſt une ſuite naturelle du mouvement des parties & de l'action d'une matiére ſur l'autre : comme auſſi la vapeur qui s'éléve ſenſiblement, eſt un effet de la chaleur augmentée.

La même choſe s'opére dans l'autre verre avec plus de promptitude, & 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 ac-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 appliquée en même-tems à plus de ſurfaces ; or les quantités de matiéres 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 diamétre, on augmentera ſa ſurface ; car il n'aura pas moins qu'auparavant celle de ſes deux hémiſphéres ; 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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

APPLICATIONS.

L'EAU commune fait à l'égard d'un grand nombre de corps, ce que l'eau forte opére 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 riviéres ne paroiſſent troubles après les pluies 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 matiéres qu'elles contiennent en particules ſi ſubtiles, que leur tranſparence n'en eſt point altérée; & la mer eſt ſalée, ſelon l'opinion commune & la plus vraiſemblable, parce qu'elle diſſout des mines de ſels qui ſe rencontrent dans ſon lit, comme il s'en trouve dans les autres parties de la terre.

Ces ſortes de diſſolutions ne dé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. Leçon.

compoſent point les corps; elles ne font rien autre choſe que diviſer leurs maſſes, & rendre indépendantes les unes des autres leurs molécules ainſi déſunies. L'art nous fournit même des moyens très-faciles pour les remettre dans leur premier 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 matiéres, où la partie liquide eſt trop abondante.

On peut encore raſſembler ce qui eſt diſſous en le précipitant; ce qui ne manque pas d'arriver toutes les fois qu'on préſente au diſſolvant une matiere 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 pénétre 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, de ſorte 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 premiére diſſolution.

Les

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 pénétre, ſe charge de celles qui cédent à ſon action ; & les autres qui s'y refuſent, demeurent liées ſous un volume qui différe 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 promptes & 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 déſagréables, 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 appliqueroit en vain ſans l'une ou l'autre de ces préparations. Quels ſecours pourroit-on attendre de la plûpart 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 couleurs qu'on admire dans les étoffes & dans toutes les matieres ſuſceptibles de teinture, ne vient-elle pas des infu-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 ramolliſſent & s'étendent dans l'eau qui les pénétre ; ils s'impriment avec elle ſur une ſurface préparée ; l'eau s'évapore, & l'impreſſion reſte.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

LA quatriéme 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

EXPLICATION.

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 extrêmement diviſée : ces petits corps, nonobſtant le peu de diminution qu'ils cauſent au volume qu'ils ont quitté, 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 maniere 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 pieds 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

pis ;) que de millions de parties n'apperçevra-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.

I. LEÇON.

APPLICATIONS.

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 régne ſur notre globe un certain dégré 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 & flotantes comme les autres dans la partie de l'Atmoſphére qui en eſt chargée, ſe font 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 refraîchit, que dans le fort de la chaleur du jour. Cette fraîcheur qui condenſe l'air aux approches de la nuit, en rapprochant 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 &

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

s'évanouiſſent promptement ? C'eſt ainſi que les étangs & les marais ſe deſſéchent, 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 maniére bien ſenſible dans les plantes & dans les fleurs ? Pourquoi pendant la grande chaleur s'affoibiſſent-elles juſqu'à plier ſous leur propre poids ? pourquoi le matin reparoiſſent-elles avec leur premiere vigueur ? N'eſt-ce pas que ce qui s'exhale pendant le jour excéde 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 paroît 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

Tout le monde ſçait qu'un grain de muſc ſe fait ſentir d'une maniere incommode pendant vingt ans, dans un appartement où l'air ſe renouvelle tous les jours. Ne ſçait-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 long-tems ſa route à quarante autres animaux, à la vûe deſquels il ſe dérobe ſouvent?

La plûpart 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

vûe leur annonce d'intéreſſant; comme ils ſont préſque uniquement occupés du ſoin de leur nourriture, & qu'il y a beaucoup d'affinité entre l'odorat & le goût, il convenoit qu'ils ſçuſſent mieux flairer que tâter.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

AU fond d'un grand vaſe de cryſtal, 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 cinquiéme.

EFFETS.

LA couleur s'étend de maniere que tout le volume d'eau en paroît ſenſiblement teint.

EXPLICATION.

LE Carmin eſt une fécule, ou une eſpéce de lie très-fine, que l'on tire par infuſion de la cochenille, & de quelques matiéres végétales; les parties qui ont déja été diviſées par la préparation qu'on en a faite, cédent fort

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I LEÇON.

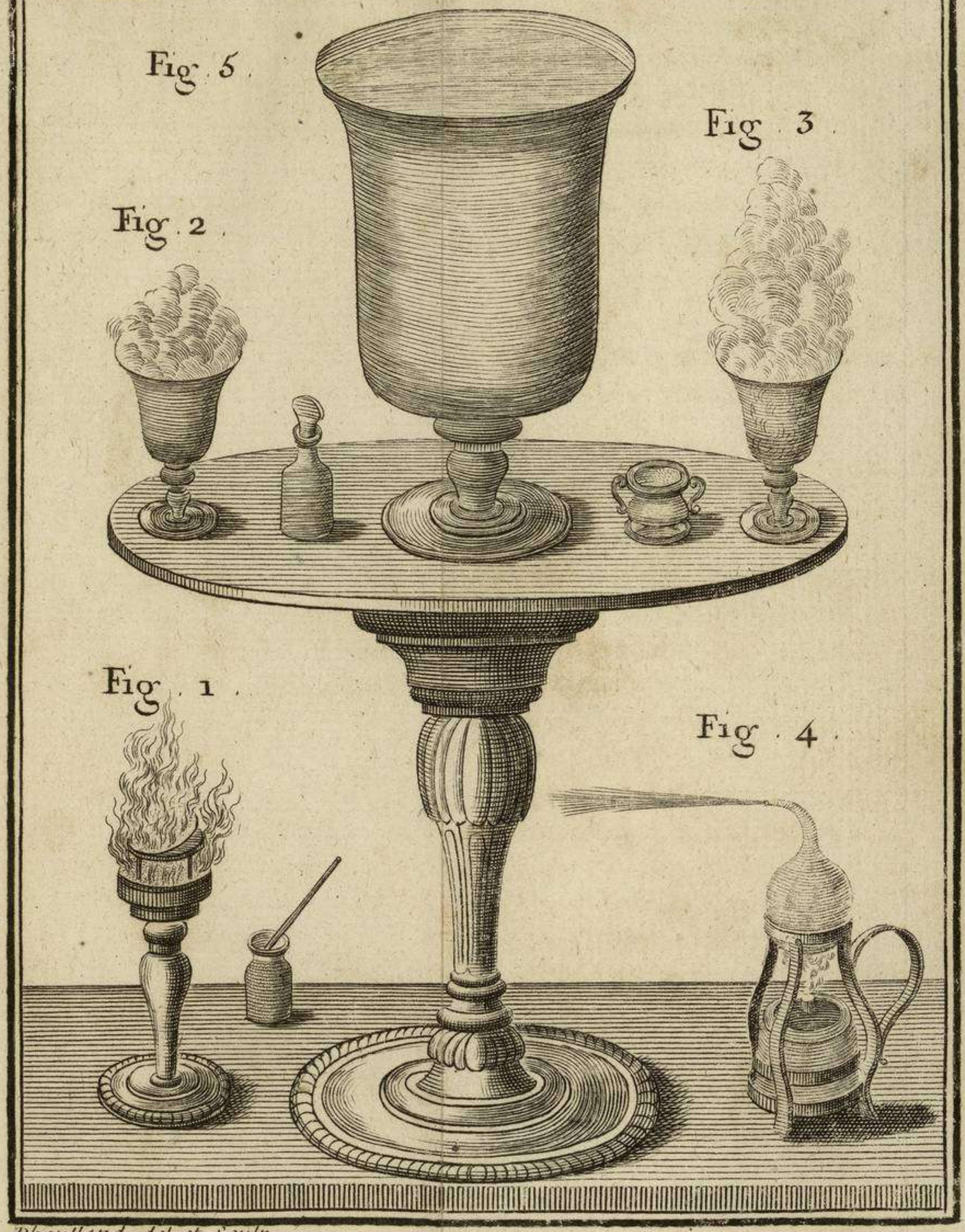
aiſément à l'action de l'eau qui les pénétre & qui les étend; de maniére qu'elles ſe partagent proportionnellement à toute la maſſe du fluide.

Pour concevoir aiſément combien la matiére eſt diviſée dans cette derniére expérience, il ſuffit de connoître le rapport du poids d'un grain à celui de dix livres, qui eſt comme l'unité à quatre-vingts-douze mille cent ſoixante. Mais une quantité d'eau peſant un grain, ſe préſente encore ſous un volume bien ſenſible, qui, pour être coloré uniformément, 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 cens vingt & un mille ſix cens parties ſenſibles dans un volume qui étoit bien peu conſidérable avant que d'être étendu dans l'eau.

APPLICATIONS.

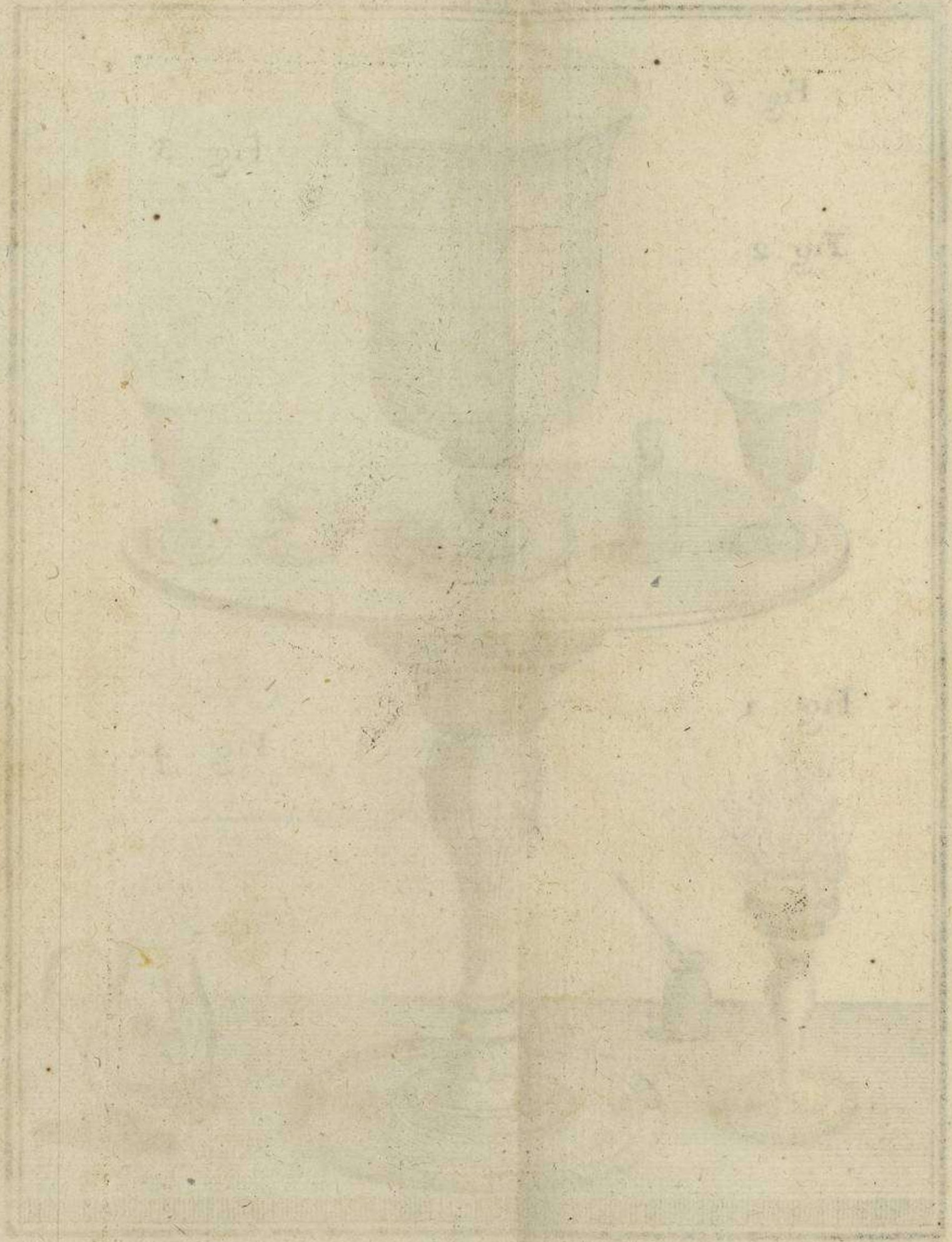
C'EST par des particules de matiéres ainſi diviſées & étendues dans quelques liquides, que les Peintres & les Teinturiers donnent aux ſurfaces des corps, certaines couleurs

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Dheulland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 revêtues. 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 matiéres 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 lumiere, 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

nons de citer pour prouver la divisibilité des corps ; les arts nous offrent des pratiques ingénieuses qui la font connoître d'une maniere 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 dégré d'étendue qui s'est attiré depuis long tems l'attention des Philosophes. Boyle * est un des premiers 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 mathématique 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. c. 2.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

I. LEÇON.

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 matiére qui n'eſt que la 72e. parties 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 vûe & 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 apprennent 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

préparent le fil d'argent doré dont on se sert pour fabriquer les étoffes, 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 Pere Mersene, de Rohault, & de plusieurs autres Physiciens, dans ces tems où il n'étoit point encore arrivé au dégré de perfection qu'il a acquis depuis. M. de Reaumur * qui l'a examiné avec cette exactitude qu'on lui connoît, en a mieux que personne découvert les beautés, & fait connoître le véritable merveilleux. C'est d'après lui que je vais donner ici une idée de la prodigieuse extension dont l'or est capable, quand on le file.

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

Avec une quantité de feuilles d'or, qui n'excéde 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 diametre, & du poids de 45 marcs. On fait passer ce rouleau doré successive-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ment par les trous d'une lame d'acier, qui vont en décroiſſant, de façon que s'allongeant aux dépens de ſon diamétre, 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'employent; & 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 légérement 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 pieds, de pouces, de lignes? Et ſi l'on diviſe ſeulement chaque ligne en 10, qu'elle ſuite de chiffres ne faudroit-il pas pour exprimer la ſomme des parties viſibles dans une once d'or étendu par la filiére? 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 quantitié du même métal en feuilles. La premiere 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

I. LEÇON.

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 déja été par les inſectes qui nous la fourniſſent. La chenille, qu'on nomme communément *ver à ſoie*, porte une filiére 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 matiére, en méſurérent 300 aunes qui n'excédérent point le poids de 2 grains $\frac{1}{2}$; & M. de Reaumur portant plus loin encore ſes Obſervations, a trouvé que les fils des arraignées, telles 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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

LES experiences & 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 matiére 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 *homogénes*, 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*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

mixtes, ceux dont les parties miſes à part ne ſe reſſemblent point, comme les plantes, les animaux & quantité de minéraux, où l'analyſe fait voir que pluſieurs matiéres eſſentiellement différentes (que l'on nomme *hétérogénes*) concourent à la compoſition d'un même tout.

Les molécules inſenſibles qui forment une maſſe continue, ſont ſouvent jointes enſemble de maniére qu'il faut employer une force conſidérable pour les ſéparer: cette portion de matiére ſe nomme un corps *dur* ou *ſolide*. Cette dureté, qui n'eſt, à proprement parler, qu'une tenacité plus ou moins grande des parties, & qui n'eſt jamais parfaite dans les corps que nous connoiſſons, puiſqu'elle céde toujours à une force finie; cette dureté, dis-je, décroit juſqu'à la *fluidité*, c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que l'adhérence naturelle des parties ſuffiſe à peine pour empêcher qu'elles n'obéiſſent 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 fluidité qui commence où

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

les corps ceſſent d'être regardés comme ſolides, augmente juſqu'à la *liquidité* qui a elle-même des dégrés: on appelle corps liquides ou liqueurs, ceux qui ſont en cet état, où leurs parties ayant 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 caractéres 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 paralléle à l'horiſon. L'eau qui coule, par exemple, eſt une liqueur; la fumée qui s'éléve dans l'air, & qui change continuellement de forme, eſt un fluide; & 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I.
LEÇON.

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 tel dégré de ténuité qu'on les porte par la diviſion, & ſous tel ordre qu'on les conſidére. 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 matiére qui lui eſt propre; cette quantité de matiere ſe nomme ſa *Maſſe*, & le plus ou le moins de ſurface non interrompue qui limite ſa grandeur apparente, s'appelle ſon *Volume*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 relatives, il eſt évident que d'être figuré, eſt une propriété auſſi commune à tous les Corps, que celle d'être ſolidement étendu, 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 maniére ſi générale qu'elle les accompagne dans toutes ſortes d'états; elle convient à ceux qui ſe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

meuvent comme à ceux qui ſont en repos ; elle convient non-ſeulement aux ſolides, mais les fluides & les liqueurs ont auſſi leur figure qui dépend des obſtacles qu'on oppoſe à leur épanchement ; la mer, les étangs, les riviéres ſont figurés par leurs côtes & par leurs rivages ; le vin, par ſon tonneau ; la flamme & la fumée, par l'air qui les environne, &c. I. LEÇON.

Quand au premier 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 premier aſpect chacun d'eux ſe préſente ſous ſix faces égales ; & nous appellons ſemblables deux ſoldats vêtus du même uniforme. Mais cette premiére reſſemblance a des bornes fort étroites ; elle ne s'étend qu'à certains caractères généraux qui ſoutiennent à peine la premiére vûe ; un examen plus détaillé découvre bientôt une infinité de différences, juſques dans les individus de la derniére eſpéce ; de ſorte qu'on pourroit dire avec juſte raiſon, que dans toute la nature il eſt probable qu'il n'y a pas deux Etres

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 premiéres 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'apprendre 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 juſques à ceux qui échappent à nos yeux, que nous connoiſſons par d'autres ſens, qui ne ſe font ſentir que pluſieurs enſemble, &

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

I. LEÇON.

Cette queſtion ſe trouve déja 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 matiére, il eſt évident qu'un corps ſi 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 ſçû découvrir depuis, & nous apprendrons par des exemples curieux, que nous ne devons pas chercher à concevoir ſans figure, les Corps en qui nos ſens n'en découvrent point.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Ayant placé le microſcope repréſenté par la *Figure* 6. au jour d'une fenêtre, ou ſi c'eſt la nuit, devant la lumiére d'une bougie baſſe, de maniére que le miroir qui eſt deſſous la platine, éclaire par réflexion le trou ſur lequel tombe la lentille objective: on fait paſſer le premier 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 vûe néceſſaire.

EFFETS.

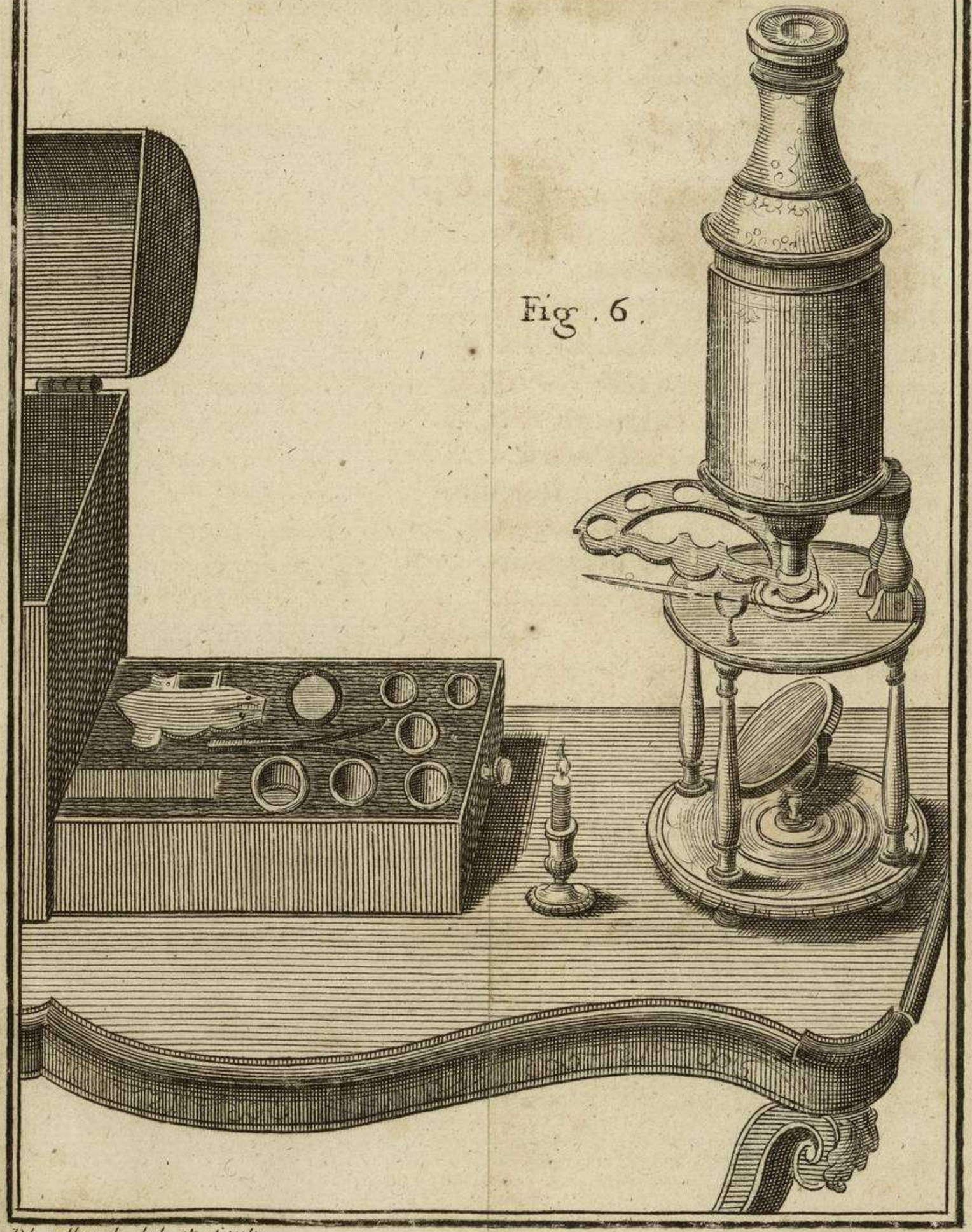
Ayant placé l'œil au-deſſus & fort près de la premiére lentille oculaire, on apperçoit les grains de ſable tranſparens, comme des criſtaux de la groſſeur d'une muſcade, anguleux & diverſement taillés. *Figure* 7.

EXPLICATIONS.

Nous n'expliquerons rien ici des effets qui regardent directement l'optique; parce que nous en traiterons

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 6.



Pheilland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

Lorſque nous arrêtons la vûe ſur un grain de ſable ordinaire, il paroît comme un point; l'œil confond ſes dimenſions; mais avec le ſecours du microſcope, l'objet paroît 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 quelqu'autre.

APPLICATIONS.

Les grains de ſable doivent être conſidérés comme autant de petits criſtaux fort durs, préparés par la nature, & que l'art applique 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

pêcher qu'en s'uſant mutuellement; ils ne perdent, avec leurs petits angles tranchans, la propriété qu'ilsont d'entamer les matiéres 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 gouttes d'eau ſalée que l'on a laiſſé ſécher.

EFFETS.

En approchant l'œil du microſcope, on apperçoit des molécules qui paroiſſent ſous des figures ſem-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 des petits cubes. *Figure* 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 rapprochent, & elles forment des molécules d'un plus grand volume; & quand bien même elles resteroient aussi petites qu'elles étoient dans l'eau, nous ferons voir ailleurs qu'à grandeurs égales, des corps diaphanes se voyent mieux, lorsqu'ils sont plongés dans l'air, que dans tout autre liquide transparent plus matériel.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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. *Figures* 9. & 10.

APPLICATIONS.

L'uniformité de figures dans les molécules, n'est point une qualité particuliére aux sels; on en rencontre beaucoup d'autres exemples sur tout dans le genre minéral: le cristal de roche, & la plûpart 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 conclurre du particulier au général, que les parties insensibles de tous les corps sont autant de petits modéles 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

matiéres animales, végétales, ſolides ou liquides : & par cette raiſon on l'employe avec ſuccès pour les conſerver. Car la corruption n'étant rien 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 reçû 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 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 annnées.

I. LEÇON.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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'eussions peut-être jamais soupçonné d'exister, dont nous n'eussions 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 troisiéme verre du porte-objets, sur lequel on a mis avec la pointe d'un cure-dent, une petite goutte 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

haché, de la paille, des fleurs de différentes espéces & 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 mare aux endroits où il y a de la mousse verte, ou quelques autres plantes aquatiques. I. LEÇON.

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 premiére liqueur, une infinité de petits animaux qui paroissent de différentes espéces, soit par leurs figures, soit par leurs façons de se mouvoir, qui sont extrêmement variées. Les uns semblables à des petites boules *a*, s'élancent en ligne droite, & forment toujours des angles bien marqués, quand ils changent de Fig. 1

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 maniére 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.

I. LEÇON.

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 des petites anguilles très-vives : il arrive très-rarement qu'on les trouve mêlés avec des animaux qu'on puiſſe juger d'une autre eſpéce.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

la maniére de ſe mouvoir, la petite goutte dans laquelle ils nagent, paroît 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 eſpéce. Ainſi le vinaigre préparé, comme nous l'avons dit, fait voir des anguilles qui ne différent que par la grandeur; & l'eau d'huitres ne contient pour l'ordinaire que ces animaux dont nous avons parlé.

La premiére liqueur cependant en contient pluſieurs qui ne ſe reſſemblent ni par la figure, ni par la maniére de ſe mouvoir ; ce n'eſt point une raiſon pour conclurre, que la figure de ces petits êtres animés eſt

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

un effet du hazard ; & qu'une ſeule & même eſpéce affecte indifféremment celle-ci ou celle-là. Cette liqueur dont il s'agit, eſt une infuſion de pluſieurs ſortes de plantes, ou 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'eſpéces 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 premiers ont toujours péri dans le premier inſtant.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 7.

Fig. 8.

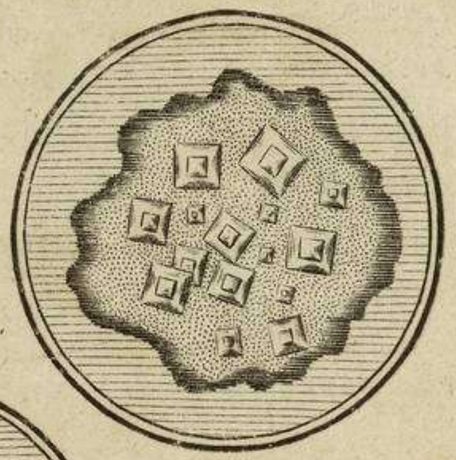


Fig. 12.

Fig. 9.

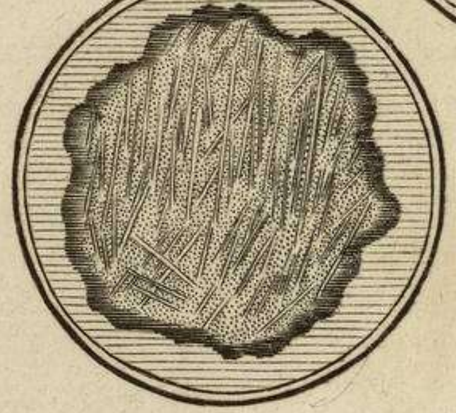


Fig. 10.

Fig. 13.

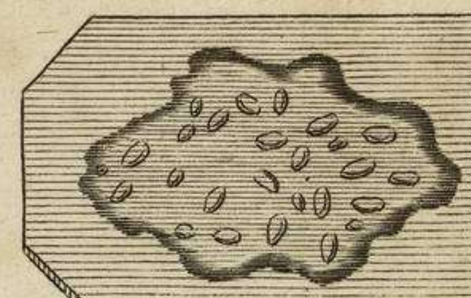
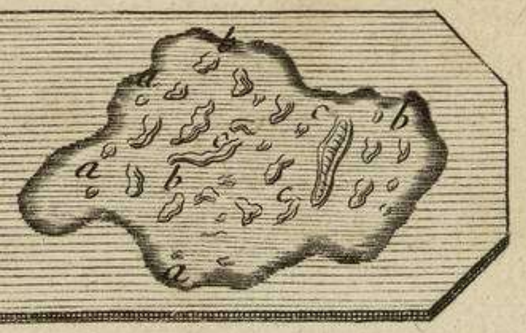
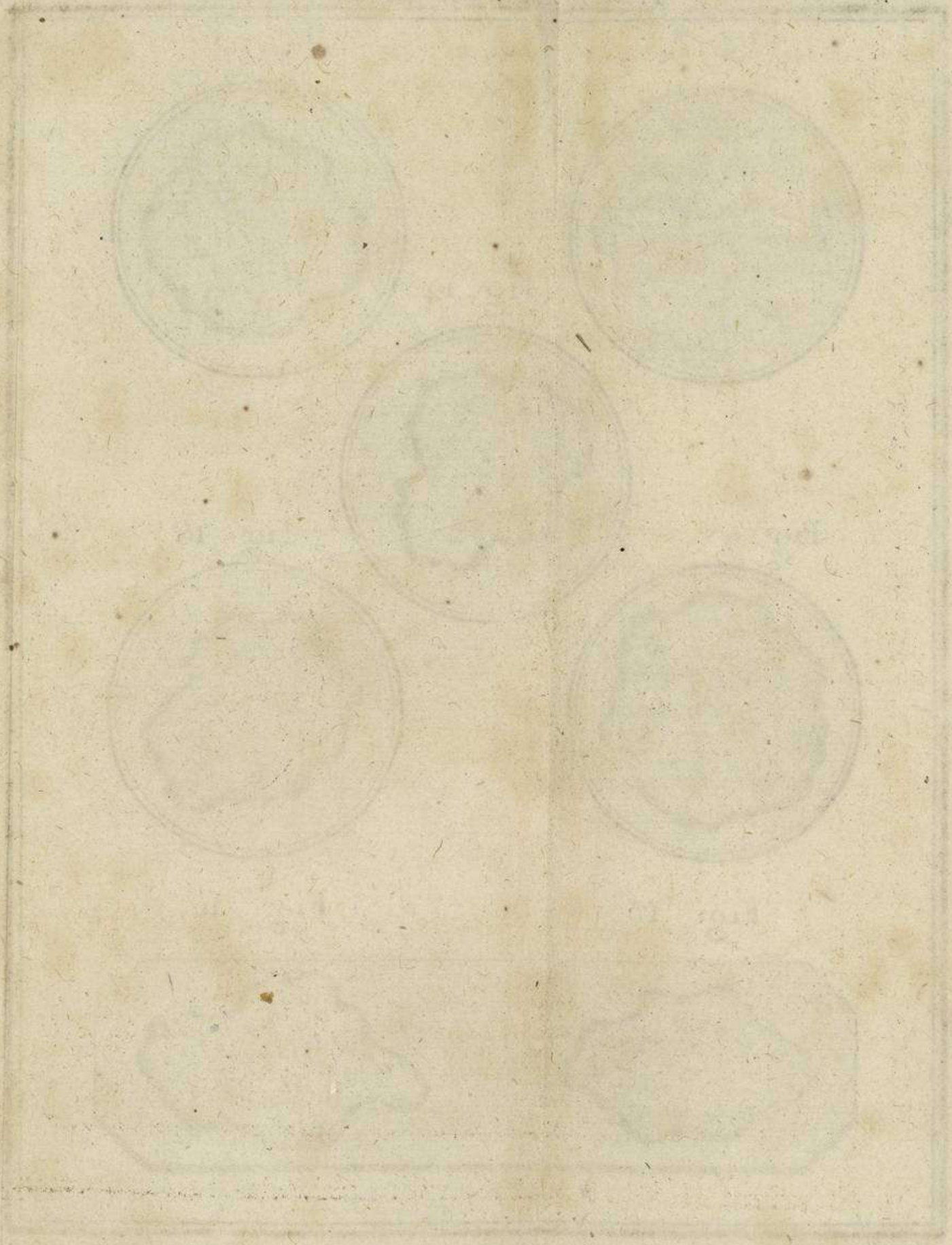


Fig. 11.



Dheulland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

APPLICATIONS.

I. LEÇON.

Les insectes ont été regardés fort long-tems 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 donné des recettes. Ce que le préjugé populaire avoit établi, des Philosophes ont tâché de le confirmer, & d'en rendre raison ; & les systêmes 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 réglée, & d'une uniformité aussi constante

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

pour chaque eſpéce, que celle des lions & des chevaux, &c. Ils ont répondu par des expériences déciſives, à des apparences trompeuſes & trop peu approfondies, ſur leſquelles on appuyoit l'ancienne opinion. Telle matiére 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 conclurre 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 ſçauroit pas que les oiſeaux font des nids pour perpétuer leur eſpéce, & qu'un agneau vient d'une brebis. Si l'on peut en quelque façon excuſer ceux qui les premiers ont été trompés par les apparences, parce qu'alors on n'étoit nullement inſtruit de la vraie maniére dont naiſſent ces petits animaux ſi différens des autres par leurs tailles & par leurs figures; pré-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

ſentement que l'on ſçait 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 apprend, que ſi l'on tient les vaiſſeaux fermés, il ne s'y engendre rien; mais on doit penſer que quand ils ſont ouverts, les meres 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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

Quelque intéreſſante que ſoit cette matiére, je ne dois pas m'y arrêter davantage: le Lecteur curieux d'en être plus amplement inſtruit, doit conſulter l'Hiſtoire des inſectes, par M. 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 fourniſſe plus à notre curioſité, que celui des Inſectes, où l'on doit admirer également & les différences qui caractériſent les eſpéces, & l'uniformité qui régne dans chacune.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I.
LEÇON.

III SECTION.

De la ſolidité des Corps.

LA *ſolidité* d'un corps n'eſt autre choſe que la quantité de matiére qui eſt liée enſemble ſous ſon volume : je dis, qui eſt liée enſemble ; car s'il arrivoit qu'une matiére étrangére paſſât librement à travers d'un corps, & qu'elle y exerçât ſes mouvemens avec indépendance, comme l'eau de la riviére qui baigne intérieurement un monceau de pierres qu'elle rencontre dans ſon lit ; cette matiére 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 amoncellées. Un panier percé de toutes parts, & plongé dans un fluide, n'a que ſa propre ſolidité ; ſi c'eſt un morceau de bois, il eſt plus ſolide de toute la quantité d'eau

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

I. LEÇON.

Etre ſolide eſt une propriété, non-ſeulement commune, mais même eſſentielle à tous les corps ; ſoit qu'on les conſidére 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 matiére quelconque, ſans employer une force capable de la pouſſer ailleurs.

Toute réſiſtance phyſique 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 exacte-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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'atmoſphére pour y rentrer, on ſentiroit ſans réflexion l'attouchement de lair, comme on ſent celui de l'eau quand on s'y plonge.

I. LEÇON.

Ce qui fait encore que la ſolidité des fluides 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, cédent au moindre de nos efforts, ſur-tout quand elles ſont en petite quantité: & nous ne penſons pas que nous

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

agiſſons, quand nous agiſſons très-peu.

Puiſque les fluides 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 conclurre 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 liége *A*; on deſcend enſuite perpendiculairement le vaſe *B*, afin que l'air qu'il contient ne puiſſe pas s'échapper.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 liége qui flotte deſſus, rend cet abaiſſement ſenſible, & fait voir qu'il n'entre point d'eau dans le vaiſſeau *B*.

EXPLICATION.

Le vaiſſeau *B*, contient une colonne d'air qui remplit ſa capacité; cette maſſe fluide, 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 fluide 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

fait descendre le vase qui contient l'air ; ce qui devient évident par le petit morceau de liége 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 entiérement. 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 fluide, 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'éléve un peu dans le vaisseau *B*, nonobstant la résistance de l'air ; ce qui arriveroit aussi en substituant à l'air toute autre matiére 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

APPLICATIONS.

Par l'expérience précédente, pour peu qu'on y penſe, on apprend 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 fluide; dans cette confiance mal fondée, nous croyons qu'une liqueur n'a qu'à ſe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

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 fuſſent jamais ſorties : nous devrions penſer de plus, que l'air ayant 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 matiéres 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 fluide 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.

I. LEÇON.

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 espéce 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 l'orifice *D*; & l'expérience suivante apprendra comment on peut le transporter plein, en empruntant la résistance de l'air extérieur.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *Fig.* 16. repréſente une eſpéce de fontaine, dont le canal *E F* eſt ouvert de part & d'autre ; la partie *E* eſt élevée d'environ 2 lignes au-deſſus du fond du baſſin *G H*, qui eſt percé au centre : on remplit d'eau le réſervoir *I K*, juſques aux $\frac{3}{4}$ ou 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 *E F* eſt ouvert, il laiſſe un paſſage libre à l'air qui exerce intérieurement ſa preſſion ſur la ſurface de l'eau en *I K*. 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 premiere eſt contrebalancée par la réſiſtance de l'air extérieur qui répond au bout de chacun des petits

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

canaux 1, 2, 3, 4, & qui s'oppoſe par dehors à la chûte de l'eau avec une force égale à la preſſion qui la ſollicite par dedans; la ſeconde cauſe, (le poids de l'eau,) ſubſiſte entiérement, & ſuffit pour la faire couler. Mais ſi le canal *E F* vient à ſe boucher, l'air intérieur ceſſant de preſſer la ſurface de l'eau en *I K*, 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 intermitences. Comme elle ne peut ſortir du baſſin *G H*, 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.

I. LEÇON.

APPLICATIONS.

On trouve en différens lieux des ſources intermittentes dont les écoulemens ſont périodiques; ces effets naturels qui ſe rencontrent aſſez ordi-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

nairement 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 plûpart 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 fluide. 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 matiéres; & 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 *C* de l'inſtrument cité ci-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,

* *Fig.* 15.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 chûte 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-

I. LEÇON.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

I. LEÇON.

quelle on a fait ſécrétement 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 paroît que pluſieurs matiéres mêlées enſemble confondent leurs grandeurs, & ſe pénétrent 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 eſpéce de pénétration, n'en eſt point ſenſiblement augmenté ; un vaiſſeau plein de cendres 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 matiére 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,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

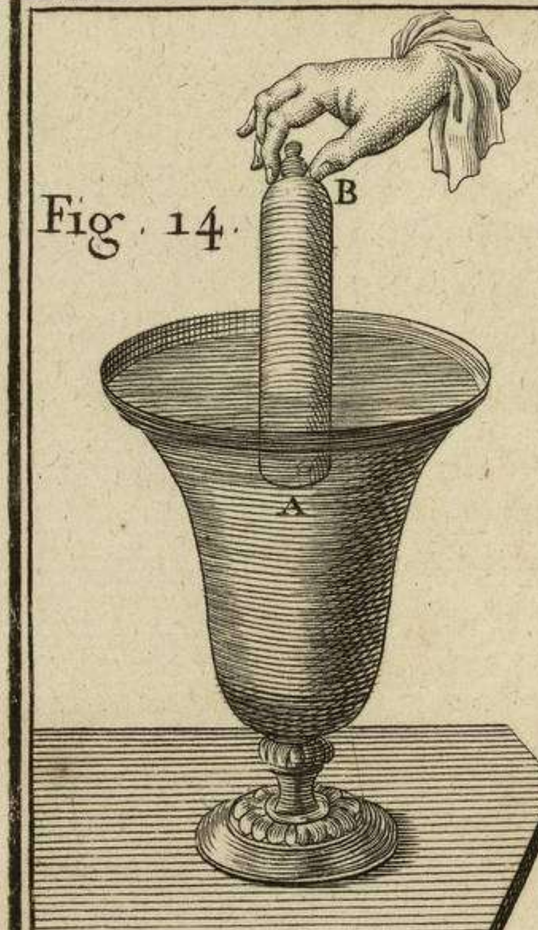
de leur ſolidité réelle. Les parties indiviſibles (s'il y en a) ſont abſolument impénérables. Celles même d'un ordre inférieur, qui commencent à être compoſées, ne ſont encore vraiſemblablement jamais pénétrées par aucune matiére ; en un mot il y a dans tous les corps quels qu'ils puiſſent être, une 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 font proprement la vraie matiére 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 matiére qui n'a aucune liaiſon avec le reſte, & qui céde 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.

I. LEÇON.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 14.



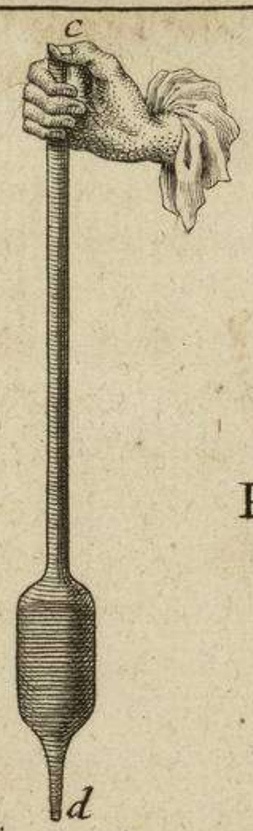


Fig. 15.

Fig. 16.

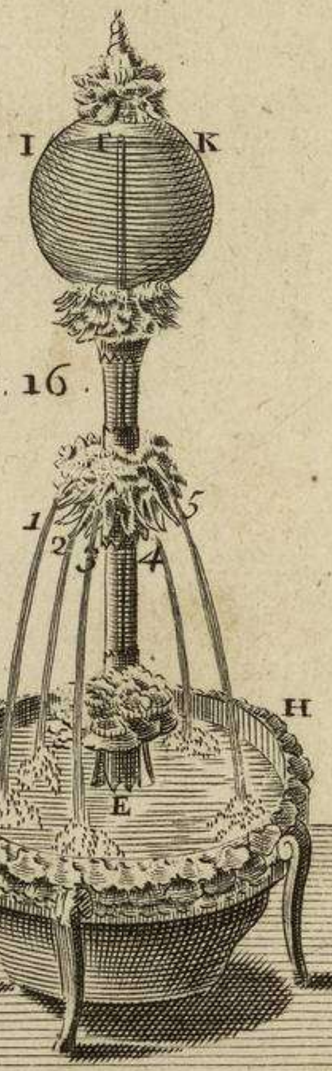
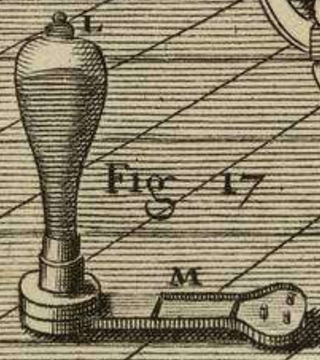
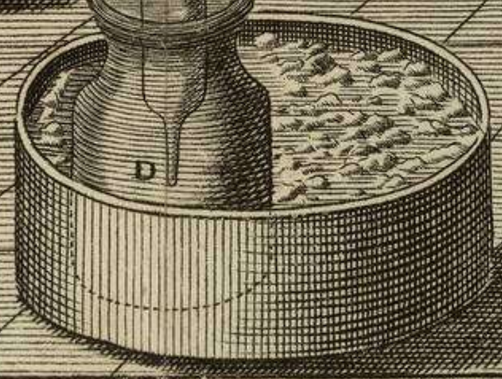


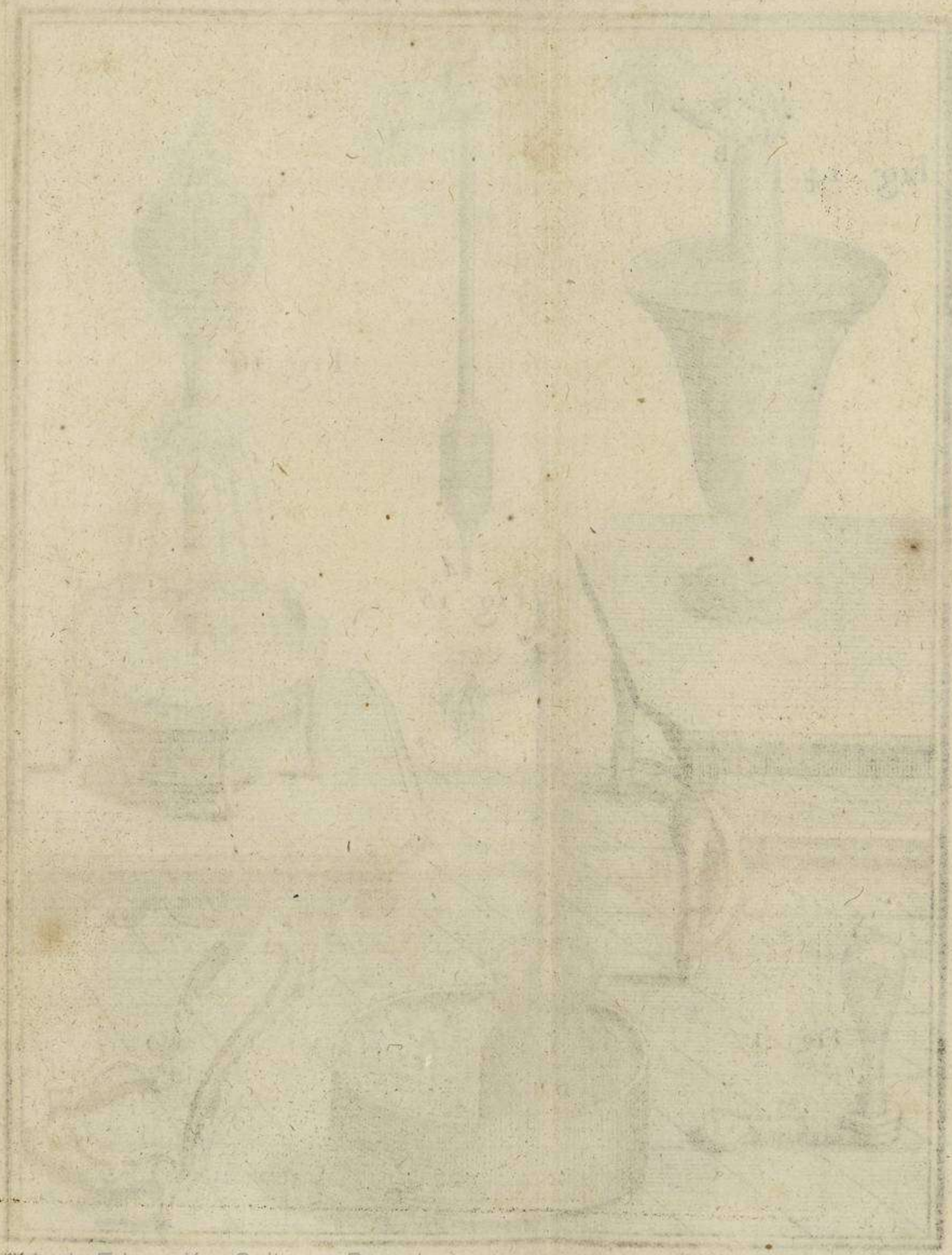
Fig. 17.





Choffard del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

De la Porosité, Compressibilité, & Elasticité des Corps.

PREMIERE SECTION.

De la Porosité.

II. LEÇON.

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 matiére : il est indubitable que la plus grande partie de ces interstices loge des fluides dont la présence se manifeste par mille preuves. Quand je plonge dans l'eau une éponge séche, ou une pierre tendre, j'en vois sortir beaucoup d'air, à mesure que l'eau les pénétre : & quand je fais sécher des matiéres humides, elles deviennent plus légéres à mesure qu'elles perdent par l'évaporation, ce que leur porosité avoit admis. Ces corpuscules

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

étrangers ne rempliſſent que les plus grands vuides; la matiére du feu, celle de la lumiére 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 fluides beaucoup moins groſſiers que les autres; mais quand on conſidére la matiére propre d'un corps, c'eſt toujours en faiſant abſtraction de toutes ces parties étrangéres qui ſuivent d'autres loix, & qui ne participent point à ſes affections. On peut croire auſſi qu'après ces premiers vuides qui n'en ſont point à proprement parler, puiſqu'ils ſont pleins d'une autre matiére, il en eſt d'autres plus petits & qui le ſont au ſens littéral. La liberté requiſe pour les mouvemens, ſemble l'éxiger; 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 *Figure premiere* repréſente une machine pneumatique, ſur la platine de laquelle on a établi un canon de verre *NO*, terminé en haut par un vaſe de bois de chêne *P*, qui a été creuſé ſelon le fil du bois, & dont le fond eſt epais 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 gouttes dans le canon de verre; le bois s'étend, & quelquefois le vaiſſeau ſe fend.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 étrangére 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'expérience précédente, on peut ôter l'air qui eſt contenu dans le canon de verre *NO*.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

levaſe 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 levaiſſeau, aidée de ſon ſeul poids, ne peut ſe faire jour à travers. Il faut emprunter une force étrangére qui la mette en état d'aggrandir 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 *NO*, ſe filtre à travers le fond du vaſe de bois, & s'amaſſe en gouttes qui forment en tombant une eſpéce de pluye.

II. LEÇON.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

ſoient écartées les unes des autres; & que la ſurface ne ſe ſoit étendue; mais ſi la circonférence que l'eau pénétre 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.

APPLICATIONS.

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 matiére 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 fluides de s'étendre par-tout avec égalité; & comme l'état de l'atmoſphére varie ſans ceſſe, les bois ainſi que tous les corps ſpongieux, ſouffrent continuellement des alternatives d'humidité & de ſéchereſſe; ce qui cauſe des variations dans leurs volumes: les ſurfaces augmentent d'étendue dans un tems, dans un autre elles dimi-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 long-tems 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 raccommode 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 ſéchereſſe.

II. LEÇON.

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 piéce, ou qui ſont aſſemblés à colle, il n'arriveroit qu'un changement de grandeur qui ſeroit ſouvent d'une légére conſéquence : mais parce qu'un côté devient humide & plus grand, pendant que l'autre reſte ſec

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

& 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 piéces qui la compoſent, ne ſont pas également ſuſceptibles ou exemptes des impreſſions de l'air.

L'uſage des peintures à l'huile & des vernis rémédie aſſez bien à ces ſortes d'inconveniens : en bouchant ainſi les pores du bois avec une matiére 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 des parcelles d'eau qui s'inſinuent dans une matiére ſolide, puiſſent ainſi par leurs petites forces multipliées, augmenter ſon étendue, nonobſtant les réſiſtances énormes qui font effort quelquefois

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

quelquefois pour la retenir dans ſes dimenſions. On a vû des cables mouillés à deſſein, ſe gonfler aux dépens de leur longueur, & faire approcher 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 carriéres 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 diamétre convenable. Tandis qu'il repoſe ſur ſa baſe, on le partage par des tranchées circulaires & paralléles, 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 quon a creuſé avec des coins de bois tendre & bien ſéchés, dont on augmente enſuite le volume en les mouillant par aſperſion ou autrement.

II. LEÇON.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 *Figure* 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 juſques à la hauteur de deux doigts ou environ.

EFFETS.

Au premier & 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 premiére expérience, alors ſes petits globules ſe font jour, & imitent en tombant, une pluye d'argent, par leur nombre & par leur couleur.

II. LEÇON.

APPLICATIONS.

La vie des animaux s'entretient par les alimens; mais de tout ce qu'ils prennent par forme de nourriture, la nature n'en employe qu'une tres-petite partie à la ſubſiſtance du corps qui les digére: quand elle a fait ſon extrait, & qu'elle l'a placé ſelon ſes vûes, elle a des voies par leſquelles elle ſçait 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 opérent d'avantage, parce qu'elles ſe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 maniére peu ſenſible à la vérité, mais ſi efficace à la longue, que ſelon les expériences de Sanctorius, de M. 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 enléve cinq.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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.

II. LEÇON.

Ceux qui ont vû 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 molesse 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 entiére ; il ne différe d'un mort que par un reste de mouvement qui se laisse à peine appercevoir, & qui le plus

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 eſpéces de rats qu'on nomme loirs : l'engourdiſſement où ils étoient, leur rendoit les membres auſſi roides que s'ils euſſent 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 maniére, & 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'été on tranſpire davantage, & d'ordinaire on mange moins que dans toute autre ſaiſon ; les parties de l'eſtomac deſtinées à faire la digeſtion des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

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 matiéres qui agiſſent du dehors au-dedans ; la Médecine applique extérieurement des remédes qui portent leurs effets juſqu'aux parties les plus internes, & qui ne permettent point de douter de cette derniére eſpéce 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 des petits jets d'air qui ſont formés par une ſuite continuelle des 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 bien-tôt 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'atmoſphére: 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 coque

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 1.

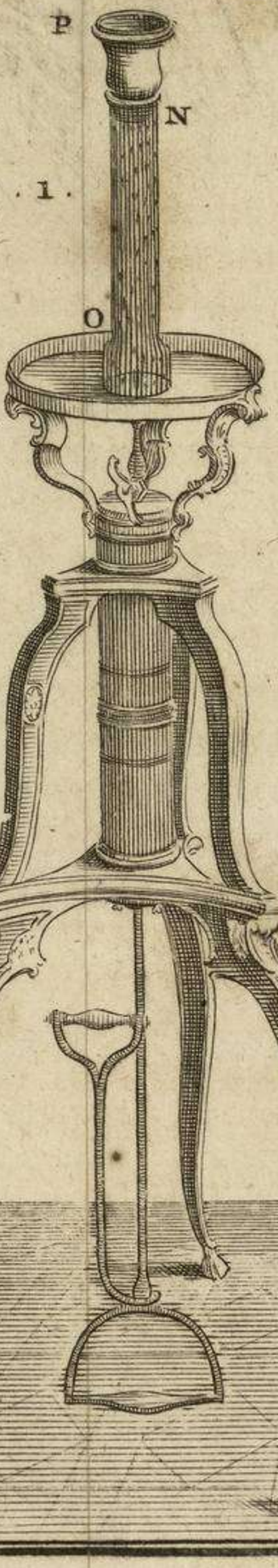


Fig. 2.

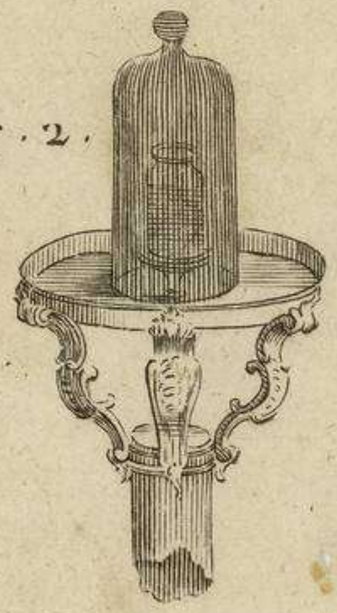
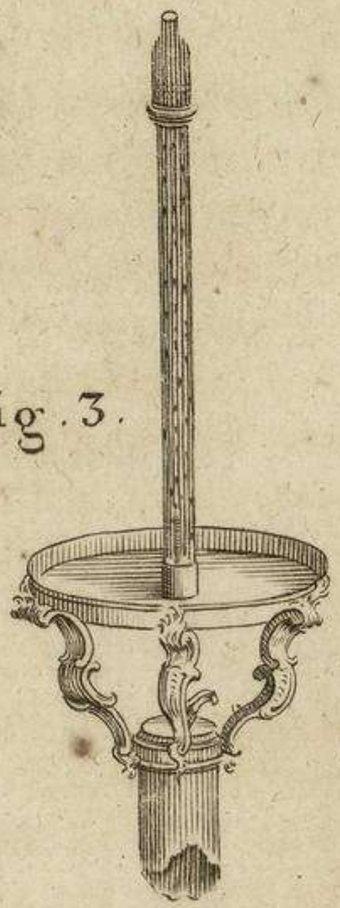
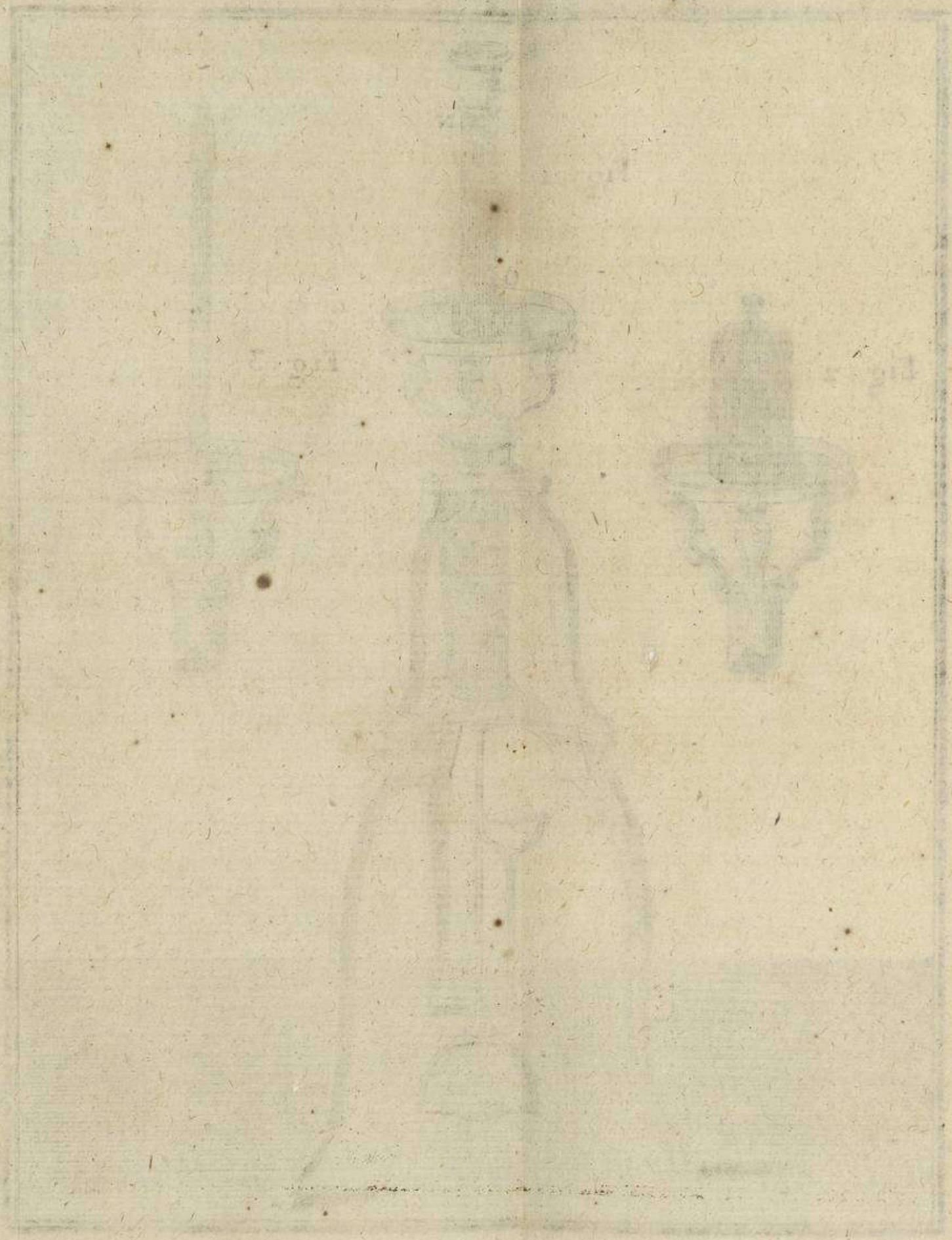


Fig. 3.



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

coque par lesquels il y étoit entré. La plûpart 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'eau, par la différence qu'il y a entre les pesanteurs spécifiques des deux fluides.

II. LEÇON.

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 légéreté 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 entiérement 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.

APPLICATIONS.

LES œufs qu'on nomme *frais*, sont

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 promptement 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. M. de Reaumur qui ne borne jamais ſes recherches à des ſpéculations de ſimple curioſité, nous en offre un moyen qui paroît auſſi ſimple & plus sûr que tous ceux qu'on avoit imaginés avant lui.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 légére 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.

II. LEÇON.

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 sûreté, après un tems qui, ſans cette précaution, feroit craindre avec raiſon qu'ils ne fuſſent corrompus; c'eſt donc un nouveau moyen pour tenter d'élever des oiſeaux étrangers, qu'on ne peut tranſporter vivans qu'avec beaucoup

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 ſçait qu'une eſpéce couve les œufs d'un autre : une poule fait éclore des canards, des faiſans, &c. Mais en pareil cas il ne faut pas oublier de préférer le vernis à tout autre enduit qui s'appliqueroit 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 M. 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. EXPERIENCE.

II. LEÇON.

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 premiéres feuilles d'un livre qui a 400 ou 500 pages ; on étend enſuite avec une petite éponge ſur la derniére feuille du livre, une autre liqueur qui n'eſt pas plus colorée que la premiére, & 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 premiére liqueur ; & l'on ne rencontre aucune marque ſemblable dans tout le reſte du livre.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 paroît 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 lumiére & des couleurs. La derniére de ces deux liqueurs exhale une vapeur fort pénétrante qu'on apperçoit à l'odeur, & qui paſſe à travers des 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 premiére ſur le papier blanc; il s'y fait donc un mêlange des deux, qui paroît 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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

APPLICATIONS.

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 phénoméne, à moins qu'on ne prenne ces mots par abbréviation, pour l'action méchanique d'un corps ſur un autre; comme quand on dit, *tel reméde, 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 premiére, parce qu'elle ſympathiſe avec elle; il n'auroit rien dit pour ceux qui veulent une explication intelligible; on exigeroit de lui qu'il fît con-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II LEÇON.

noître 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 hypothéſe 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 & communes 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 ſçait que les propriétés que nous connoiſſons dans les corps, ſont en bien petit nombre, mais qu'elles ſont très-fécondes dans leurs applications: elles ſe montrent par tant d'endroits différens, qu'il a peine à ſe perſuader de les trouver jamais en défaut; ſans ſe flatter de les connoître toutes, il ne ſe permet pas légérement la liberté d'en imaginer

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 inexplicables très-ſouvent, 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 crû voir ce qu'ils n'ont point vû, 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'accréditent par le tems & par l'autorité de quelqu'un à qui l'on ſuppoſe des lumiéres qu'il n'a pas. Je ne parle point de l'impoſſibilité prétendue d'accorder ſur un inſtrument deux cordes, dont l'une ſeroit de boyaux de mouton, & l'autre

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

de boyaux de loup ; du danger imaginaire de jetter dans le feu de l'urine ou du ſang ; de la guériſon qu'on attend de certains fruits qu'on porte dans ſa poche, ou qu'on jette dans un puits ; & d'une infinité d'autres remédes, ou préſervatifs ſemblables, dont tout le monde ſent le ridicule, & qui ne s'appuyent d'aucune expérience qu'on puiſſe citer.

Mais qui eſt-ce qui n'a point entendu parler de la fameuſe poudre de ſympathie, & de ſes effets admirables ? On ſçait que ce n'eſt autre choſe que du vitriol calciné au Soleil & pulvériſé ; ce minéral eſt aſtringent ; quand on l'applique ſur une plaie il ne manque guére de la deſſécher, & de la diſpoſer à ſe fermer en peu de tems : juſqu'ici point de ſympathie, dans le ſens qu'on le ſuppoſe. Quand on employe cette poudre près du bleſſé ſur un linge baigné de ſon ſang encore chaud, il arrive quelquefois que la bleſſure s'en reſſent ; il n'y a encore là rien de ſympathique que pour ceux qui ignorent que du vitriol en poudre s'exhale en particules inſenſibles, que l'air voiſin porte aux environs, & qui s'at-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

tachent 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 phénoméne avec quelque vraiſemblance par les loix ordinaires & connues de la nature: mais pourquoi chercher à l'expliquer, ce prétendu phénoméne, 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 chiméres sévanouiroient, 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 matiére eſt peſant, & que la peſanteur ne con-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

vient qu'à ce qui eſt matériel; nous ſçavons bien qu'un corps a moins de vuide qu'un autre, quand à volume égal il péſe davantage que lui : mais cette comparaiſon ne nous apprend que leur poroſité relative; 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 matiére de comparaiſon qui fût toute ſolide, en qui la grandeur & le poids fuſſent abſolument ſynonimes : car en comparant une portion de cette matiére avec un pareil volume d'une autre matiére; 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 ſçauroit de plus la juſte valeur de ce *moins*, & l'on regarderoit comme certain, que la poroſité de cette matiére comparée ſeroit égale à ſa ſolidité; puiſque la peſanteur, attribut qu'on peut regarder comme inſéparable des parties matérielles, s'y feroit ſentir une

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

II. LEÇON.

Mais un corps de cette eſpéce 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 compact, & qui renferme le plus de matiére ſous un volume déterminé ; il n'y a point de matiére connue, dont un pouce cube peſe 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 juſques à la derniére. Pluſieurs Phyſiciens * même ont porté leurs conjectures juſques 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 peſe 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 matiére n'eſt pas toujours plus poreuſe qu'une autre par cette

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 liége, quelque comprimé qu'il soit dans le col d'une bouteille, ne devient jamais aussi compact qu'un morceau de bois de quel espéce qu'il soit: 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 liége pour arrêter l'évaporation de quelque liqueur renfermée dans un vaisseau: il est donc plus que vrai semblable 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 légéreté respective de ce dernier métal, qu'il a les pores plus ouverts que le premier? pourquoi ce qui entre dans celui-ci ne peut-il pas entamer l'autre, si, comme

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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?

II. LEÇON.

Juſques ici l'explication ne va point mal. Mais ſi l'on répond que l'eau forte ordinaire, qui diviſe l'argent & la plûpart 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 matiére diſſoluble? ou bien, faudra-t-il pour étayer cette explication, joindre la figure à la grandeur?

On ne peut douter qu'une matiére ne différe 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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'applique 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 matiére préférablement à une autre, le fait n'en eſt pas moins connu, & depuis longtems les Arts en ont fait leur profit.

Le Graveur en taille douce prend une planche de cuivre mince & bien polie; il l'enduit légérement d'une eſpéce

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

espéce 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 horisontalement, & 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, céde à l'action du dissolvant, & se creuse plus ou moins, selon les vûes de l'artiste qui régle 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. C'est 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 térébenthine, pour la cire fondue ; ces exceptions ont été saisies par des personnes ingénieuses

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

comme autant de moyens pour introduire dans l'intérieur du marbre des couleurs étrangéres, & pour imiter avec celui qui eſt blanc les autres eſpéces qui ſont naturellement colorées. Feu M. 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, *me fit voir pluſieurs fois des tables de marbre artificiellement teintes, bien imitées, & ſi fortement pénétrées, qu'elles avoient été polies depuis ſans rien perdre de leurs couleurs.

* *Mem. de l'Acad. 1728. p. 50.*

Les vernis dont on fait maintenant tant d'uſage, ne ſont autre choſe que des gommes de différentes eſpéces que l'on liquéfie par le moyen de quelque diſſolvant. Telle s'étend dans l'eſprit de vin, qui reſte entiére dans les huiles qu'on employe avec ſuccès pour fondre les autres; tout l'art conſiſte à connoître dans quelle matiére 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II.
LEÇON.

II. SECTION.

De la Compreſſibilité, & de l'Elaſticité des Corps.

TOUT ce que nous avons dit de la poroſité, a déja dû faire connoître que la grandeur apparente d'un corps quelconque, excéde toujours la quantité réelle de ſa matiére propre : & cet excès varie peut-être autant que les eſpéces qui compoſent l'univers ; car on rencontre rarement deux matiéres qui, à volumes égaux, péſent 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 matiére différe moins de ſa grandeur apparente ; ou (ce qui eſt la même choſe) quand ſous une grandeur donnée, il contient plus de parties ſolides. Le plomb eſt donc plus denſe que le cuivre, l'air eſt moins denſe que l'eau.

Mais le même corps peut changer

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 maniéres, ou lorſqu'on ſupprime une cauſe interne qui les tenoit plus écartées, ou quand on applique extérieurement une force qui les oblige à ſe rapprocher mutuellement. On peut diſtinguer l'une de l'autre, ces deux maniéres de diminuer le volume d'un corps, en appellant la premiére *condenſation*, l'autre, *compreſſion*; (quoique, à dire vrai, ce ſoit toujours condenſer une matiére 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 faiſant abſtraction des parties élémentaires, ou atômes, s'il y en a) dont le volume ne puiſſe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

être diminué de l'une de ces deux maniéres au moins, & assez souvent de l'une & de l'autre façon. Quelque dure que puisse être une matiére, 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 fluide étranger qui la pénétre, & 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 rapprochent peu à peu, en perdant le mouvement violent qu'elles avoient acquis dans le feu. Une éponge mouillée & dilatée par l'eau qu'elle contient, se place dans une espace beaucoup moindre, quand on exprime le fluide 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 bien-tôt que le mouvement de réflexion est une preuve de la compressibilité du corps réfléchi.

II. LEÇON.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

Tous les corps généralement, dans tel état qu'ils ſe préſentent, ſolides, fluides, 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'été, devient flaſque pendant l'hyver ; & la liqueur du thermométre 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 maniéré 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 matiére conſidérée dans tous ſes états : tous les corps ſolides ſont compreſſibles, & juſqu'ici l'expérience n'en a fait excepter aucuns ; l'air ſe comprime conſidérablement, & produit par cette propriété des effets ſurprenans, que nous

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

rapporterons dans leur lieu. D'autres fluides, comme la fumée, la flamme, &c. n'ont point encore été éprouvés dans cette vûe; ſans doute parce qu'il ſeroit très-difficile, & probablement impoſſible de les appliquer ſeuls à des expériences de cette eſpéce: 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 réuſſi à faire mieux; M. Newton * la rapporte comme une choſe fort curieuſe; & comme s'il eût appréhendé 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 déja mis bien du monde à portée de le citer de même; voici le fait.

II. LEÇON.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

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

EFFETS.

Quand on fait agir la preſſe, la boule de métal comprimée, s'applatit un peu; & ſi l'on continue de preſſer, l'eau ſe fait jour à travers des pores, & paroît ſur la ſurface en petites gouttes ſemblables à celles de la roſée.

EXPLICATIONS.

C'eſt une choſe démontrée, qu'une capacité ſphérique, à ſurfaces égales, contient plus de matiére 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 augmente

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 7.

Fig. 4.

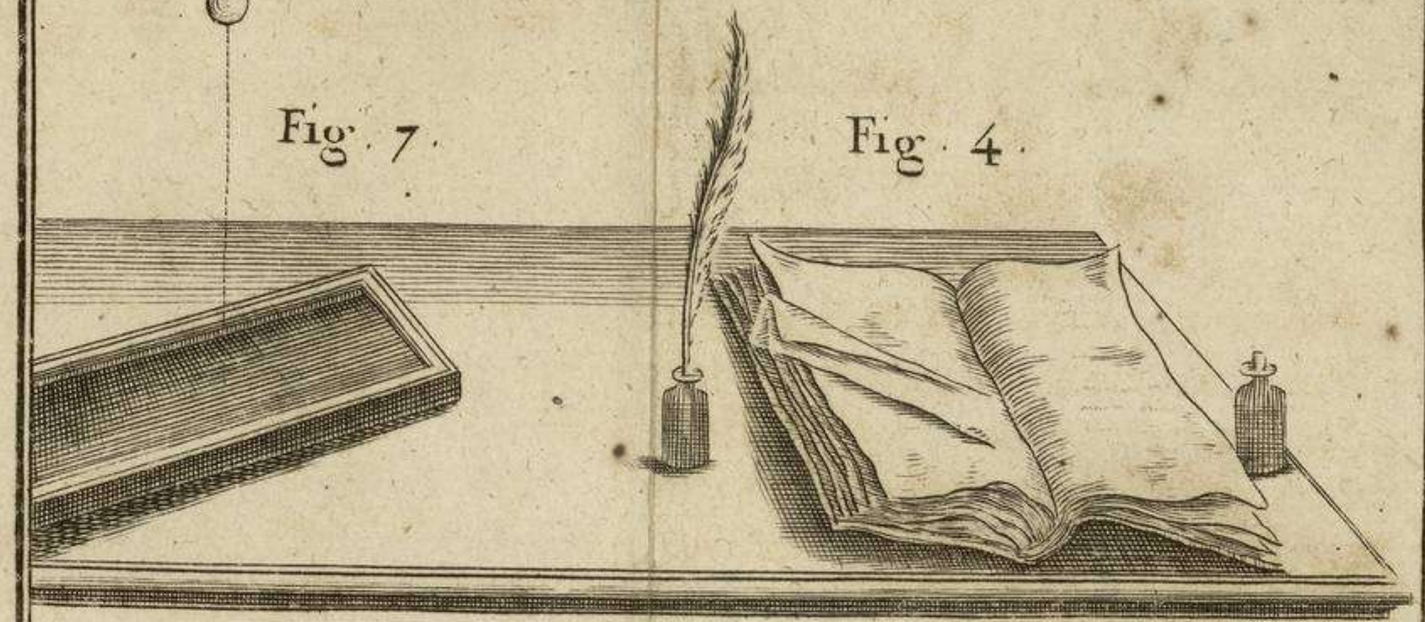
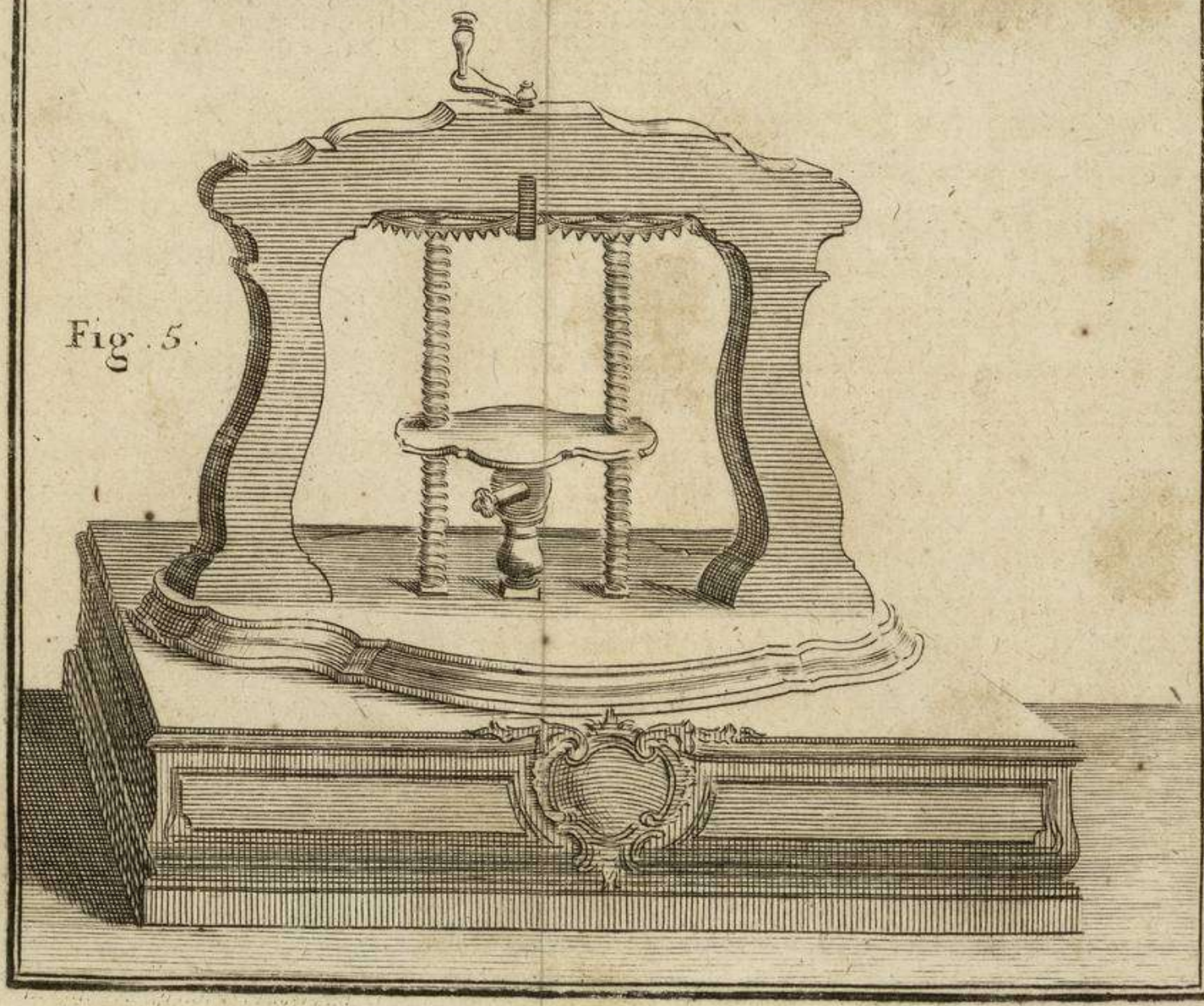
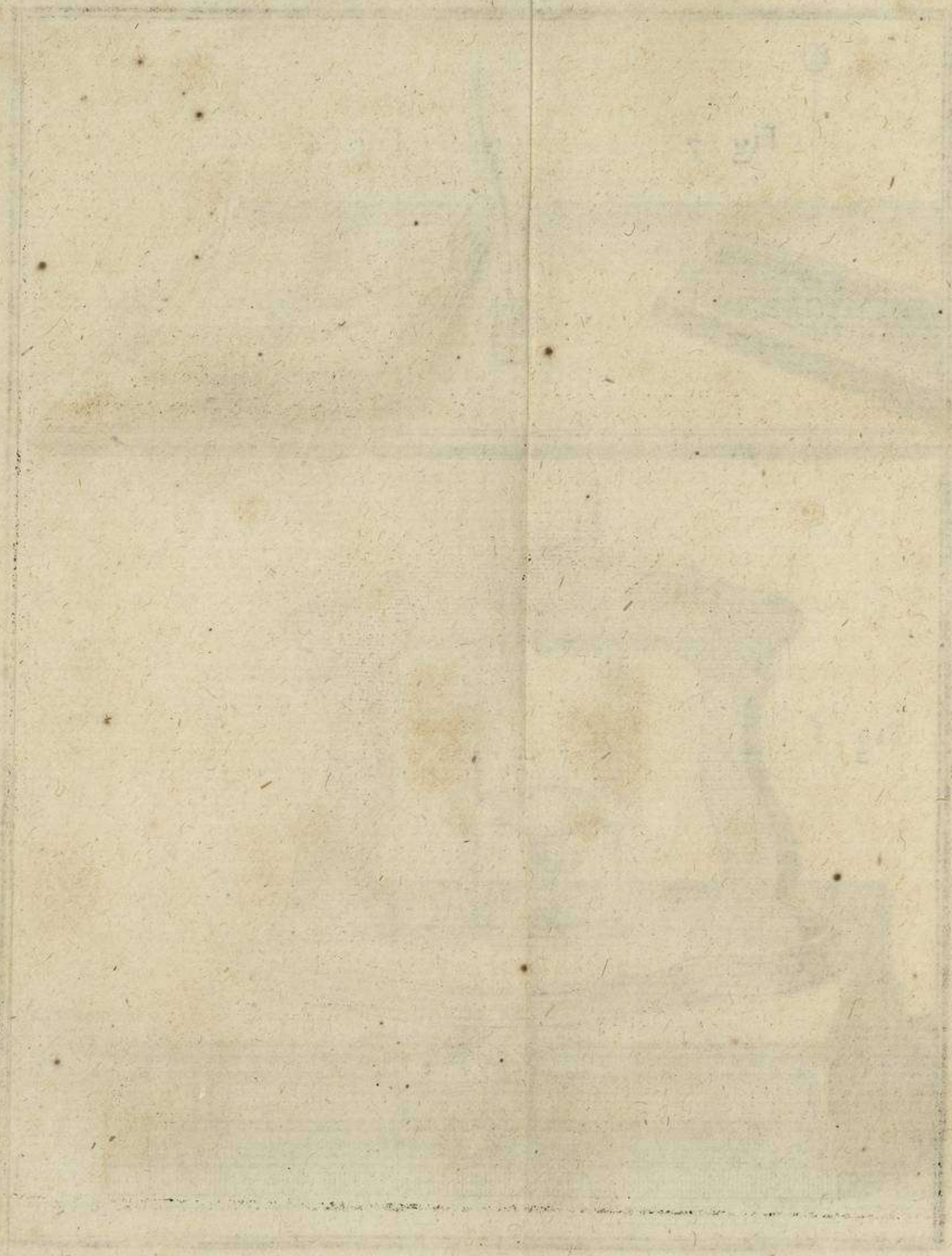


Fig. 5.



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 applatie; mais en meſurant ſa capacité, on la trouve la même qu'elle étoit avant l'expérience : il faut donc convenir que cet applatiſſement n'eſt dû qu'à la ductilité du métal; & que le volume de l'eau n'a point été ſenſiblement diminué ſous la preſſe.

II. LEÇON.

Boyle, le Baron de Verulam, & 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 apperçû, 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.

A B C D, *Fig.* 6. eſt un tube de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

verre fort épais, qui a 3 lignes de diamétre intérieurement, 7 pieds 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 entiérement 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 pieds 10 pouces de hauteur égale trois fois le poids de l'atmoſphére, ce qui fait une force très-grande; & puiſqu'elle ne ſuffit pas

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 matiéres qui ſont en cet état ſont bien peu flexibles.

II. LEÇON.

APPLICATIONS.

QUOIQUE dans les expériences que nous venons de rapporter, l'eau ne laiſſe appercevoir aucun ſigne de condenſation; on n'en doit pas conclurre 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 céderoient enfin d'une maniére ſenſible, s'il étoit poſſible de les ſoumettre à de plus grandes preſſions, & qu'elles cédent même à celles qu'on employe, mais d'une quantité trop petite pour être apperçûe. Tous les corps ſolides ſe compriment, parce qu'étant poreux, leurs parties peuvent ſe rapprocher; mais qu'eſt-ce qu'une liqueur, ſinon un aſſemblage de petits corps ſolides que nous ne pouvons pas regarder comme des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

êtres ſimples, mais plutôt comme des 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 rapprochent & qui broyent les autres corps; tout ce que nous tirons des végétaux par expreſſion, le vin, le cidre, les huiles, &c. ne ſe ſépareroient jamais des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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. II. LEÇON.

On ne peut s'empêcher d'être ſurpris, quand on conſidére que le même corps eſt compreſſible, ou ne l'eſt pas, ſelon qu'un dégré 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 matiére, 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 phénoméne 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

presque tous les corps, est d'être solides ; quand ils sont liquides, c'est parce qu'une matiére étrangére les rend tels en pénétrant dans leur intérieur, & en donnant par sa quantité ou par son action à leurs parties une mobilité respective qui rompt 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 fluide plus subtil, & connu sous le nom de *matiére du feu*, la pénétre 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 vrai-semblance, que dans les premiers les parties portent, pour ainsi dire à faux, ou ne sont appuyées que sur un fluide sans action, qui céde au moindre choc ; au lieu que dans les liqueurs les molécules plus divisées, & par cette raison déja

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

moins flexibles, ſont appuyées ſur un fluide 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 matiére équivalente pour la dureté, elles ne céderoient point ſenſiblement à la compreſſion, ſoit qu'elles fuſſent ſeules, pourvû qu'elles ſe touchaſſent; ſoit qu'elles fuſſent mêlées avec d'autres plus petites qui les empêchaſſent de ſe toucher, pourvû que ces dernieres fuſſent elles-mêmes inflexibles. *Fig.* 8.

II. LEÇON.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

EFFETS.

EN regardant obliquement la tablette de marbre, on apperçoit partout où la boule d'yvoire a touché, une tache ronde qui a environ deux lignes de diamétre; & cette tache eſt plus grande aux endrois où la boule eſt tombée de plus haut.

EXPLICATIONS.

L'YVOIRE, quoique très-ferme, eſt une matiére 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 ſphére vers ſon centre; & comme ces parties comprimées ſont de nature à ſe retablir dans un inſtant, il ne reſte aucune marque de cette compreſſion ſur la boule; mais la tache qui paroît ſur le marbre, eſt une preuve inconteſtable de cet applatiſſement qui a diſparu; ſi l'on n'aime mieux dire que le marbre s'eſt enfoncé & remis auſſitôt, ce qui prouve également la compreſſibilité d'un corps très-dur: l'un & l'autre arrive

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

probablement ; la même compreſſion creuſe le marbre, & applatit la boule; mais de ces deux effets, le dernier eſt ſans doute le plus conſidérable, à en juger par la nature de 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'applatiſſement de la boule, en faiſant abſtraction de la flexibilité du marbre, obligeroit de même à conclurre un enfoncement dans le marbre, ſi l'on n'avoit aucun égard à la compreſſibilité de l'yvoire.

On ſçait en effet que la circonférence d'un cercle appliquée parſa partie convexe ſur une ligne droite, ne la touche qu'en un point *G. Fig.* 9. On ſçait 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'yvoire de notre expérience, poſée ſimplement

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

sur la tablette de marbre, ne doit la toucher auſſi qu'en un point. Quand on l'a laiſſé tomber deſſus, s'il paroît qu'elle y ait été appliquée par une ſurface circulaire de deux lignes de diamétre; il faudra néceſſairement convenir que le premier point de tangence *g. Fig.* 9. a été rapproché 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 appliquée au marbre, & d'y laiſſer ſon impreſſion ſur la couche légére d'huile dont il eſt enduit.

APPLICATIONS.

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 reſpectivives reſtent les mêmes. Tel eſt l'état des animaux qui vivent dans l'air ou dans l'eau; environnés de toute parts de l'un de ces deux fluides, ils n'en remarquent point la preſſion, quoiqu'el-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

le ſoit conſidérable; parce qu'elle ſe fait équilibre à elle-même, & qu'elle ne dérange 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 applatiſſement.

II. LEÇON.

De l'Elaſticité ou reſſort des Corps.

DE tous les corps qui ſe compriment, les uns demeurent dans l'état que la compreſſion leur a fait prendre; c'eſt-à-dire, qu'ayant changé ou de grandeur, ou de figure, ils perſévérent dans ce changement, lorſque la compreſſion vient à ceſſer; comme la balle de plomb qui reſte applatie après ſa chûte, & la pelote de neige qui demeure dans la forme qu'on lui a donnée avec les deux mains. Les autres au contraire ſe rétabliſſent, &

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

reprennent, après avoir été comprimés, les mêmes dimensions & la même figure qu'ils avoient avant que de l'être. Telle est la bille d'yvoire 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'éléve vers la surface.

Les corps de la derniére espéce 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 premier état. Cette propriété suppose donc qu'ils soient compressibles; & comme les liqueurs ne le font pas d'une maniére 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 dégré; 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 considéré.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

Ceux en qui la force élaſtique ſe fait appercevoir, réagiſſent 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 long-tems 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 parfaitemont élaſtiques. De plus, on ne peut opérer que dans quelque milieu matériel: quand on choiſiroit l'air

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

comme celui qui l'eſt le moins; nous avons déja 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'yvoire m'ont paru aſſez propres aux effets par leſquels on peut prouver ce qu'il importe le plus de ſçavoir 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'ai fait choix, exigent quelques connoiſſances des principales propriétés du mouvement, dont nous n'avons encore rien dit, j'ai crû 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 appliqué les reſſorts à tant d'uſages, que ce ſeroit une longue & inutile entrepriſe d'en faire ici

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 carroſſe le plus ſomptueux, 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 communiqüeroient 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'ayent 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

ressort, (*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, jusques 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 piéces 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 inconvenient, & 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 pû opérer des mouvemens

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 6.

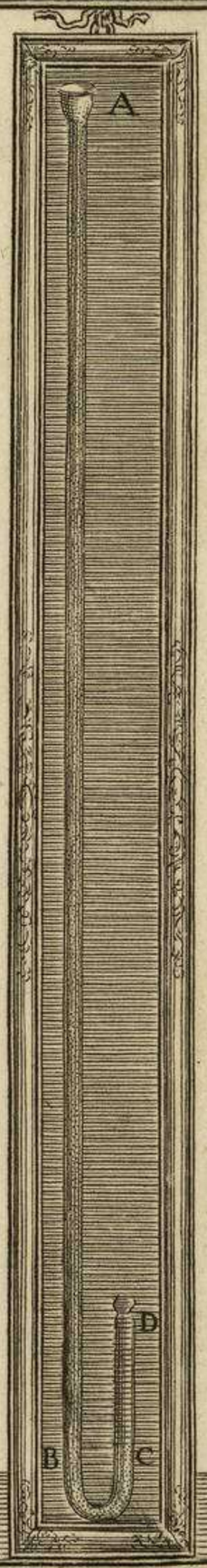


Fig. 10.

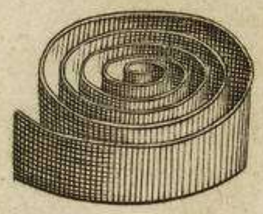


Fig. 9.

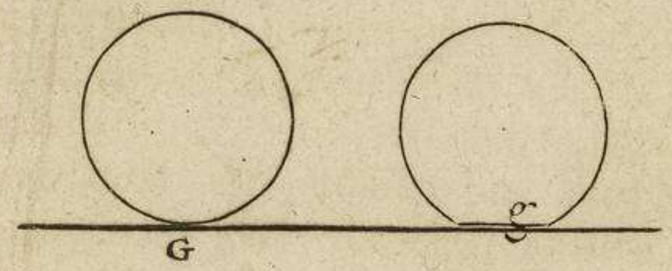
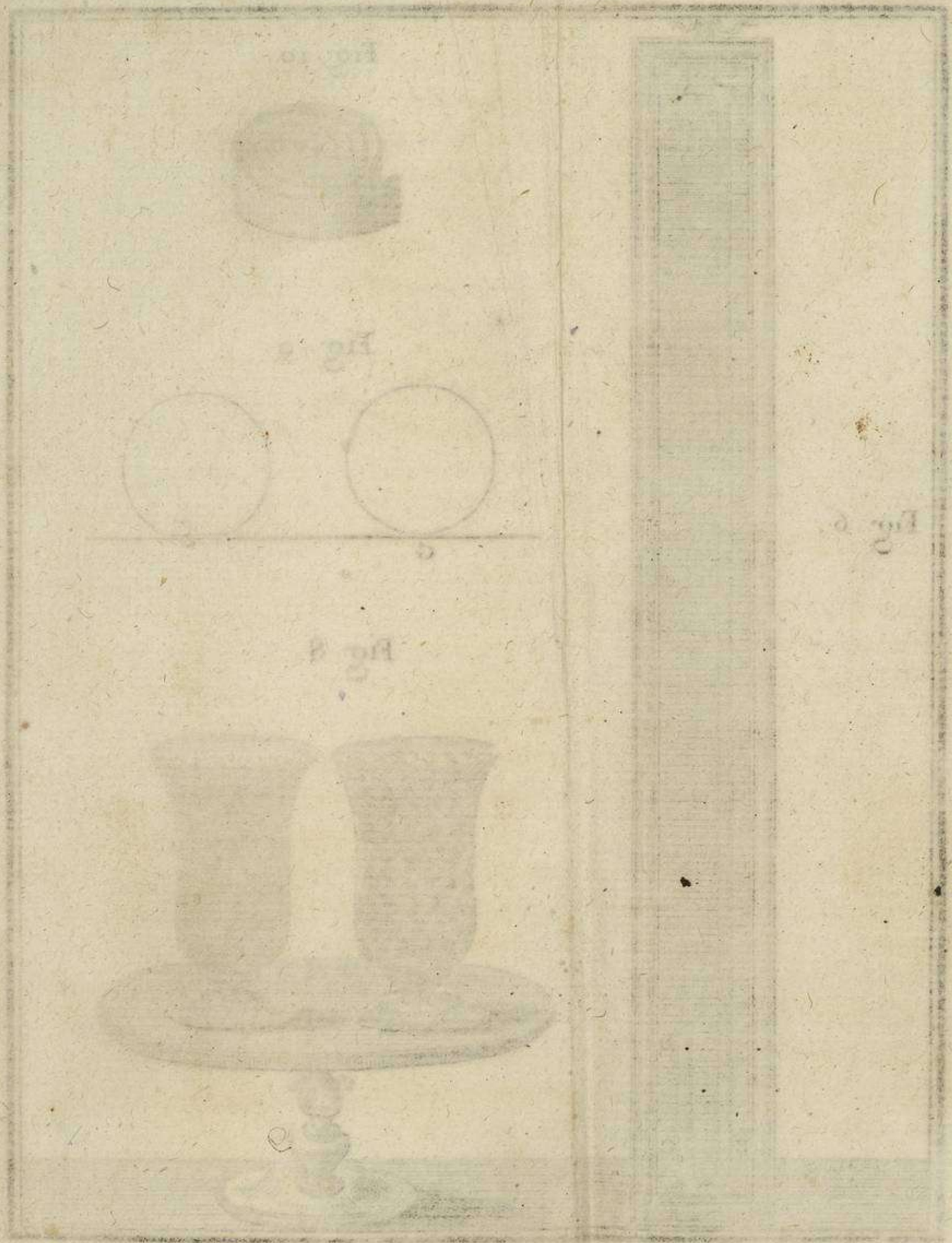


Fig. 8.

Brunet fecit

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

mouvemens auſſi prompts, & auſſi difficiles à être apperçûs par un oiſeau ou par un quadrupede 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 piéce d'acier trempé; le feu prend à la poudre, & le plomb qu'elle chaſſe, frappe l'animal avant qu'il ait été averti par la flamme ou par le bruit, ou du moins avant qu'il ait pû profiter de cet avis.

Non-ſeulement les arts ont profité de l'élaſticité des corps, & en ont fait des applications 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 plûpart des métaux mêmes ſans être alliés, deviennent capables d'une plus grande réaction quand on les bat a froid; ce que les ouvriers appellent *écrouir*. On s'en apperçoit bien par la vaiſſelle: quand une cuillier ou une fourchette a été ſeulement fondue & limée, & qu'elle ne doit rien au marteau, la façon en eſt moins chere, mais elle eſt moins durable; la piéce ſe fauſſe au moindre effort, & ſon poli n'eſt jamais ſi beau. Un ouvrier intelligent en horlogerie, en inſtrumens de Mathématiques, en orfévrerie, &c. ne manque jamais à écrouir ſes ouvrages, non-ſeulement pour leur procurer plus de ſolidité, mais encore pour les faire valoir par un poli plus brillant, en rapprochant les parties, & en rendant les pores du métal plus ſerrés.

Mais de tous les corps dont on augmente artificiellement le reſſort, il

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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*.

II. LEÇON.

Il faut ſçavoir 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 bê-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

che, tous ſont redevables de leur principal mérite à cette dureté qui coûte ſi peu, & qui ſeroit déſavantageuſe par excès, ſi l'on n'avoit ſoin de la modérer par un dégré 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 déſiré d'en ſçavoir les cauſes, & quelques-uns en ont haſardé des explications; mais on doit convenir que perſonne n'en a donné d'auſſi vrai-ſemblables, & d'auſſi bien appuyées, que M. de Reaumur. Après une ſuite d'expériences de pluſieurs années ſur cette matiére, 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 ſçait d'ailleurs que dans la fuſion des matiéres hétérogénes & fixes, le feu procure toujours l'union

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 *brûler*. La trempe ſaiſit donc l'acier dans un tems où ſes principes, quoique les mêmes, ſe trouvent différemment mêlés ; avant que de le chauffer, les parties ſalines, ſulfureuſes, métalliques, &c. extrêmement diviſées & intimement mêlées, compoſoient un tout d'une tiſſure plus uniforme, mais cependant plus hétérogéne dans ſes molécules ; puiſque chacune participoit également des trois ou quatre ſortes de matiéres 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 homogéne dans ſes molécules, mais plus poreux & moins lié, quant à l'aſſemblage de ces petits pelottons de différentes eſpéces. Cette hypothéſe (ſi c'en eſt une) explique fort heureuſement tous les phénoménes qui réſultent de la trempe.

1°. L'acier caſſé paroît d'un grain

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 matiéres diſſemblables, & qu'elles ſe touchent par moins de ſurface.

5°. Enfin le recuit rend l'acier trempé moins caſſant & plus flexible; parce qu'un dégré 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

Quoique nous ayons 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 convéxe, 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 paroît 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 premier état: c'eſt ce que la raiſon ne dit point; & ce que l'expérience dément formellement;

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

II. LEÇON.

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 ſçavoir 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 fluide qui ſe trouve par-tout, comme la matiére ſubtile, ou quelque choſe de ſemblable qui agiſſe par ſon poids; on pourra former une explication qui aura quelque vrai-ſemblance: 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

leurs figures, leur impénétrabilité & leur poroſité, nous engage & nous met à portée d'expliquer en général de quelle maniére 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 entiérement 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.

II. LEÇON.

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'entre-aider, & de ſe reproduire ; car ſans les ſens, à peine différeroient-ils d'une plante qui végéte dans la même place où la na-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

ture l'a fait naître, qui séche sur pied, quand la nourriture ne lui vient plus, & qui souffre avec une égale insensibilité la béche 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 espéces d'entre elles aient été mieux traitées que nous: quelle finesse dans l'odorat des chiens? quelle portée de vûe dans les oiseaux de proie!

On distingue communément cinq sortes de sens; le *toucher*, l'*odorat*, le *goût*, l'*ouie* & la *vûe*. Il est peu d'animaux en qui l'on n'en compte autant: il y a peut-être dans la nature des espéces 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 siége 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 vûe.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 en vain vers la lumiére, & la vûe la plus perçante n'apperçoit pas le ſon des cloches. Quand bien 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 matiére 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 vûe en plein jour

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

sur un chien ; la lumiére 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 familiére, & 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 ſçavoir maintenant comment l'organe affecté par l'objet détermine l'eſprit à penſer en conſéquence, c'eſt ce que la Phyſique n'apprend point, & c'eſt, je crois, ce qui ſurpaſſe la portée de nos foibles lumiéres ; 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 régler 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 ?

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 piéces 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 maniére ; les nerfs de chaque organe ayant 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 paroît le plus imbécille, une huître, un limaçon eſt ſans comparaiſon au-deſſus de la montre la plus parfaite, & de tout ce que l'art a pû produire de plus ingénieux. Le commun des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 regnent dans quelques

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

espéces 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 espéce convenable à leur condition.* Mais cette ame, si elle est immatérielle, comme on le prétend, que devient-elle, lorsqu'un ver ayant 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 matiére 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 matiére présente, bornons-nous à faire connoître le méchanisme de nos sensations ; conduisons l'objet extérieur ou son

* *Hist. des Insectes de M. de Reaumur, tom. 6. dans la Préface, p. 54.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 premier & le plus général de tous les ſens, c'eſt le *toucher ;* on peut dire que tous les autres ne ſont que des eſpéces 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 lumiére 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 mat ére : au lieu que le toucher que nous regardons comme le premier ſens, conſiſte à recevoir ſur telle partie ſenſible du corps que ce puiſſe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

être l'impreſſion d'une matiére 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 appliquer 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.

II. LEÇON.

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'eſpéce de leur mouvement, leur température, &c. & l'on a donné à toutes ces différentes maniéres 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

tir en conſéquence de leur maſſe, de leur forme, ou de leur maniére de ſe mouvoir ; *froid*, *chaud*, *dur*, *mol*, *ſec*, *mouillé*, dénotent d'ordinaire le ſentiment qu'excite en nous une matiére 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 maniéres dont l'un eſt applicable 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 obmettons, ne ſont, pour ainſi dire, que des termes génériques par leſquels on fait connoître, à l'aide de quelque circonlocution, les différentes eſpéces qui peuvent s'y rapporter ; on déſigne, par exemple, par *chatouillement*, ce que l'on ſent dans la gorge lorſqu'une légère âcreté excite la toux ; on dit qu'un reméde *pince*, pour faire entendre qu'il laiſſe des impreſſions ſur les parties qu'il affecte.

Quoique l'objet du toucher ſoit

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 pied, 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 fluides 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 piéce qui a le plus de part aux fonctions de l'oreille, eſt un compoſé de fibres nerveuſes ; & l'organe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

du toucher se trouve dans toute l'étendue de la peau, & surtout à la surface extérieure, où l'on sçait qu'aboutissent tous les petits nerfs qui forment la plus grande partie de ce tissu. Ce sont ces petits mammelons 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 matiére présente des instructions plus détaillées que celles qui peuvent être placées ici.

* *M. 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 *Fig.* 11 : qu'une brûlure les desséche, qu'une matiére étrangère les couvre, qu'un trop grand froid les

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

contracte, ou les empêche de s'épanouir; la partie où ils ſont, perd le ſentiment, & ne le reprend que quand cſis accidens ceſſent. Les maladies des nerfs qui ne vont pas juſqu'à d'étruire leur œconomie, ſont auſſi les plus aiguës, 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. II. LEÇON.

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'entiérement uſés: mais il eſt fort rare de trouver un homme univerſellement inſenſible; on en apperçoit bien-tôt la raiſon, dès que l'on conſidére 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

ceux qui par quelque accident ou par vice de conformation, ſe trouveroient privés des autres facultés. Auſſi voyons-nous des aveugles ſuppléer 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 guère ſans exagération.

Le Goût.

COMME l'accroiſſement & 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 maniére à déſirer d'eux-mêmes les alimens néceſſaires, & à diſtinguer ceux qui leur conviennent : il falloit qu'ils ſentiſſent le beſoin de manger, & qu'ils euſſent 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 prévû 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.

II. LEÇON.

Le goût conſiſte donc à ſentir l'impreſſion des matiéres 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 matiéres tant animales que végétales, que l'on prend ou comme alimens, ou comme remédes. Ces petits corps anguleux & tranchans, ſont plus propres que d'autres à pénétrer juſqu'à l'organe immédiat,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

& 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.

II. LEÇON.

On ne connoît qu'un très-petit nombre de ſels qui différent 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-mêmes, qui n'agiſſent que comme objet 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 matiéres 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

une lymphe qui facilite la défunion 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 cédent 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. II. LEÇON.

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 matiéres. Tout le monde connoît 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 premiére ſimplicité. L'amer du caffé, par exemple, corrigé par la douceur du ſucre, produit une ſenſation mixte; le ſuc des fruits mêlé à l'eſprir de vin, prend un nouveau goût; celui des viandes

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

change presque entiérement, & se déguise de mille façons différentes, comme on le sçait par un nombre infini de préparations & de mêlanges, dont la délicatesse a fait un art important & très-cultivé dans notre siécle.

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'estomach. Il n'est guère possible de le borner à la langue seule ; chacun peut reconnoître par sa propre expé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

rience, que les matiéres 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 vû des gens qui n'avoient point de langue, & qui goûtoient les alimens.*

II. LEÇON.

* *Mem. de l'Académie, 1718, p. 6.*

C'est encore ici l'extrémité des fibres nerveuses, ces mammelons 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, *Fig.* 12. ils sont plus gros, moins compacts, & comme enchassés dans une enveloppe ou gaine fort poreuse, abbreuvés 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 maniére qu'elle lui donne le dégré de ténuité nécessaire pour s'insinuer par cette peau très-poreuse, qui couvre les petites houpes nerveuses sur lesquelles l'impression doit se faire.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 ſçait au contraire que les bûveurs 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 déja trop dit.

L'Odorat.

L'ODORAT, à qui nous donnons le troiſiéme 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 précédent ſouvent celles du goût. Ce qu'on nous préſente pour boire ou pour manger n'eſt guère admis, s'il n'a été examiné d'abord, & approuvé 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 quant ils ſont nouveaux pour eux, & qu'ils n'y voient pas extérieurement de reſſemblance avec ce qui leur eſt déja connu. Il y a

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 ſupplément du premier: & 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 matiéres 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 quelques motifs puiſſans l'emportent 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 ſçait pas ce qui arrive, lorſqu'on prend une doſe de moutarde trop peu meſurée, ou lorſqu'on avale à longs traits de la biére forte ?

II. LEÇON.

Il paroît que le principal objet de l'odorat ſont les ſels volatils, & que la variété des odeurs vient du mêlange & de la quantité 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 matiéres 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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

Par la même raison la fermentation ou la putréfaction, rend presque toujours odorantes les matiéres 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 désunir. Si cette désunion 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 espéce, parce qu'elle sera causée par des corpuscules d'une structure différente, où la partie saline, qui est le principal agent, sera

plus

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

plus ou moins abondante, plus ou moins développée, un fruit qui se pourrit, la chair qui se corrompt, exhalent des odeurs de plus en plus désagréables, non-seulement parce qu'elles sont plus fortes, mais aussi parce qu'elles sont plus fétides, à mesure que la corruption fait du progrés. II. LEÇON.

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 brûlé, 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 premiére Leçon, * pour prouver en général combien les corps sont divisibles. Ces petites parties ex-

* III. Expérience, pag. 27. & suiv.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

halées flottent dans l'air, & c'eſt ce fluide 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 revêtu 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 mammelons ſur leſquels ſe fait l'impreſſion des corpuſcules odorans. *Fig.* 13. 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 M. le Cat, que nous avons cité ci-deſſus, dans l'expoſition anatomique de M. Winſlow, &c. Nous ajoûterons ſeulement que les odeurs fortes, & leur fréquent uſage, endurciſſent, pour ainſi dire, les petites houpes nerveuſes auſquelles elles s'appliquent, & leur font perdre ce ſentiment délicat dont

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

jouiſſent 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.*

II. LEÇON.

Nous ne dirons rien ici de l'ouie & de la vûe, parce que nous aurons occaſion d'expliquer le méchaniſme de ces deux ſens, en traitant des ſons & de la lumiére; 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 eſpéce doive faire de ſes ſens l'uſage

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 vû * 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 vûes ordinaires ; certains gourmets apperçoivent dans les ragoûts & dans les liqueurs, des différences qui échappent aux goûts communs. Un tel dégré 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'ayent 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 Sçav. Avr. 1667. Mem. de Trévoux, Fev. 1725.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

me de les affecter, & que nous ne changeaſſions auſſi de maniére 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 ſymmétriſées: il eſt aiſé d'appliquer cette réflexion aux autres ſens.

II. LEÇON.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 connoît pas les effets de la diſtraction ?

3°. Les ſenſations, comme nous l'avons déja 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 plaiſent 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 bierre, ou

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

en prenant du tabac pour la premiére 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?

II. LEÇON.

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 déſapprouve 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

dent beaucoup de l'habitude, de la mode, & des préjugés. On a oui dire à des gens que l'on croit de bon goût, qu'une telle matiére, en la brûlant, produit une bonne odeur; en voilà assez pour la faire aimer quand on l'éprouvera. Le rapport des yeux présente d'abord les huîtres sous des similitudes dégoutantes; mais peu à peu ces premiéres idées s'affoiblissent, & cédent à d'autres plus flatteuses qu'on a conçûes 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

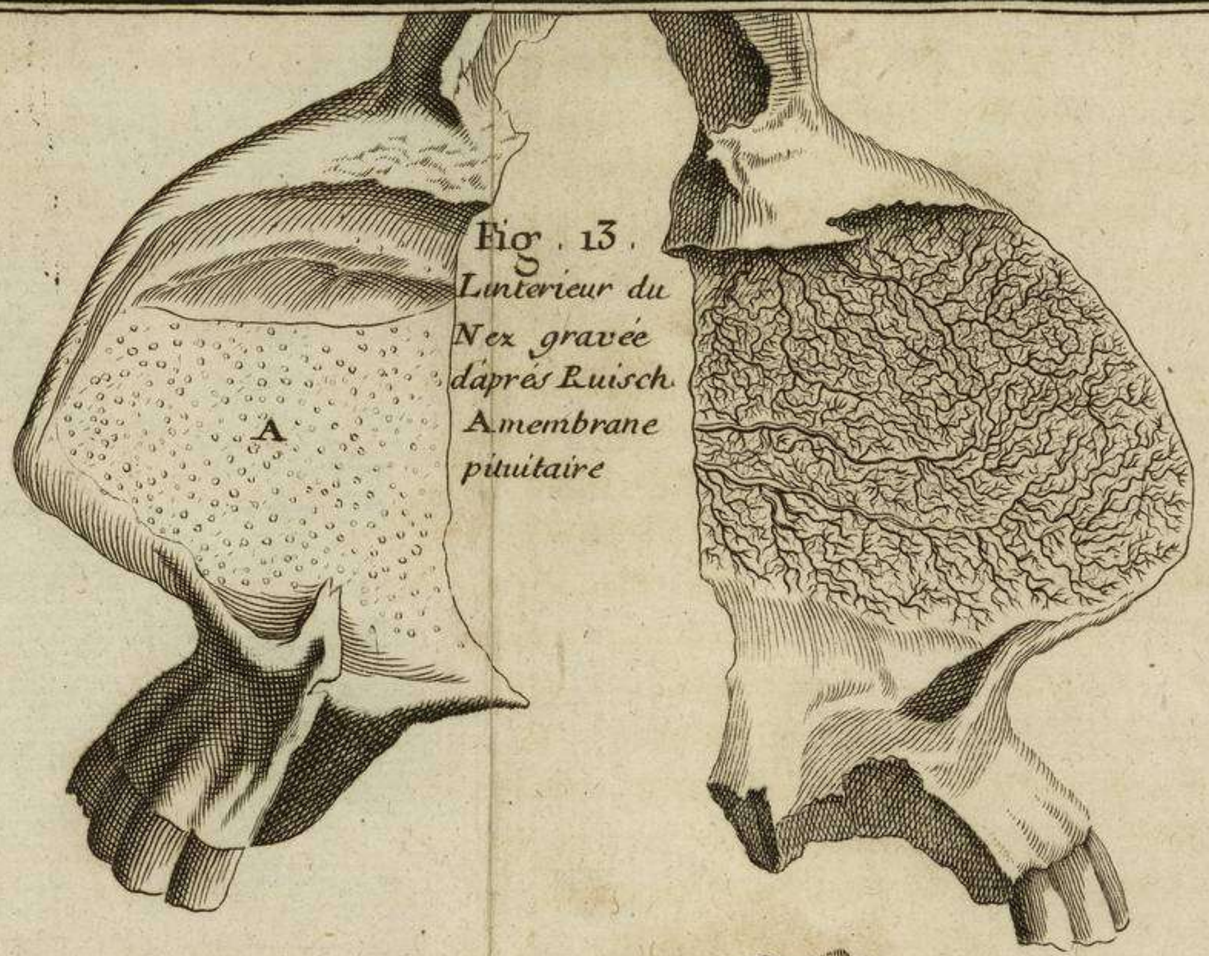


Fig. 13.
L'interieur du Nez gravée d'aprés Ruisch
A membrane pituitaire

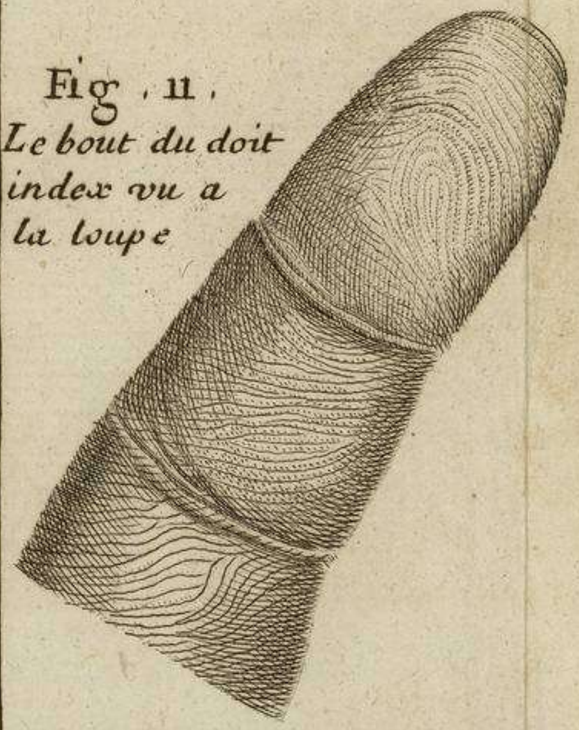
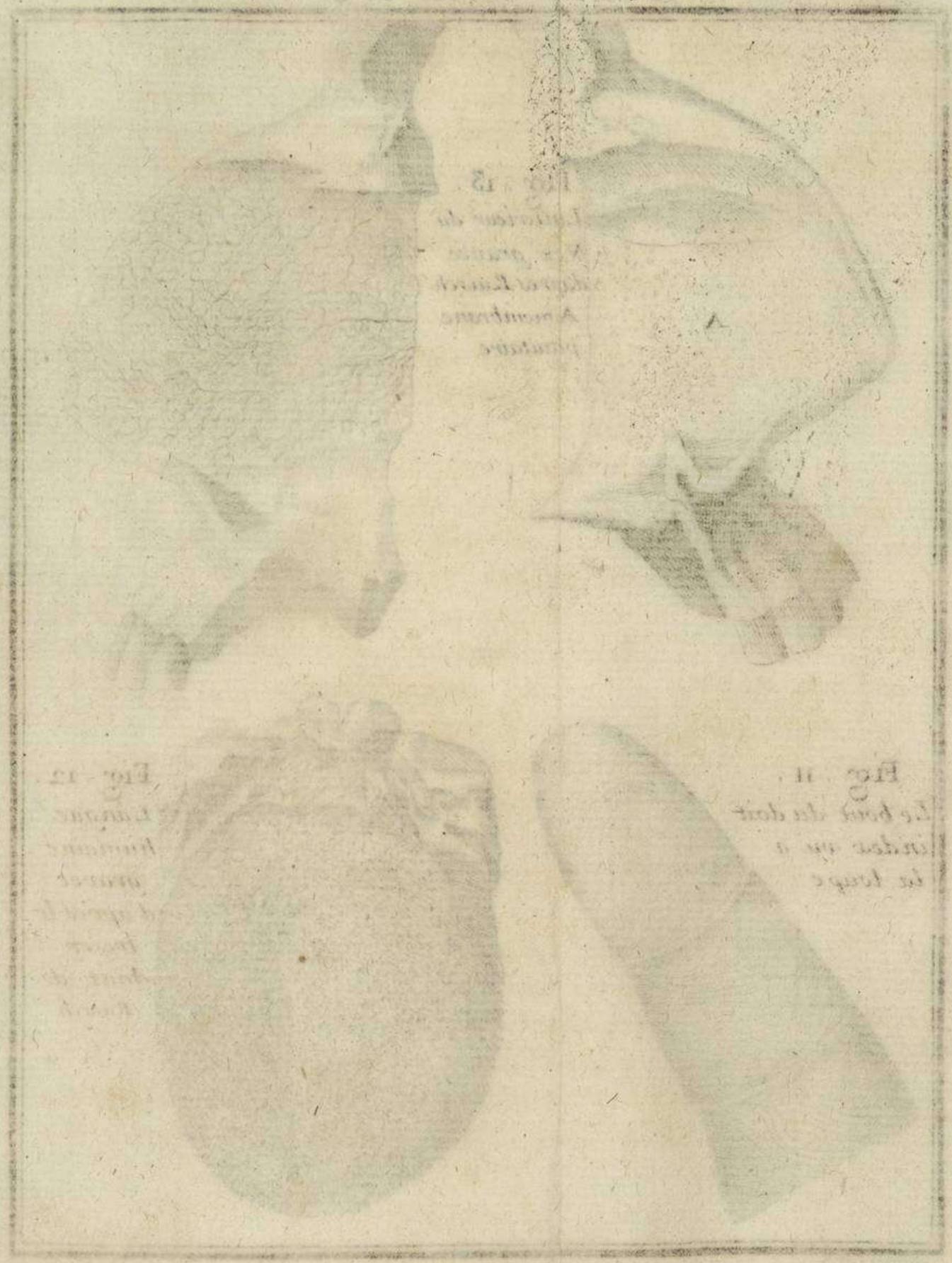


Fig. 11.
Le bout du doit index vu a la loupe

Fig. 12.
Langue humaine gravée d'apres le tresor Anat: de Ruisch

Brunet · fecit

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

De la Mobilité des Corps ; du Mouvement, de ſes propriétés & de ſes loix.

PREMIERE SECTION.

De la Mobilité des Corps.

IL ne faut point confondre la *mobilité* avec le *mouvement* ; ce ſont deux choſes tout-à-fait différentes. La premiére eſt une propriété commune à tous les corps ; l'autre eſt un état hors duquel on les conſidère ſouvent, & qui ne leur eſt point eſſentiel. Je me repréſente quelquefois telle ou telle matiére comme étant en repos : mais je conçois toujours qu'elle peut recevoir le mouvement qu'elle n'a pas.

III. LEÇON.

La mobilité eſt fondée ſur certaines diſpoſitions qui ne ſe trouvent pas au même dégré dans tous les corps ; c'eſt ce qui fait que les uns

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 matiére 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. Ce deux corps ne différeront que par la figure, & cela ſuffira pour rendre le dernier beaucoup plus propre que le premier 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 ſurface de l'un eſt raboteuſe, & 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 fluide. Enfin ſuppoſons deux corps bien ſemblables par leur figure, & par le poli de leurs ſurfaces, mais dif-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

férens par leurs quantités de matiére; une bille d'ivoire, par exemple, & une autre de plomb, de même diamétre, 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?

III. LEÇON.

Cette réſiſtance au mouvement, qu'on apperçoit dans tous les corps, ayant égard ſeulement à leur maſſe, ſe nomme *force d'inertie*: elle eſt, ainſi que la peſanteur proportionnelle à la quantité de matiére propre de chaque corps. Mais quoique ces deux forces ayent cela de commun entr'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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

Pour nous faire une idée juſte de l'inertie, repréſentons-nous l'expérience propoſée par M. Newton ; *Fig.* 2. 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 tranquille, & une autre boule de plomb ſemblable pareillement ſuſpendue, qui va heurter la premiére avec quatre dégrés 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 dégrés 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 derniére perd dans le choc ce que l'autre paroît avoir acquis. Un corps en repos fait donc une ré-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

sistance réelle à l'effort qui tend à le mouvoir. Il y a plus encore; si la boule en repos *Fig.* 2 pése 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.

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 qu'elle déplace, pour 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 matére, fait résistance au mouvement des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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'appuie; 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 ſçait 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 ſupendue 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 hut; & qu'il faudra, pour l'y porter, vaincre ſa peſanteur qui fait effort pour le retenir où il eſt.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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, dans le tems du repos, eſt réduite à zero 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.

III. LEÇON.

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 péſe de plus en plus ſur la main qui la dirige, de maniére que ſi le fil devient horizontal, elle fait ſentir tout ſon poids; & quand on la conduit en deſcendant par le même arc

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 fluides 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ve, vienne de la pesanteur du milieu, puisque toutes les parties de ce milieu, qu'on suppose homogènes, sont en équilibre entr'elles, & qu'on n'a rien à attendre de leur pesanteur, quand on les transporte selon une direction qui leur 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 dégrés, n'en reçoit un troisiéme que par un nouvel effort qu'il faut faire pour le lui donner; la même résistance qu'il oppose à la premiére force qui lui ôte son repos, il l'emploie également contre celle qui veut ajoûter 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 ajoûterai une qui me paroît décisive, & qui ne permet pas de confondre les effets de l'inertie avec ceux de la pesanteur.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

LA machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 3. porte environ à 6. pieds de hauteur deux billes d'ivoire *A*, *B*, d'un pouce $\frac{1}{2}$ de diamétre chacune, & attachées enſemble avec un peu de cire : le marteau *D*, qui eſt de même matiére, 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*, ayant été frappée par le marteau, ſe détache de l'autre *A*, & la précéde 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

eſt indubitable qu'elles arriveroient enſemble ſur le plan qui termine leur chute : mais l'une des deux ayant reçû un coup de marteau qui ajoûte 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 prompte, 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 particuliére, ſans laquelle il eſt nul, & dont il ſuit exactement les proportions. Or tout ce qui anéantit une force active, s'appelle réſiſtance : un corps qui tombe librement, réſiſte donc à un mouvement plus prompt que celui de ſa peſanteur, & ne le reçoit que d'une autre puiſſance dont l'action eſt ſuſceptible de plus & de moins.

APPLICATIONS.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

aux branches, & retombe au pied 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 ayant beaucoup moins de matiére, a fait une réſiſtance trop foible, pour conſumer entiérement 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 ayant 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 maniére ſenſi-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

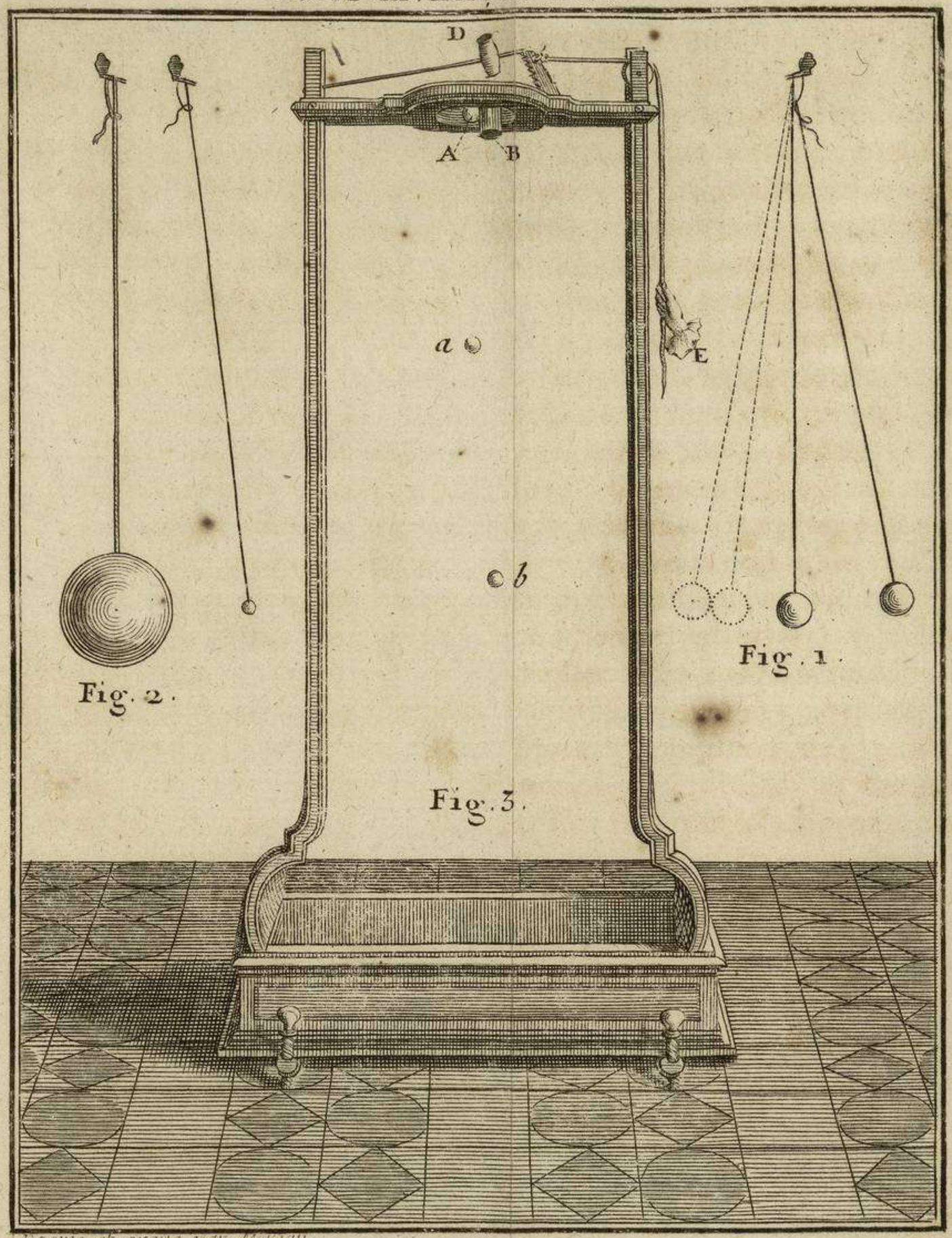


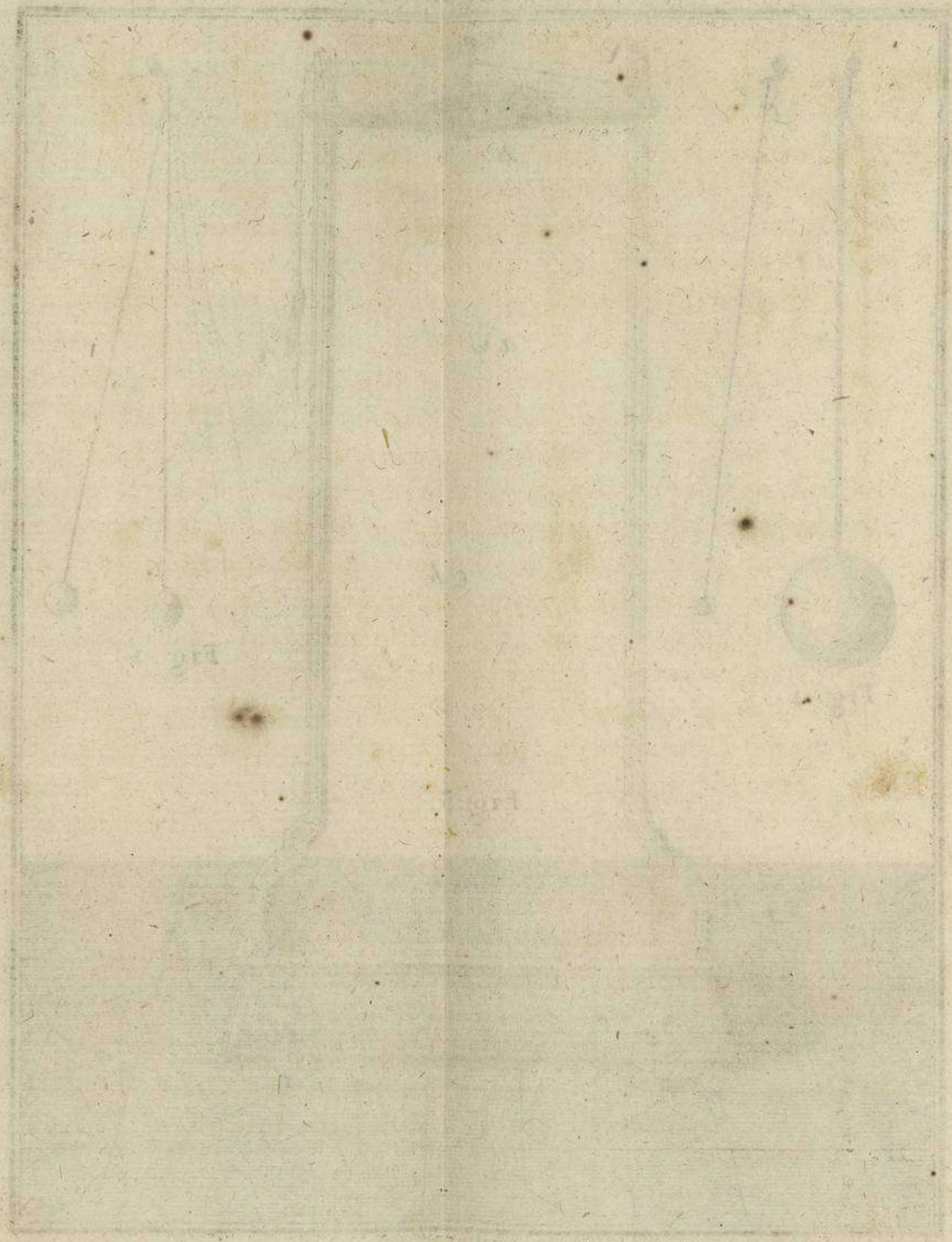
Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 3.

Dessiné et gravé par Moreau.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ble, & pour mouvoir le corps en ſon entier.

III. LEÇON.

On a vû ci-deſſus qu'une boule de plomb qui péſe une livre, & qui va heurter une autre boule de même matiére & 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 troiſiéme boule qui péſe trente ou quarante fois autant. On en a conclu, comme on le devoit, que ce dernier corps, ayant plus de matiére, réſiſtoit davantage ; de-là il ſuit que plus il aura de maſſe, plus il aura 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

II. SECTION.

Du mouvement en général, & de ſes propriétés.

ON appelle *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 riviére, eſt en mouvement, parce qu'il change continuellement de place; & l'on ne peut point nier que les aîles d'un moulin ne ſe meuvent, quoiqu'elles tournent dans le même lieu, parce que chacune d'elles paſſe ſucceſſivement par tous les rayons 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: un homme, par exemple, aſſis dans un carroſſe, ou dans un bateau qui le tranſporte, change continuellement de rapports, ſinon avec les perſonnes qui l'accom-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

III. LEÇON.

Si j'apperçois à ma gauche ce que j'avois à ma droite, je puis donc conclure en toute ſûreté, qu'il y a eu un mouvement réel; mais ce changement de rapport ne ſuffit pas ſeul pour m'apprendre 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, pourvû 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 lumiére 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 relatives des corps céleſtes avec la terre.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

Il y a trois choſes principales à conſidérer dans un corps qui ſe meut: ſa *direction*, ſa *vîteſſe*, & 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 matiére étoit reduite en un point, on ne conſidére 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 maniére le mobile ſe dirige; comme quand on dit, *telle riviére coule de l'Eſt à l'Oueſt; tel objet paſſe de droite à gauche.*

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 quitter, il recommence à en décrire une autre de la même eſpéce, qu'il n'abandonne encore, que quand on le force de ſe diriger autrement, mais toujours en ligne droite, comme nous le

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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. III. LEÇON.

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

La vîteſſe du mouvement ſe connoît par l'eſpace qu'un mobile parcourt, & par le tems qu'il emploie à le parcourir. Pour avoir une idée diſtincte de la vîteſſe, 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 vîteſſes relatives, ce n'eſt point aſſez de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

comparer le tems, ou les eſpaces ſeulement, pour ſçavoir en quel rapport ſont les vîteſſes 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 vîteſſe; & 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 derniére a douze fois autant de vîteſſe que la premiére; 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 celle des heures ne parcourt qu'une ſeule fois; ce qui revient au même.

On confond aſſez ſouvent la vîteſſe avec le mouvement; ſi l'on fait

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

tourner un morceau de liége une fois plus vîte qu'un plomb de pareil volume, on dit communément, que le liége a plus de mouvement. Cette expreſſion n'eſt point exacte, & l'on verra bien-tôt que le plus & le moins de mouvement ne vient pas ſeulement du dégré de vîteſſe. 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 vîteſſe.

III. LEÇON.

La vîteſſe *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 la ſeconde, une autre toiſe dans une ſeconde ſuivante, une toiſe encore dans la troiſiéme 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

On appelle vîteſſe *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 vîte vers la fin de ſa chûte qu'au commencement.

Si tout au contraire, des eſpaces égaux ne s'achévent 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 vîteſſe eſt celle qu'on nomme *retardée;* telle eſt celle d'une bille qu'on fait rouler, & qui ſe rallentit peu à peu juſqu'au repos.

La quantité du mouvement s'eſtime par la maſſe & par la vîteſſe priſes enſemble, de maniére qu'en multipliant l'une par l'autre, on peut ſçavoir 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 matiére, que l'autre en ait 500, & que tous deux ſe meuvent avec 4 dé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

grés de vîteſſe : la quantité du mouvement dans le premier 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 entr'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 vîteſſe 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 vîteſſe, mais je l'imprime, cette vîteſſe, à toutes les parties qui compoſent ce tout ; de ſorte que ſi après l'impulſion reçûe, elles venoient à ſe déſunir, 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 aug-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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

Un corps qui ſe meut, peut en mouvoir d'autres; & cette faculté eſt relative auſſi à ſa maſſe & à ſa vîteſſe, 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 vîteſſe, qu'un autre en feroit avec moins de vîteſſe, s'il avoit plus de maſſe. Avec un petit marteau qu'on fait agir promptement, on chaſſe auſſi loin le même clou, qu'avec un plus gros qui tomberoit lentement; une petite baguette ne bleſſe pas comme un bâton, quand bien même l'une & l'autre frapperoient avec la même vîteſſe.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

& par la vîteſſe ; & 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 vîteſſe, multipliée autant de fois qu'il a de parties ſolides, ou (ce qui eſt la même choſe) toute ſa maſſe multipliée par ſa ſimple vîteſſe ; & l'on ne voit pas que des oppoſitions invincibles, ou la liberté d'agir, puiſſe rien changer à ſa quantité de matiére, ni à l'impulſion qui a une fois réglé ſon dégré de vîteſſe.

III. LEÇON.

Cependant pluſieurs Philoſophes très-célébres ont embraſſé le ſentiment de M. Leibnitz, qui le premier a établi une diſtinction entre la force motrice qui eſt vaincue par un obſtacle, & celle qui agit contre une réſiſtance qui céde. Ils appellent la premiére *force morte*, & ils conviennent qu'elle doit être évaluée comme la quantité du mouvement, en multipliant la maſſe par la ſimple vîteſſe. Quant à la derniére, qu'ils nomment *force vive*, ils prétendent que pour l'eſtimer ſelon ſa juſte valeur, il faut multiplier la maſſe, non

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

par la ſimple vîteſſe, mais par le quarré de la vîteſſe, c'eſt-à-dire, par la vîteſſe multipliée par elle-même. Si, par exemple, la vîteſſe 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 régle ſa vîteſſe à 4, n'a que 8 dégrès de force, tant que la réſiſtance eſt victorieuſe; mais ſi cette reſiſtance vient à céder, la force à laquelle elle obéit devient vive, & de 8 elle s'éléve à 32.

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

* *Brevis demonſtratio erroris memorabilis Carteſii, & aliorum, &c.* Act. Erud. Lipſ. 1686. p. 161.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 plûpart ont penſé qu'il falloit plutôt chercher à concilier les phénoménes qui ſervent de preuves à l'opinion de M. 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 approfondir cette queſtion dans un Ouvrage, où l'on ne s'eſt propoſé que d'établir les principes les moins conteſtés: les piéces de ce fameux procès ſe trouvent mieux expoſées que je ne pourrois le faire, dans pluſieurs Ouvrages imprimés & très-connus. Je n'en citerai que deux; l'un eſt le vingt-uniéme & dernier chapitre d'un volume in-8°. imprimé en 1740.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

sous le titre d'*Institutions de Physique*; dans lequel une Dame, auſſi reſpectable par ſes lumiéres 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 M. de Mairan, qui en eſt l'Auteur, rappelle un Mémoire qu'il avoit lû 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 M. Leibnitz.

Je ne dois pas obmettre cependant (& c'eſt une des raiſons qui me diſpenſent de m'étendre davantage ſur cette queſtion) que ſi les ſentimens ſont partagés ſur la maniére 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 Léibnitienne, conviennent cependant

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

avec les défenſeurs des forces vives, que les effets ſont quadruples de la part d'un corps qui ſe meut avec deux dégrés de vîteſſe, 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 dégrés de vîteſſe, fait un effort qui eſt répété deux fois autant que celui d'un corps qui ſe meut avec un dégré de vîteſſe. 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 vîteſſes n'a pas plus lieu pour l'eſtimation des forces qui ne ſont que retardées par des réſiſtances qui cédent, que pour évaluer celles qui agiſſent contre des obſtacles invincibles.

III. LEÇON.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

eſtimer indiſtinctement dans la pratique, la force des corps par la quantité du mouvement, c'eſt-à-dire, par leur maſſe & par leur ſimple vîteſſe 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 vîteſſe 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 relativement à ceux qui l'accompagnent, il ne l'eſt pas par rapport aux objets extérieurs.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 paroît en repos, ce n'est que relativement 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.

III. LEÇON.

Le repos n'a pas ses dégrés 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

ſes parties ſont agitées ; car tous les Phyſiciens conviennnent 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 appelle *Loix du mouvement* certaines régles, 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'un 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'horiſon : un tel mouvement eſt l'effet d'une ſeule impulſion, ou de pluſieurs qui ſe ſuccédent dans la même direction.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Premiére Loi du Mouvement ſimple.

III. LEÇON.

TOUT corps qui eſt une fois mis en mouvement, continue de ſe mouvoir dans la direction, & avec le dégré de vîteſſe qu'il a reçû, ſi ſon état n'eſt changé par quelque cauſe nouvelle.

C'eſt-à-dire, que s'il quitte la ligne droite qu'il a commencé à décrire, ſi ſa vîteſſe ſe rallentit, ou s'accélère, ces changemens viennent d'une cauſe particuliére qui le détermine autrement, qui ajoûte, ou qui retranche à ſon mouvement, ſans quoi la premiére 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 pû, 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 dégré de plus ou de moins dans l'état du mobile.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

Mais pourquoi la nature s'eſt-elle fait une loi qui n'a jamais ſon effet? ou plutôt, comment avons-nous pû aſſigner aux corps qui ſe meuvent, une conſtance de direction & de viteſſe, qui ne repréſente pas la nature? Quelqu'un a-t-il jamais vû un mouvement ſans altération, & qui ſe perpétuât, ſans avoir beſoin 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 maniére poſitive, l'énoncé de cette premiére loi.

Mais, 1°. nous avons fait voir ciderſus, qu'un corps en tel 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 reçûe, ni qui détruiſe l'inertie qui s'oppoſe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

s'oppoſe à ſon changement d'état.

III. LEÇON.

2°. S'il eſt vrai que les corps perdent toujours leur mouvement après un certain tems, il n'eſt pas moins vrai qu'on connoît 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.

1ment Dans quelque endroit & de quelque maniére qu'on faſſe mouvoir un corps, il ſe trouve toujours dans quelque fluide, 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 dé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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.

2ment 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 ſoûtenu par une ſuſpenſion, ou par un plan; ou bien il gliſſe dans quelque fluide qui le touche de toutes parts. De quelque maniére 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 piéces qui le ſuſpendent faſſent la même choſe l'une ſur l'autre. Cette application 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

III. LEÇON.

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 ſçavoir 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 fluides, réſiſtent comme les autres corps par leur inertie qui s'oppoſe à leur déplace-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

ment ; mais l'inertie, comme nous l'avons déja 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 péſe 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 vîteſſe du mobile ; car on conçoit bien que ſi je fais mouvoir ma main dans l'eau, de la

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

III. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

On a diviſé en deux parties égales une eſpéce 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'éléve 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 vîteſſe 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 long-tems ſa vîteſſe, & ne la perd entiérement qu'après un très-grand nombre de vibrations.

EXPLICATIONS.

LES deux boules étant de même métal, & ayant des volumes égaux, comme on le ſuppoſe, ont néceſſairement des maſſes égales; & lorſqu'elles commencent à décrire des arcs ſemblables aux bouts de deux verges d'égales longueurs, leurs vîteſſes ſont auſſi ſemblables, comme nous le ferons voir dans la ſuite. Ainſi puiſque

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

le mouvement ſe meſure par la maſſe & par la vîteſſe, les deux boules de notre expérience commencent à ſe mouvoir avec pareilles quantités de mouvement. Dans le premier inſtant chacune d'elles déplace un égal volume du fluide 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 pû paſſer outre qu'elle n'ait conſumé une partie de ſa force, qui égale 800 fois celle que la boule *G* a perdu de la ſienne. Ce qui ſe fait dans le premier inſtant recommence dans l'inſtant ſuivant; & les vîteſſes 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 entiérement réduits au repos.

III. LEÇON.

APPLICATIONS.

M. Newton a démontré qu'un corps ſphérique qui ſe meut dans un

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

milieu tranquille, & 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 diamétres. Qu'on ſe rappelle 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 fluide 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 diamétre celui de la boule, & pour axe la ligne que ſon centre décrit. On ſçait quel eſt le rapport des denſités de l'or & de l'eau ; on ſçait auſſi quel eſt le rapport d'une boule à un cylindre, d'un diamétre, & 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 vîteſſe, avec ce qu'elle avoit en commençant

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

III. LEÇON.

Nous avons déja dit, que pour évaluer la réſiſtance des fluides, il falloit avoir égard auſſi à la vîteſſe 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 vîteſſes 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 conſidére certains effets qu'on ne peut expliquer qu'en ſuppoſant qu'on n'a point donné au fluide le tems de céder. Pourquoi, par exemple, les coups de rames font-ils avancer un bateau? & pourquoi le font-ils avancer d'autant plus vîte qu'ils ſont plus prompts & plus fréquens? C'eſt que lorſqu'on frappe l'eau plus vîte qu'elle ne peut céder, elle devient par cette lenteur à obéir le point d'appui d'un levier que le batelier fait agir. Les poiſſons font avec leurs queues ce que le batelier

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

fait avec ſes rames, le nageur avec ſes bras & ſes jambes, les oiſeaux aquatiques avec leurs pieds, qui pour cet effet ſont conformés d'une maniére propre à pouſſer un grand volume d'eau.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

H I, *Figure* 5. repréſente un mouvement d'horlogerie, dont le modérateur eſt un volant à deux aîles, 1, 2; on monte le reſſort avec une clef, & la piéce *K* eſt un levier 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 entiére 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 d'une virole de cuivre pleine de cuirs gras, & avec laquelle on peut mener le levier *K*, ſans laiſſer rentrer l'air, quand on a fait le vuide dans le récipient. Voyez la *Figure* 6.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON

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 plûpart 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 entiére liberté, parce qu'indépendamment des autres cauſes, le volant a toujours quelque

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

réſiſtance à vaincre, pour ſe mouvoir dans le fluide qui l'environne. La réſiſtance de ce fluide 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.

APPLICATIONS.

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 fluides; à cela près, qu'étant beaucoup moins denſe que la plûpart d'entre eux, il réſiſte moins en pareilles circonſtances : c'eſt pourquoi pour trouver un point d'appui dans ſa réſiſtance, comme nous avons vû qu'on en trouve dans celle de l'eau, il faut le frapper avec bien plus de vîteſſe, ou bien en pouſſer un plus grand volume en même tems. Les oiſeaux s'élévent, ſe ſoûtiennent, & font de longs trajets dans l'air, malgré le poids de leur corps qui excéde toujours conſidérablement celui du milieu qu'ils

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

occupent. Ceux qui volent long-tems & fort loin, comme les hirondelles, la plûpart des oiſeaux de proie, pluſieurs aquatiques, &c. ont ordinairement peu de corps, beaucoup de plumes, & des aîles fort grandes; ceux au contraire qui ont un vol plus court ou moins fréquent, ont d'ordinaire plus de chair, & des aîles plus petites par proportion. Mais ſi l'on y fait attention, on remarquera que ceux-ci battent plus promptement que les autres en volant; les moineaux, pinçons, chardonnerets, linotes, &c. volent comme par ſauts, & ne ſe ſoûtiennent point long-tems dans une même direction; leurs aîles ne peuvent élever & ſoûtenir leur corps que par une vîteſſe 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 ſoûtiennent pendant quelque tems à la même élé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 promptes & ſi courtes, qu'on ne peut les appercevoir à une certaine diſtance. La grande vîteſſe de ce mouvement peut ſuppléer 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 aîles devinſſent plus grandes, pour embraſſer un plus grand volume d'air, ou que leurs forces augmentaſſent par proportion pour les faire agir avec plus de vîteſ-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 5

Fig. 6

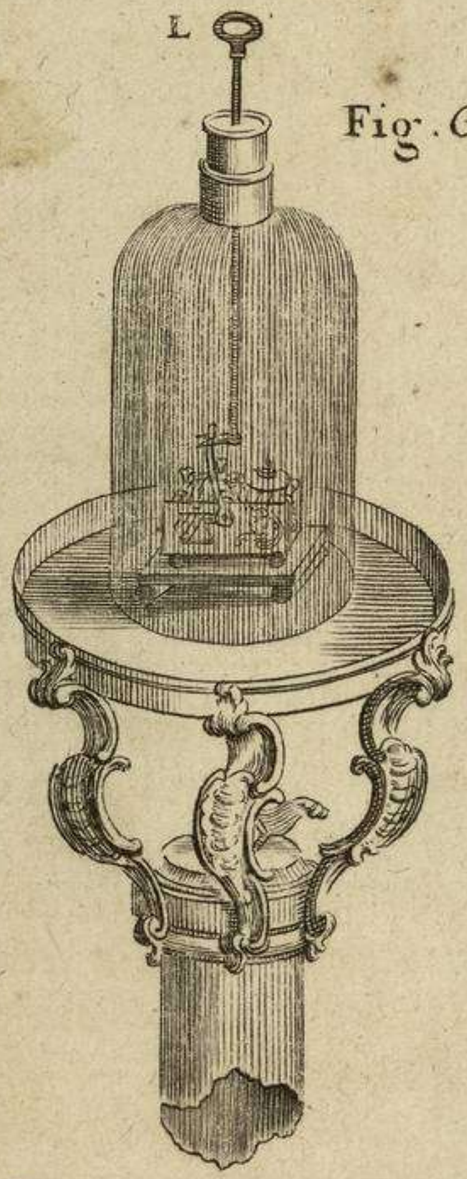
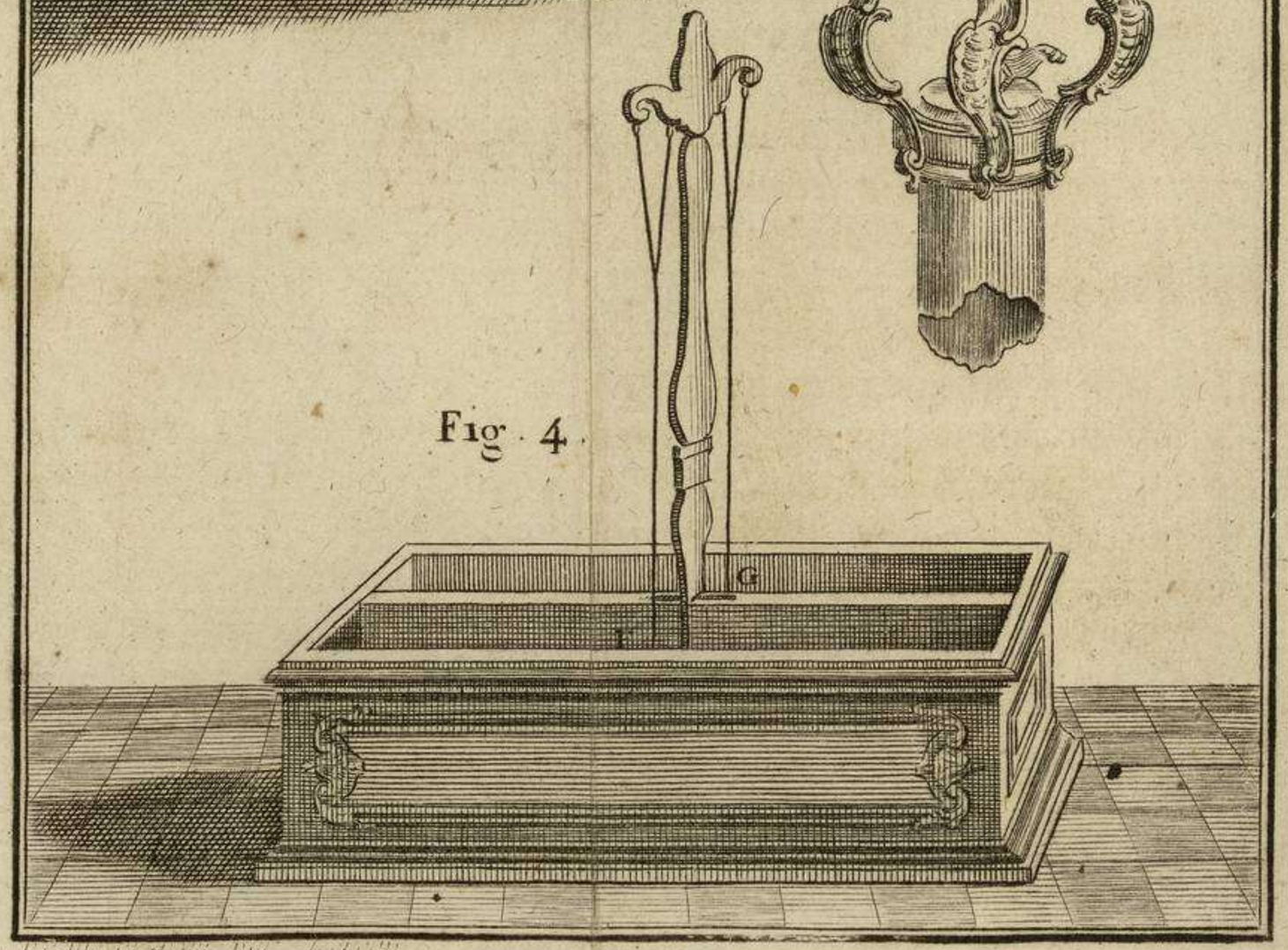
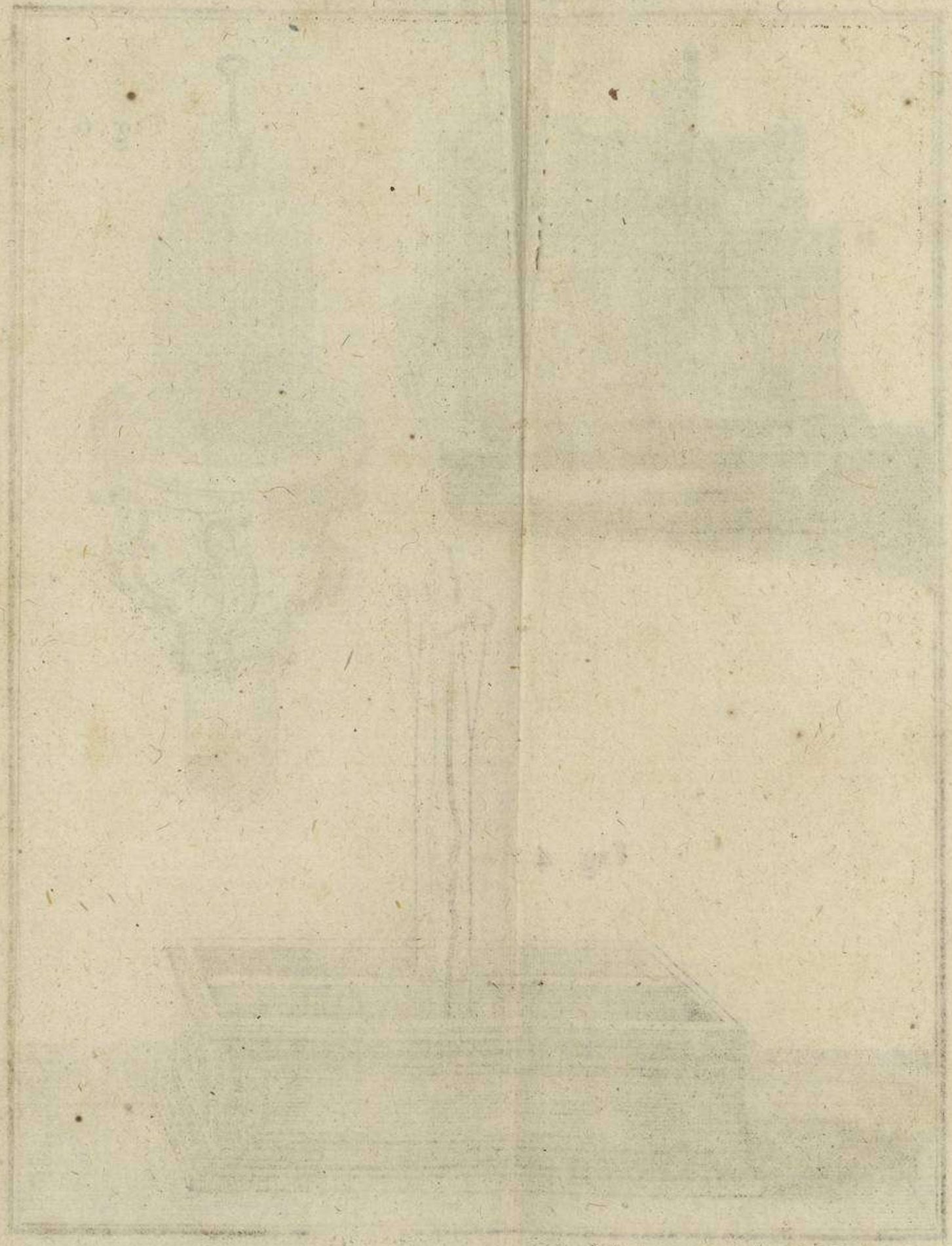


Fig. 4



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

se : mais le dégré de force, & la conformation dans chaque espéce, 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 aîles d'une grandeur proportionnée à sa masse, avec une vîtesse capable de le soûtenir 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. En vain 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 aîles en même nombre pour chacun, sont aussi de même poids, de même largeur & de même longueur ; avec

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

cette différence, qu'à l'un des deux le plan de chaque aîle 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 *N N*, qui ſont fixées aux moyeux des moulinets; ainſi en obéiſſant tous deux à cette impulſion commune, ils commencent à ſe mouvoir avec des vîteſſes égales.

EFFETS.

Si toutes les aîles des moulinets ſont dans des poſitions ſemblables relativement à leurs axes, par exemple, ſi dans l'un & dans l'autre le plan de chaque aîle eſt paralléle 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 aîles 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

III. LEÇON.

EXPLICATIONS.

Dans le premier cas de l'expérience précédente, les aîles de chaque moulinet ſe préſentent de face au milieu commun qu'elles ont à déplacer, pour ſe mouvoir: elles ne différent 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 vîteſſe 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 aîles 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 vîte & plus long-tems que l'autre.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

APPLICATIONS.

Cette derniére 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 reléve 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 vîteſſe eſt la même : cependant tout le monde ſçait qu'une balle eſt toujours portée beaucoup plus loin qu'une pareille quantité de plomb en grains : cette différence vient de la réſiſtance de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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, excéde beaucoup celle d'une ſeule balle.

III. LEÇON.

Comme il arrive ſouvent qu'on ne compte point 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 oüi 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 riviére 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 vrai-ſemblance; mais on la fait trop valoir, quand on attribue des effets ſenſibles à ce prétendu épaiſſiſſement de l'air. L'expérienee précédente a fait voir qu'on ne fait varier conſidérablement ſa réſiſtance, qu'en faiſant naître des différences conſidérables dans ſa denſité; & des épreuves que j'ai pluſieurs fois répé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

tées avec ſoin, m'ont appris 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 paroît 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 tranquille; mais s'il eſt agité, ſa réſiſtance ſera augmentée ou diminuée par ſon propre mouvement. Le poiſſon qui remonte le courant d'une riviére, 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

dans une eau dormante. Un homme 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 fluide 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 riviére.

III. LEÇON.

Si le mobile & le fluide qui lui ſert de milieu, ſe meuvent tous deux dans la même direction; ou ils ont des vîteſſes égales, ou l'un des deux en a plus que l'autre: dans le premier 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 vîteſſe, 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 vîte que le vent, il faut toujours qu'il s'ouvre un paſſage dans

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

ce milieu qui fuit devant lui avec trop de lenteur. Si l'on connoît par les régles que nous avons établies, quelle ſeroit la réſiſtance d'un milieu, s'il étoit en repos; on connoîtra de même ce que ſon dégré de vîteſſe pour ou contre, ajoûte ou diminue à cette réſiſtance.

ARTICLE II.

De la réſiſtance des frottemens.

POUR ſe faire une juſte idée des frottemens, il faut obſerver que la ſurface d'un corps quelconque n'eſt jamais parfaitement unie: quand on ſuppoſeroit que toutes les parties ſolides qui la compoſent ſont exactement dans le même plan, (& quand cela ſe trouve-t-il?) les pores qui les ſéparent nous obligeroient encore à nous repréſenter cette ſuperficie comme un aſſemblage de petites éminences & de petites cavités. Suppoſons que deux plans de cette eſpéce ſe 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 pe-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 ténuité & de la fluidité 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.

III. LEÇON.

S'il s'agit maintenant de faire parcourir à un corps la surface d'un autre corps, cela peut s'exécuter de deux maniéres différentes qu'il est important de bien distinguer : 1°. En appliquant 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 premiére espéce. 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 espéce.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 appuie verticalement ſur la table; & cette eſpéce de frottement occaſionne ſouvent la rupture de ces petites éminences qui forment l'inégalité des ſuperficies, comme on peut le remarquer par la pouſſiére 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 quittent à-peu-près comme les dents de deux roues de montre ſe déſengrennent en roulant l'une ſur l'autre : s'il arrive qu'elles ayent peine à ſe quitter, c'eſt qu'il y a diſproportion entre les parties ſaillantes, & les vuides qui les reçoivent; mais jamais cette derniére eſpéce de frottement n'eſt auſſi efficace que l'autre, pour rallentir le mouvement.

L'uſage

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 carroſſe, ou une charrette, ne ſe précipite en deſcendant trop vîte, 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 terrein; c'eſt un frottement de la premiére eſpéce, 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 eſpéce; & 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 conſidérés par rapport à leur denſité, au volume & à la vîteſſe du mobile qui les dé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 dégré 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 régle certaine pour s'en aſſûrer, on ne pourroit pas compter ſur la conſtance de cet état ; toutes les matiéres s'uſent & s'altèrent peu-à-peu, & ces accidens dont on ne peut guère 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 dégré de vîteſſe, ſont des choſes plus faciles à meſurer ; mais comme leur valeur eſt relative à l'état actuel des ſurfaces, il reſte toujours beaucoup d'incertitude dans l'eſtimation des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 dégré de ſimplicité, & ſelon la perfection des piéces 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 dégré de preſſion. « Un Corps, diſent-» ils, qui a plus de largeur que d'épaiſ-» ſeur, ne doit pas faire plus de reſiſ-» 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 premier » il y a plus de parties engagées, el-» les le ſont moins profondément que » dans le ſecond. »

* *M. Amontons, hiſt. de l'Acad. des Sc.* 1699. *p.* 104. *Exp. de M. de la Hire. Ibid.*

Ce raiſonnement, qui ne conclu-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. LEÇON.

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 matiére comme celle-ci, où l'on ne peut pas tirer des conſéquences du particulier au général, il faut ſe régler ſur ce qui arrive le plus ordinairement. Des épreuves réitérées m'ont preſque toujours fait voir, comme à M. 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 au rapport 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 Sciences de 1703. p. 108. & ſuiv.*

Outre la preſſion & la grandeur des ſurfaces, on doit encore faire entrer la vîteſſe 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 appli-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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. III. LEÇON.

Mais une choſe très-remarquable, c'eſt que cette augmentation de réſiſtance qui vient de la vîteſſe avec laquelle on fait frotter les ſurfaces, a ſes bornes, au-delà deſquelles on peut accélérer les mouvemens, 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 engrenées 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'au-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 quittés, 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 le corps DE, ou (ce qui eſt la même choſe,) pour déſengrener les parties, ſe répétera 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 appliqué, plus ces ſoulévemens & ces rechûtes auront lieu; ainſi la réſiſtance des frottemens augmente par la vîteſſe, tant que cette vîteſſe n'empêche pas que les parties hautes d'une ſurface ſe logent ſucceſſivement dans toutes les parties

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

III. LEÇON.

Mais il peut arriver que le mouvement qui ſe fait ſelon la direction BC, 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, ayant quitté le 1. creux de la ſurface FG, au lieu de retomber dans le 2, ſoit tranſportée juſqu'au 3, ou juſqu'au 4, & alors on conçoit aiſément que le corps frottant DE, 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 vais rapporter, feront voir ce qui m'a paru invariable dans les frottemens; 1°. Que le frottement de la premiére eſpéce 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 eſpéce qu'il

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *Fig.* 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 2 lignes $\frac{1}{2}$ de diamétre, & 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 piéce *R*, repréſentée ſeule par la *Fig.* 10. qui repoſe ſur l'axe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

l'axe du rouleau, tantôt par une surface *s*, tantôt par deux autres *t t*, 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 dégré de tension, & pour le détendre avec justesse.

On met d'abord les pivots du rouleau dans les trous des vis, *2 2*, & ensuite on les fait reposer sur les intersections des rouleaux, sans charger l'axe avec la piéce *R*; & dans l'une & dans l'autre épreuve, on a soin que le ressort soit tendu également.

EFFETS.

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

EXPLICATIONS.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 espéces de frottemens que nous avons distinguées, la premiére a des effets bien plus considérables que l'autre : quand les pivots tournent dans les vis percées, c'est un frottement de la premiére sorte ; toute leur surface cylindrique passe successivement sur la partie inférieure de chacun 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 espéce ; 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 précéde lui sert de point d'appui, pour se dégager suivant une direction favorable, comme la dent d'une roue qui commence à engrener le pignon, favorise le désengrénage de celle qui avoit engrené avant elle.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

APPLICATIONS.

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 auſquels ils ſont continuellement, expoſés, changent inſenſiblement les ſurfaces & les formes, & leur font perdre les qualités qui en dépendent. Les matiéres 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 pied 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 matiéres, 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 matiéres où l'on prendroit la

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 matiéres 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 d'avoir été ſéparée des corps étrangers dans leſquels elle étoit cachée. Faire de l'or de cette maniére me paroît une choſe poſſible ; mais je doute fort qu'on en fît aſſez pour payer la dépenſe du charbon.

III. LEÇON.

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 ſçu tourner à leur avantage, juſques aux choſes même qui ſemblent oppoſées à leur progrès. Une lime n'eſt autre choſe qu'une ſurface hériſſée exprès de pointes

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

& de tranchans ; ſon frottement ſur les matiéres 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 premiére 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 différent, quant à l'effet du frottement, que par une plus grande dureté.

Les compas, & généralement tous

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

les inſtrumens à charniéres, qui doivent reſter ouverts ou fermés à différens dégrés, 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. III. LEÇON.

On diminue la réſiſtance des frottemens, en enduiſant les ſurfaces de quelque fluide ou de quelque matiére graſſe. On frotte de ſavon les bords d'une boîte dont le couvercle tient trop ; on met de l'huile aux charniéres 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 groſſiéres des ſurfaces, & qui par conſéquent les rendent plus liſſes & plus propres à gliſſer l'une ſur l'autre. D'ailleurs les parties de ces fluides ou de ces corps gras interpoſés, changent l'eſpece 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

niére 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 dégré que dans l'expérience précédente. On fait d'abord poſer la piéce *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 premier cas, on compte 40 vibrations; lorſque la ſurface qui frotte eſt double comme dans le ſecond, on n'en compte plus que 29 $\frac{1}{2}$; toutes choſes étant égales d'ailleurs, ainſi qu'on l'a ſuppoſé.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

EXPLICATIONS.

III. LEÇON.

L'INEGALITE' des ſurfaces étant la cauſe premiére 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 particuliére 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 piéces 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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.

APPLICATIONS.

LES frottemens conſidérés en raiſon des ſurfaces, retardent la vîteſſe 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 fluides & des liqueurs. Les jets d'eau ne s'élévent jamais à la hauteur à laquelle ils devroient monter, eu égard à leur quantité de mouvement; & les riviéres 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

III. LEÇON.

Quoique la ſurface d'un gros tuyau ſoit plus grande que celle d'un plus étroit, elle eſt cependant moindre relativement à ſa capacité; car c'eſt une choſe démontrée, que celui qui a 2 pouces de diamétre (nous parlons de tuyaux ronds & cylindriques) contient quatre fois plus d'eau que celui dont le diamétre n'eſt que d'un pouce; & que la circonférence du premier 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 vîteſſe des eaux.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

C'eſt par la même raiſon, que les riviéres 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 fluide.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

L'INSTRUMENT étant diſpoſé comme dans l'expérience précédente, il faut que la piéce *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 ajoûte augmentant la preſſion, fait croître auſſi le frottement, parce que les parties des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

surfacesqui s'engagentmutuellement, s'enfoncent bien plus avant, & réſiſtent davantage au mouvement qui tend à les ſéparer. On voit par cette derniére expérience, qu'une double preſſion fait plus qu'une ſurface augmentée de moitié; car nous avons vû 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.

APPLICATIONS.

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 piéces s'échauffent. Car on ſçait, &

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

nous le prouverons quand il en ſera tems, que les métaux, ainſi que toutes les autres matiéres augmentent en volume par le chaud, comme ils diminuent de grandeur par le froid; la même cauſe dilatant les platines rend les trous plus étroits, & groſſit les pivots, de maniére 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 piéce réſiſte au mouvement de l'archet après avoir tourné librement pendant quelques minutes; c'eſt que le frottement augmente par la preſſion à meſure que le métal s'allonge en s'échauffant: auſſi le reméde le plus prompt & 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 piéces ; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi dans le modéle on avoit réduit toutes les dimenſions au pouce pour pied, en conſtruiſant en grand, le chevron qui auroit 12 pieds de long, & 6 pouces d'écarriſſage, péſeroit 1728 fois autant que ce qui le repréſente en petit, s'il eſt de même matiére. Cette conſidération qu'on ne peut négliger quand on a des principes, fait quelquefois juger déſavantageuſement d'une machine dont le ſuccès paroît être aſſuré par l'expérience même.

III. LEÇON.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 matiére; 2°. parce qu'un corps, tel 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 premiére 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. De-là il paroît évidemment démontré qu'il ne peut y avoir de mouvement perpétuel méchanique dans l'état naturel, & que ceux qui le

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

Si quelqu'un prend pour perpétuel, le mouvement d'un pendule qui continue ſes vibrations égales par le moyen d'un reſſort ou d'un poids qu'on remonte au bout d'un tems, ou de 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'ajoûte 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 dégré de vîteſſe 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 on s'appuie quelquefois, pour établir la découverte du mouvement perpetuel, ſont les dupes de la mauvaiſe foi ou d'un paralogiſme qui ne tiennent guère contre des gens inſtruits. Le

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

III. LEÇON.

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 Géométre ſublime, ni un habile Chymiſte.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 7.

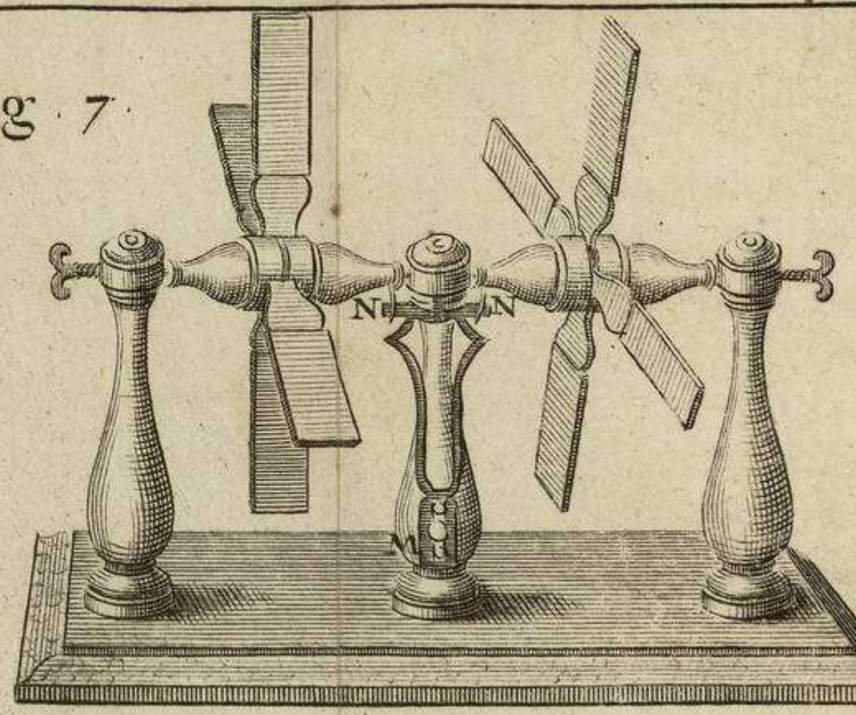


Fig. 8.

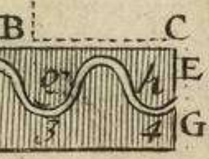


Fig. 9.

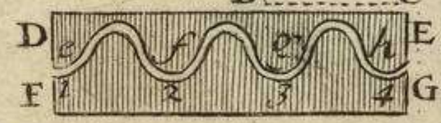
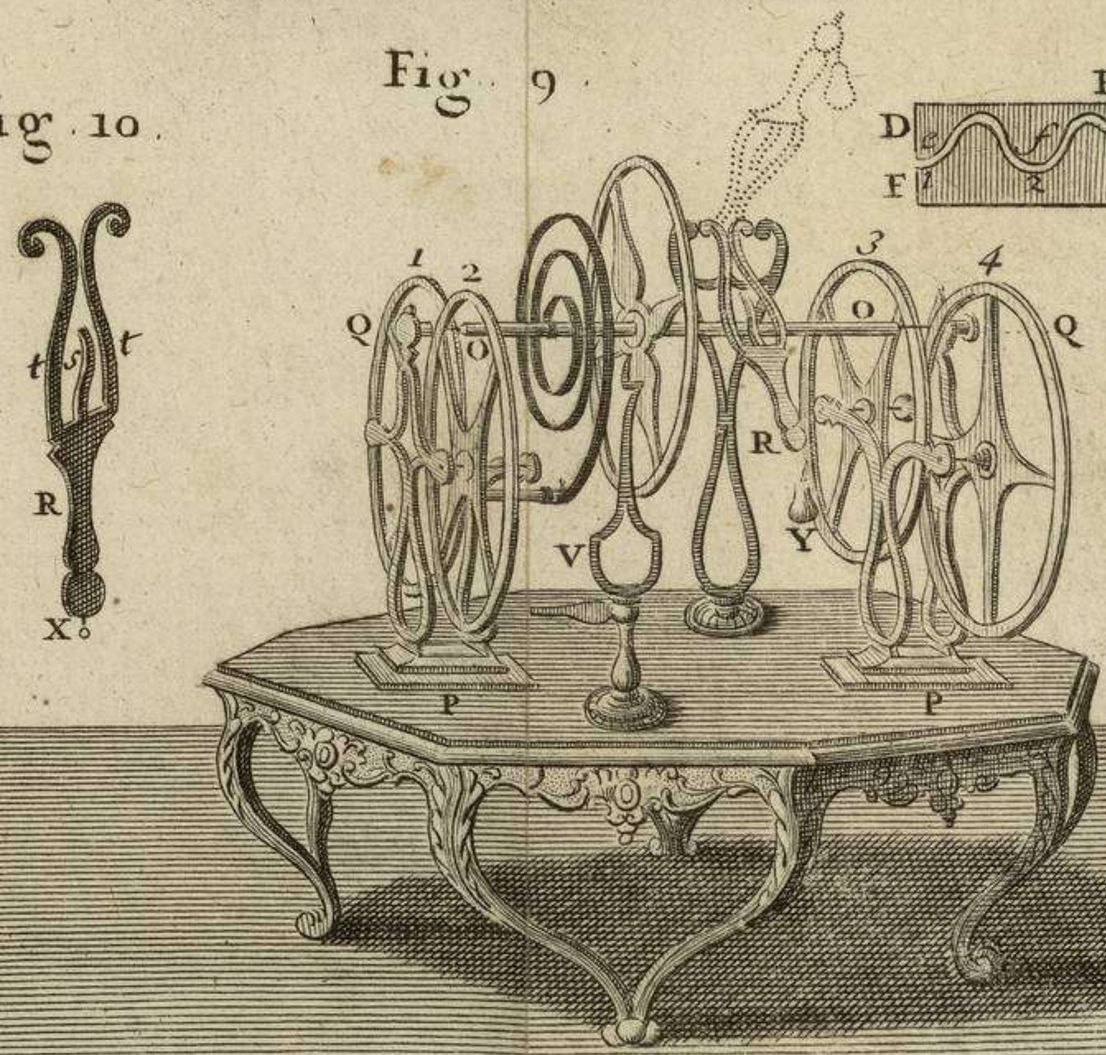
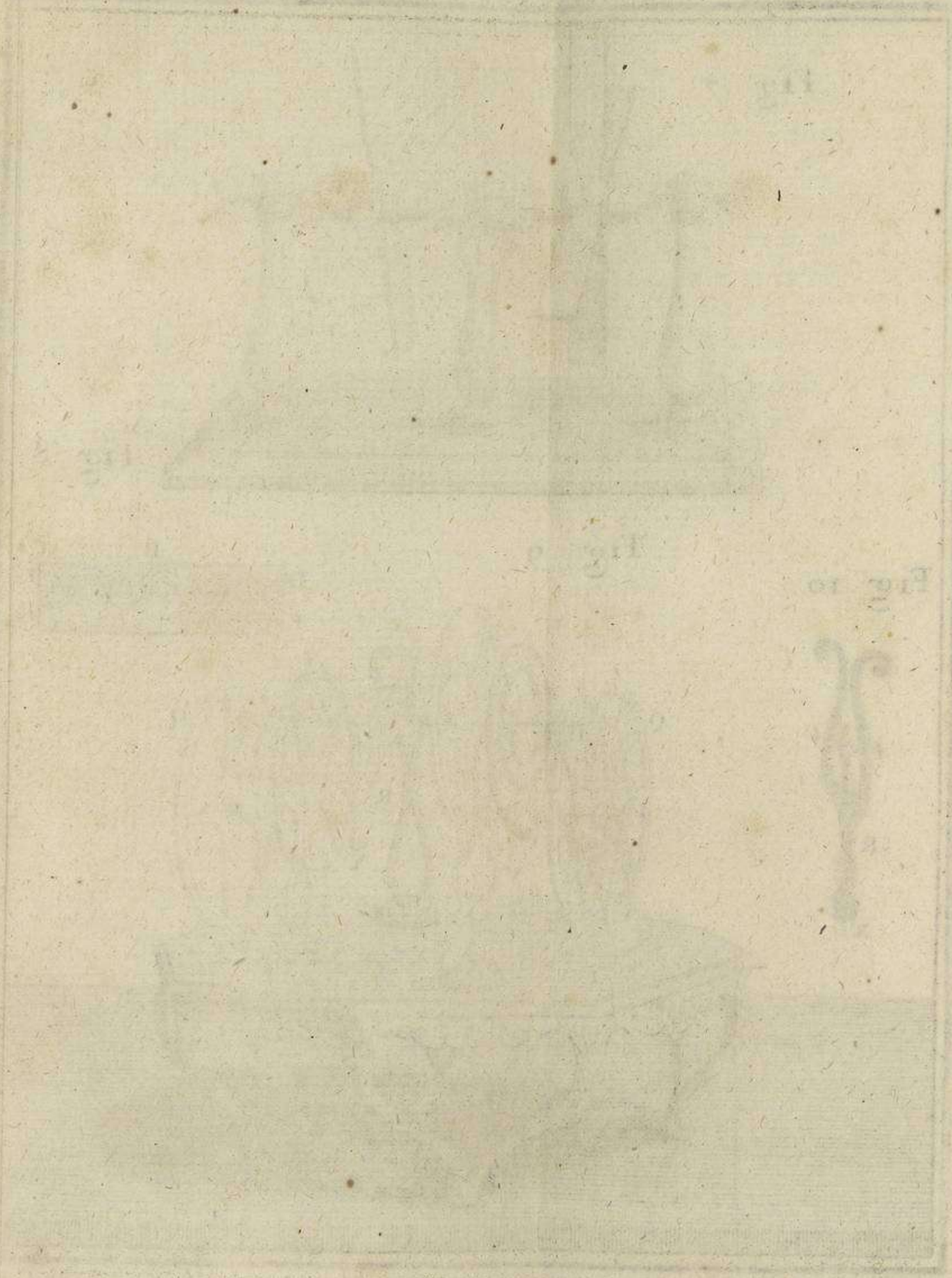


Fig. 10.



Dheulland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

Suite des Loix du Mouvement ſimple.

Des cauſes qui changent la direction du Mouvement.

APRE'S avoir enſeigné dans la derniére ſection de la Leçon précéden-te, ce qui diminue indiſpenſablement la vîteſſe 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 maniére plus intelligible, nous commencerons par établir la ſeconde & la troiſiéme loi du mouvement ſimple, ſur leſquelles ſont fondées la plûpart des choſes que nous avons à dire touchant cette matiére.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 variables que ſa vîteſſe & 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 excéde, 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 ſûreté conclure que le poids de l'autre part qui en eſt la cauſe, égale une livre.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

Troiſiéme 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'appuie 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 régle il ſuit dans ce changement.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

forcé par un obſtacle ; car ſelon la premiére loi, il tend de lui-même à perſévérer dans ſon état : mais cet obſtacle peut être une matiére fluide, 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 premier 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 matiére fluide.

SI le mobile que l'on a déterminé vers un certain point, vient à rencontrer quelque matiére fluide, 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-

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 quitter sa premiére direction, toutes les fois qu'il entre obliquement; & ce changement se nomme *réfraction*, 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 vîtesse pour l'y faire entrer, & l'y faire continuer son mouvement.

Pour cet effet, on ne peut diriger cette pierre que de deux maniéres: sçavoir 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 paralléle, elle n'entreroit jamais dans l'eau, ou (ce qui est la même chose) elle ne changeroit point de milieu.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

IV. LEÇON.

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

La réfraction 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 *H F*, il ne continueroit point par *F K*, ni par aucune autre entre *K* & *C*; mais la réfraction qu'il ſouffriroit en *F*, le détermineroit dans une nouvelle direction entre *K* & *P*, ce qui l'approcheroit

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

cheroit davantage de la perpendiculaire *P F*.

IV. LEÇON.

Pour ôter toute équivoque ſur cette perpendiculaire que l'on prend pour terme de comparaiſon, lorſqu'on veut exprimer en quel ſens ſe fait la réfraction; il eſt bon d'obſerver qu'elle n'a rien de commun avec l'horizon, qu'autant que la ſurface du milieu réfringent, 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 réfraction. Si, par exemple, au lieu d'une eau dormante, telle que nous l'avons ſuppoſée, on choiſiſſoit celle d'une caſcade, ou d'une riviére 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 réfringente étoit verticale.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

desquelles elle n'a plus lieu: la premiére 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 pieds $\frac{1}{2}$ 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 ayant marqué sa place par cette premiére chûte, 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

EXPLICATIONS.

Il paroît par cette expérience, que la balle de plomb a toujours conſervé ſa premiére 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 avec des quantités égales? Conſidérons cette balle dans les différens inſtans de ſa chûte.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

2°. On peut dire la même chose en considérant la balle dans le tems qu'elle est entiérement 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 vîtesse 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 premiére direction.

Car lorsque le corps *M*, *Fig.* 3. descend par la ligne *P p*; toutes les parties de la surface décrivent des parallèles comme *N T*, *n t*; & la résistance du milieu s'exerce sur tout l'hémisphère *N O n*. Quand il commence à se plonger, l'eau résiste directement en *O*; & à mesure qu'il s'enfonce, les parties *O S*, *S R*, *R N*, & leurs correspondantes *O s*, *s r*, *r n*, participent successivement à la résis-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 derniére immerſion, augmente par des quantités qui vont toujours en décroiſſant.

IV. LEÇON.

Dans tout ceci l'on n'apperçoit aucune cauſe qui doive faire perdre au corps *M*, ſa premiére 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 *P p*. Cette expérience prouve donc que l'obliquité d'incidence de la part du mobile, eſt abſolument néceſſaire pour la réfraction, puiſque ſans elle il continue ſon mouvement ſuivant ſa premiére direction, quoiqu'il paſſe d'un milieu moins réſiſtant dans un autre milieu qui l'eſt plus.

APPLICATIONS.

Un corps grave que ſon propre

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 fluide étoit en repos pendant le tems de la chûte. Car on ſçait que ce qui tombe dans une riviére 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 fluide, contribue beaucoup, ou à lui faire garder, ou à lui faire perdre ſa premiére direction indépendamment de la réfraction; car cette figure peut être telle qu'elle occaſionne des inégalités dans la réſiſtance du même fluide, Si, par exemple, au lieu de faire tomber dans l'eau un corps ſphérique, tel que celui de notre expérience, on ſe ſervoit d'une hémiſphère ou de quelque choſe ſemblable, & qu'on le diri-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

geât parallélement 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 fluide qu'il diviſe, à cauſe de ſa figure, ne garderoit point ſa premiére direction, & qu'il décriroit une ligne courbe, quoique dans un milieu très-uniforme.

IV. LEÇON.

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 équivalante, 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'éléve malgré le penchant de ſon propre poids.

On peût obſerver auſſi que les oiſeaux peſants, comme les corbeaux, les pigeons, les pies, &c. quand ils s'abattent après un long vol, ne manquent point de courber leurs aîles & leur queue, pour ſe donner une figure convexe en-deſſous; ce

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

qui les dirige néceſſairement dans une courbe fort allongée qui adoucit leur chûte. Ces mêmes oiſeaux au contraire ſe poſent d'une maniére peſante, & ſe heurtent ſouvent contre la terre, lorſqu'ils ſont trop jeunes, parce qu'ils deſcendent par une ligne moins inclinée à l'horizon, ſoit qu'ils ne ſçachent 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 maniére cependant qu'il puiſſe tourner ſur le point *B*; à 18 ou 20 pieds de diſtance, eſt un baquet ou une baignoire de 4 ou 5 pieds de longueur, pleine d'eau, dont on couvre la ſurface avec une gaze tendue, ou avec de grandes feuilles de papier. *F* eſt un

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

chaſſis garni de gaze ou de papier, qui a environ 18 pouces de hauteur & 1 pied de largeur. Ce chaſſis s'éléve perpendiculairement à la ſurface de l'eau ; & ſa baſe *DE*, qui eſt une planche un peu peſante, ſe place ſur les bords du baquet, à une diſtance ſuffiſante de ſon extrémité *G*. Il faut avoir ſoin de revêtir le petit côté *G* du baquet 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 maniére qu'il faſſe avec la ſurface de l'eau un angle de 30 ou 40 dégrés, & l'on y met le feu avec une petite méche 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

la planche de ſapin en *H*, par une ligne qui fait angle avec la premiére qu'elle a ſuivie en venant d'*A* en *K* : ce que l'on apperçoit facilement en faiſant écouler l'eau du baquet, & en plaçant l'œil enſuite en *I* ; car on remarque que le point *H* eſt ſenſiblement au-deſſus de ſa premiére direction, & que la réfraction 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

miné. Car un obſtacle, tel qu'il ſoit, ne céde 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 entiérement dans l'un ou dans l'autre de ces deux milieux, la réſiſtance ayant été également diſperſée à toutes les parties de l'hémiſphère antérieur, comme nous l'avons fait voir dans l'explication de la premiére expérience, ſa direction n'a point dû changer; les obſtacles, ou les parties réſiſtantes du fluide ſe faiſant équilibre de part & d'autre, elle a dû perſévérer conſtamment dans la ligne *AK*, & enſuite dans la ligne *KH*.

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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 premiére 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 fluides, cette différence augmente à mesure que la vîtesse du mobile diminue; car si la balle de plomb repoussoit l'air & l'eau avec une vîtesse 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*,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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

IV. LEÇON.

APPLICATIONS.

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, ils manqueroient ſouvent leur proie, s'ils obmettoient d'avoir égard à la réfraction que doit ſouffrir le plomb 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 reléve 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 vîteſſe eſt affoiblie, détruit une partie de la réfraction en le faiſant baiſſer; comme d'ailleurs

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 lumiére qui viennent de lui à nous, qui paſſent obliquement de l'eau dans l'air, & qui étant par conſéquent dans le cas de la réfraction, ne nous repréſentent point l'objet dans le vrai lieu où il eſt. Ajoûtez à cela, (& c'eſt ce qu'il y a de plus néceſſaire à remarquer,) que la réfraction de la lumiére ſe fait en ſens contraire de celle des autres corps, comme nous le ferons voir en traitant de l'optique; de ſorte que le lieu apparent du poiſſon eſt plus élevé 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 réfraction du plomb.

Quoique les réfractions s'obſervent

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

le plus ordinairement dans des milieux fluides, on peut dire en général qu'elles ont lieu dans tous les corps, même ſolides, lorſque le mobile qui les pénétre, y rencontre obliquement des couches de matiéres 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 réfractions ſe font ſouvent; car on a de la peine à y chaſſer un clou ſelon ſon gré, ſur-tout s'il eſt long & mince.

IV. LEÇON.

La réfraction eſt ſuſceptible de plus & de moins. Nous avons vû qu'elle eſt nulle, lorſque la direction du mobile eſt perpendiculaire à la ſurface du milieu réfringent ; elle commence avec l'obliquité d'incidence, & elle augmente avec elle, & proportionnellement à elle. Car la balle qui tombe par *ST*, *Fig.* 5. ſouffre moins

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

de réfraction, que celle qui eſt dirigée par *s t*; & ſi l'on ſe rappelle ce que nous avons dit pour rendre raiſon de la réfraction 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 Q 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 l'avantage ſur celles qui agiſſent contre les points correſpondans *O Q N*.

Mais dans quelque dégré que l'on conſidère la réfraction, 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 réfraction *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 repréſentent le

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 2.

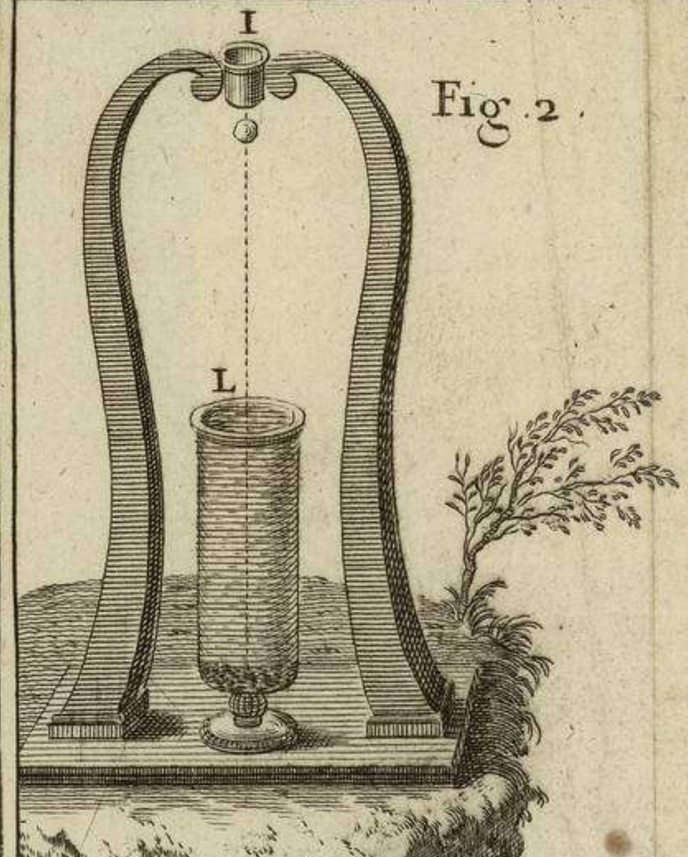


Fig. 3.

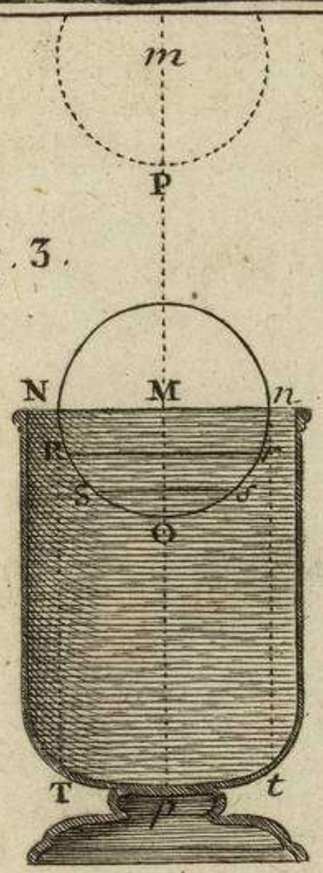
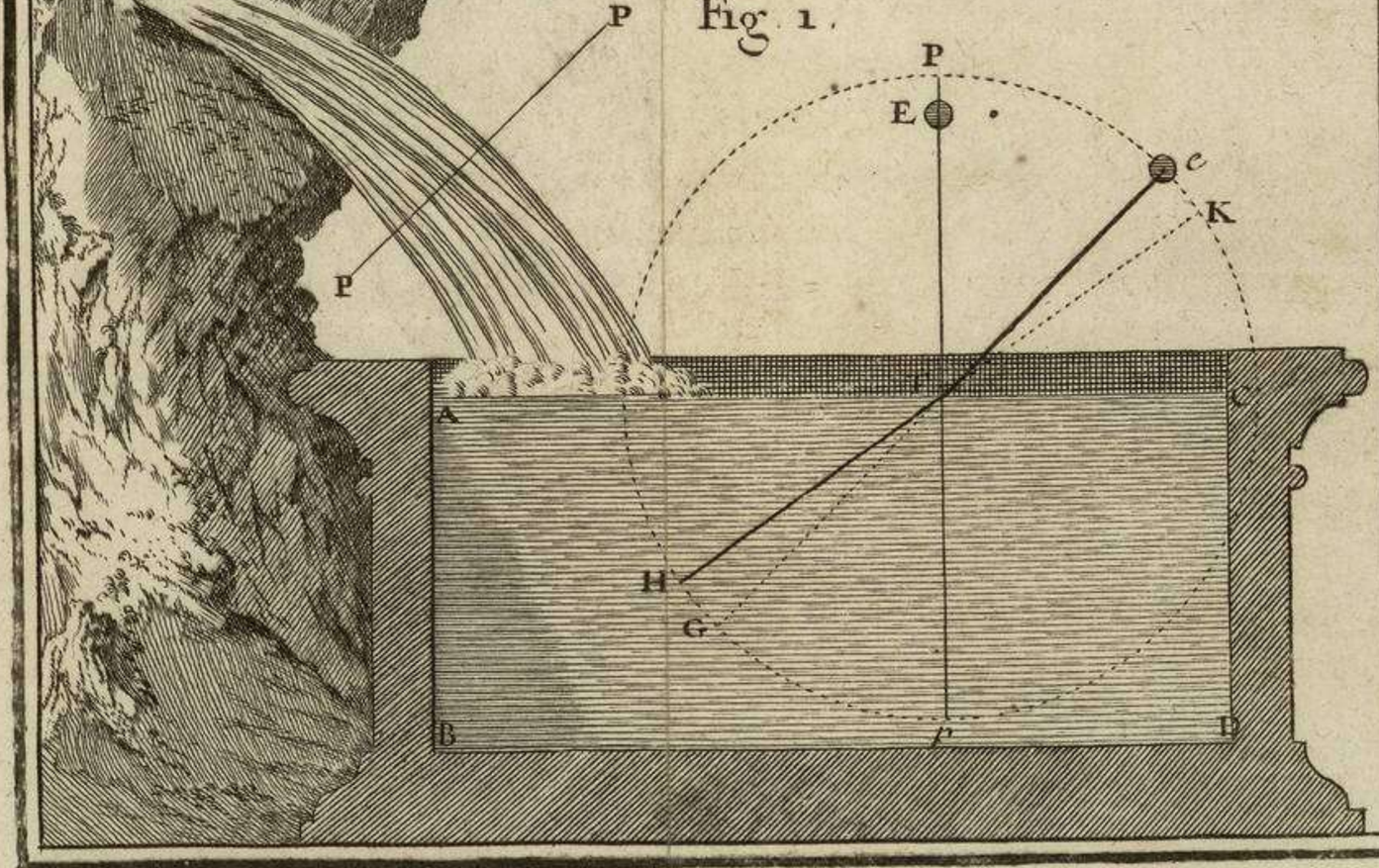
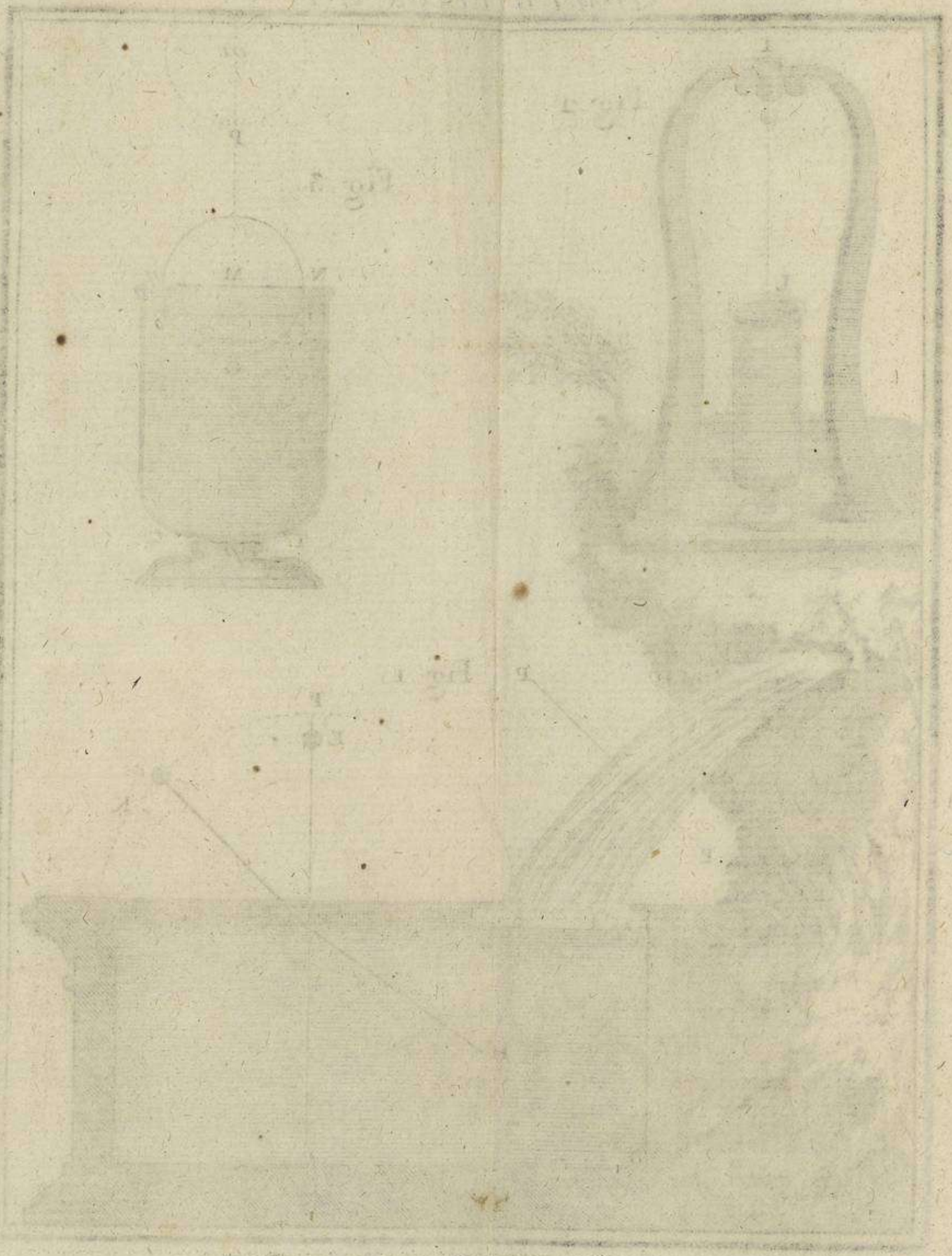


Fig. 1.



Dheulland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

le cas d'une réfraction plus grande, ſont encore dans le même rapport entre elles. IV. LEÇON.

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 lumiére qui n'a pas cet inconvénient.

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

Ministerio de Educación, Gultura y Deporte

IV. LEÇON.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut disposer le quart de cercle de la *Fig.* 4. de maniére que le canon & sa ligne de direction *M N*, *Fig.* 7. fassent avec la surface de l'eau *N P*, un angle d'environ 5 dégrés, & placer à l'autre bout du baquet une planche de bois tendre *S*, qui s'éléve perpendiculairement à la surface de l'eau, & qui se présente de face à la longueur du même baquet ; il faut aussi placer à fleur d'eau un chassis de gaze, qui ait environ un pied de longueur. Le canon ayant été chargé comme précédemment, il faut y mettre le feu.

EFFETS.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

EXPLICATIONS.

IV. LEÇON.

En expliquant ci-deſſus les cauſes de la réfraction, 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 *N O n*, *Figure* 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 fluides réſiſtans diffèrent plus entre eux, & que le plus foible des deux occupe une plus grande partie de l'hémiſphère *P R O Q N 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 long-tems pour lui donner lieu de continuer ſon mouvement dans l'air, qui lui céde très-promptement.

Juſqu'ici l'on voit aſſez bien pourquoi la balle n'entre point dans l'eau, & par quelle raiſon elle achéve 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 paroît 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

lui reſteroit aſſez de vîteſſe 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, relativement aux circonſtances où elles ſe trouvent dans notre expérience. Mais comme ce qui ſe paſſe ici à la rencontre d'une ſurface fluide 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-

IV. LEÇON.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

tre corps dur, comme un plan ſolide & impénétrable.

APPLICATIONS.

L'expérience que nous venons d'expliquer, doit ſervir de régle 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 ſûreté 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 premiére direction!

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 5.

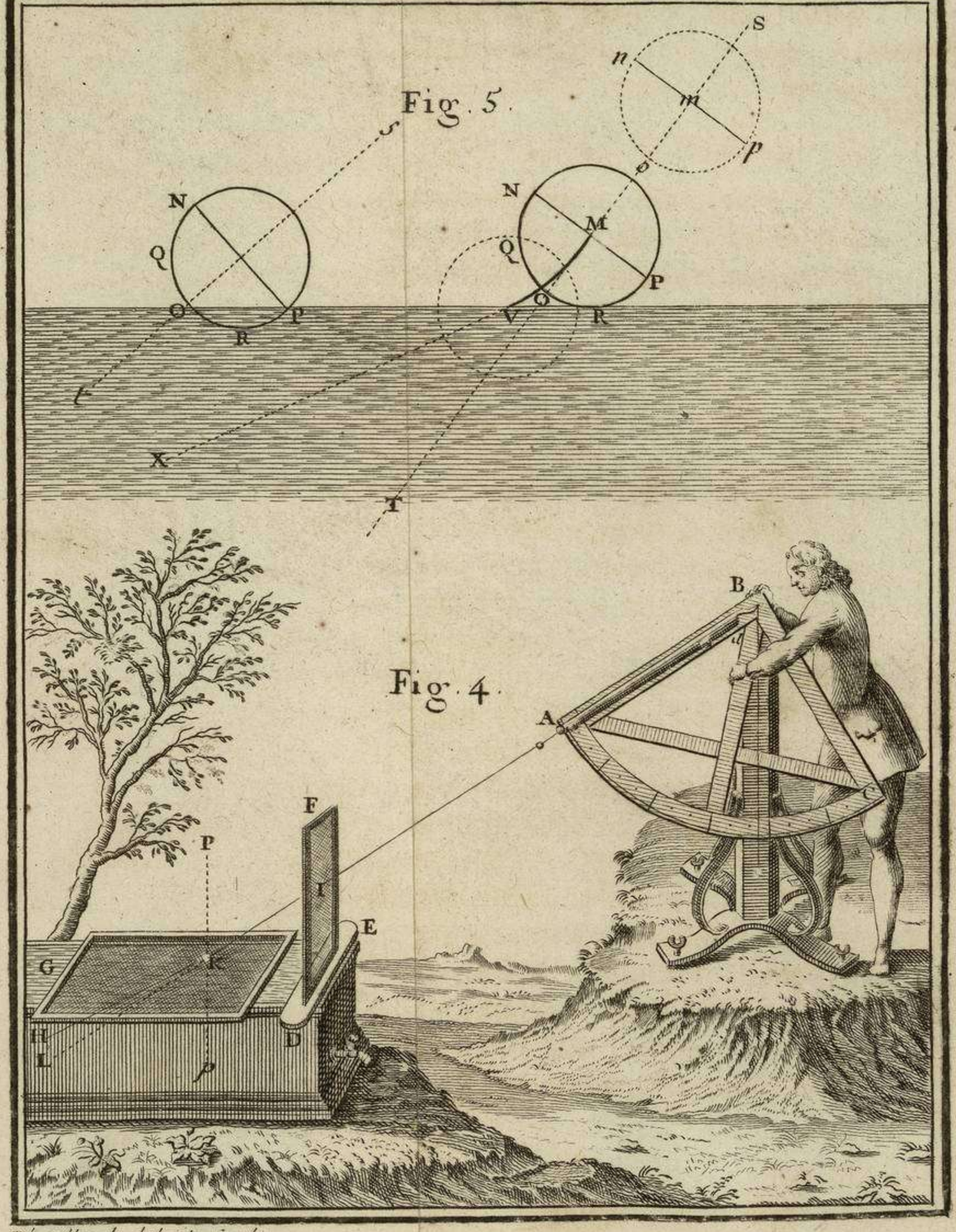
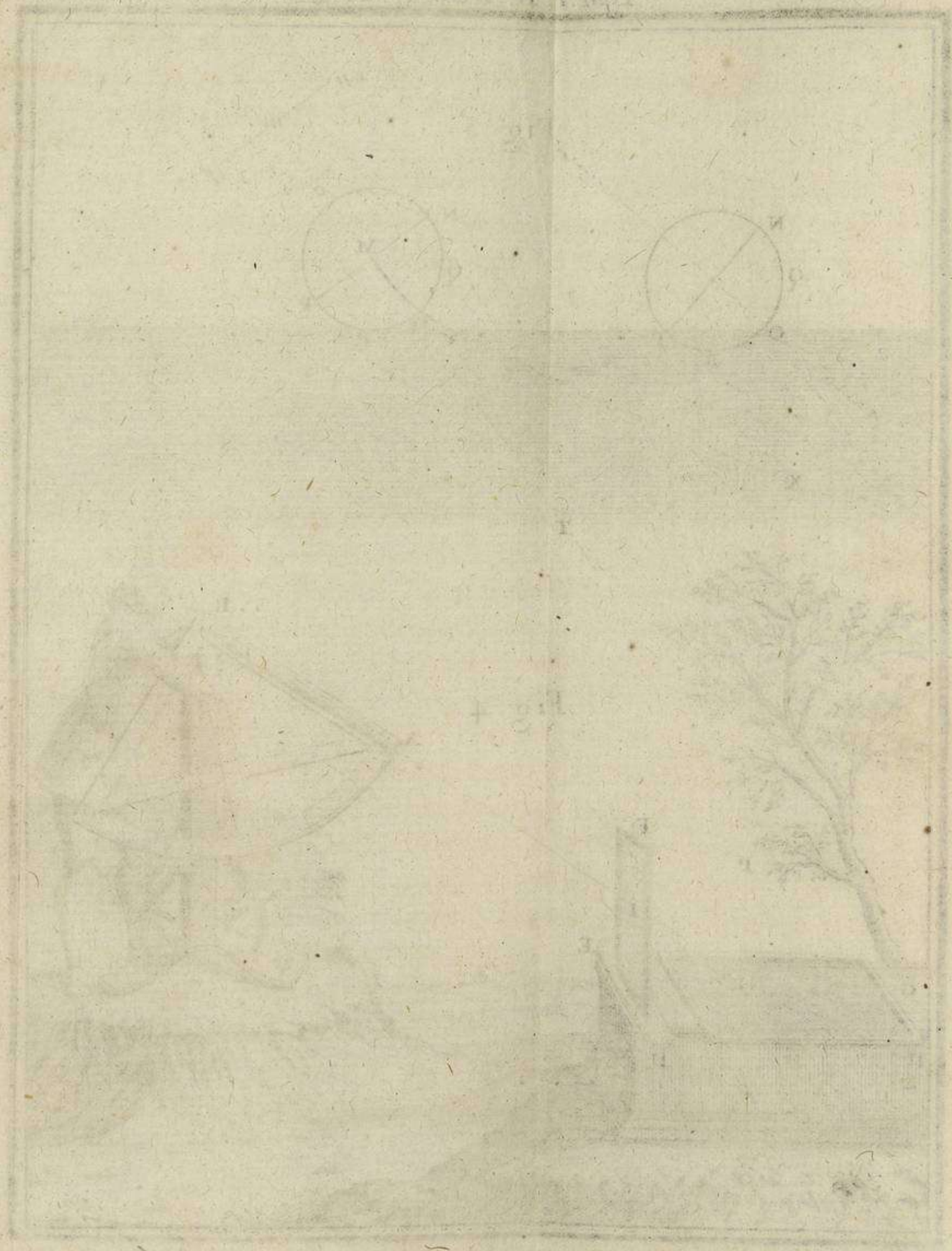


Fig. 4.

Pheullamd del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

bords, plus épaiſſe du milieu, & lancée fort obliquement à la ſurface de l'eau, ſe reléve 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 réïtère ſouvent 5 ou 6 fois de ſuite.

IV. LEÇON.

Des expériences que j'ai répétées avec ſoin, mais que je n'ai point encore eû occaſion de faire aſſez en grand, pour voir juſqu'à quel point la pratique s'approche de la théorie, m'ont déja fait voir 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 diamétre entroit dans l'eau, quand ſa direction faiſoit un angle de 6 dégrés 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

ne varie autant que le diamétre 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'ayant 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 6.

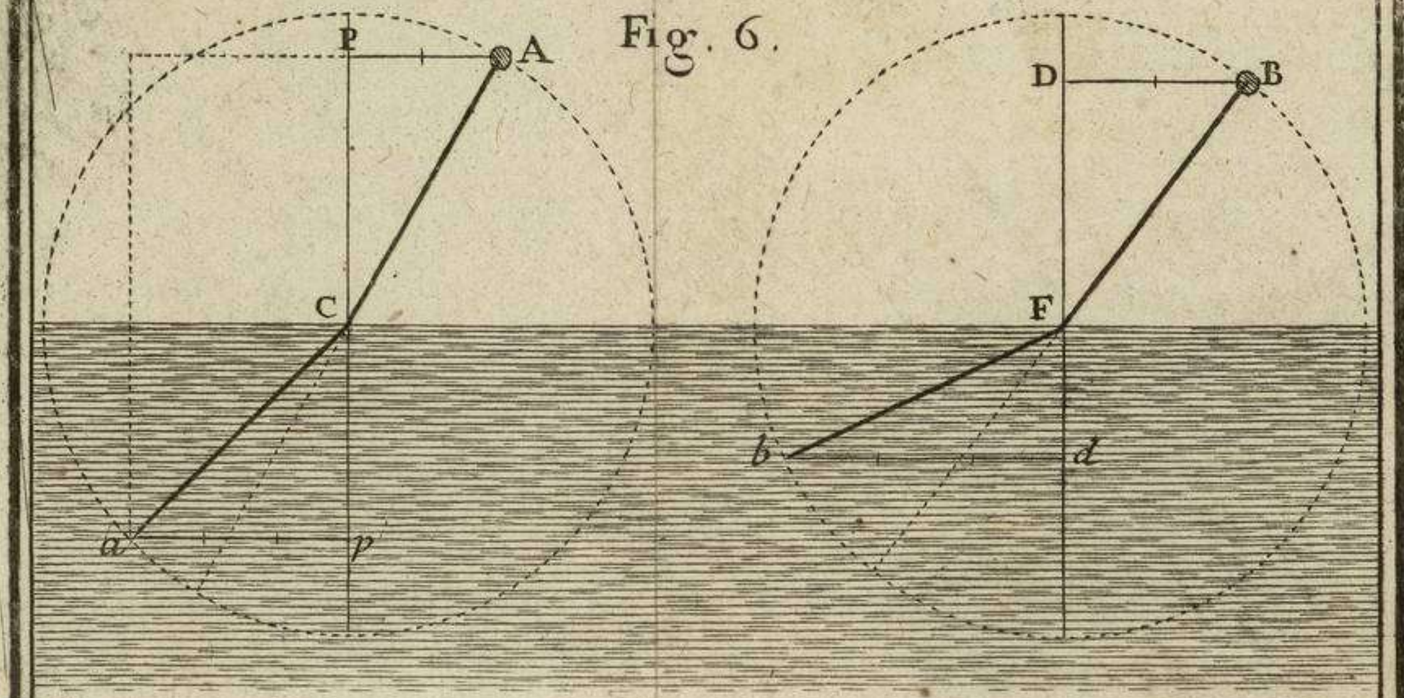
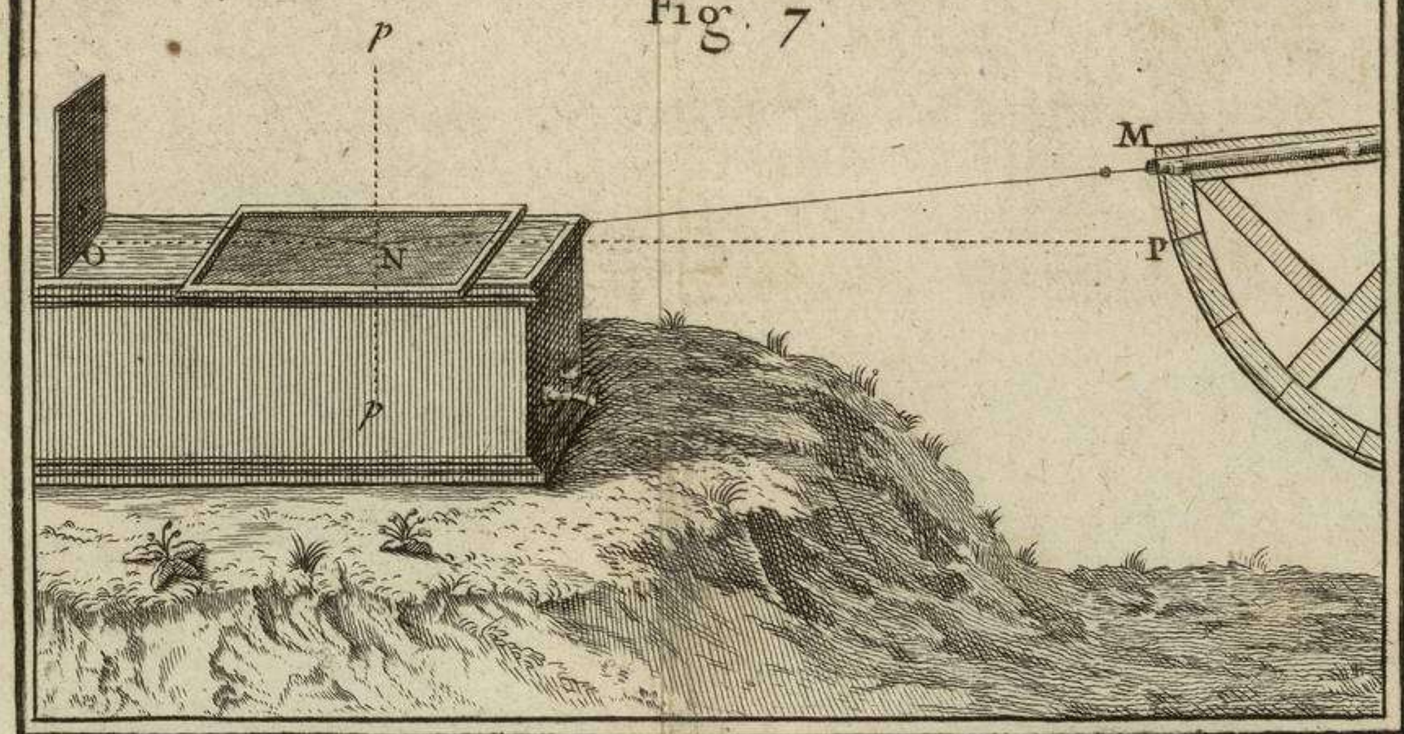
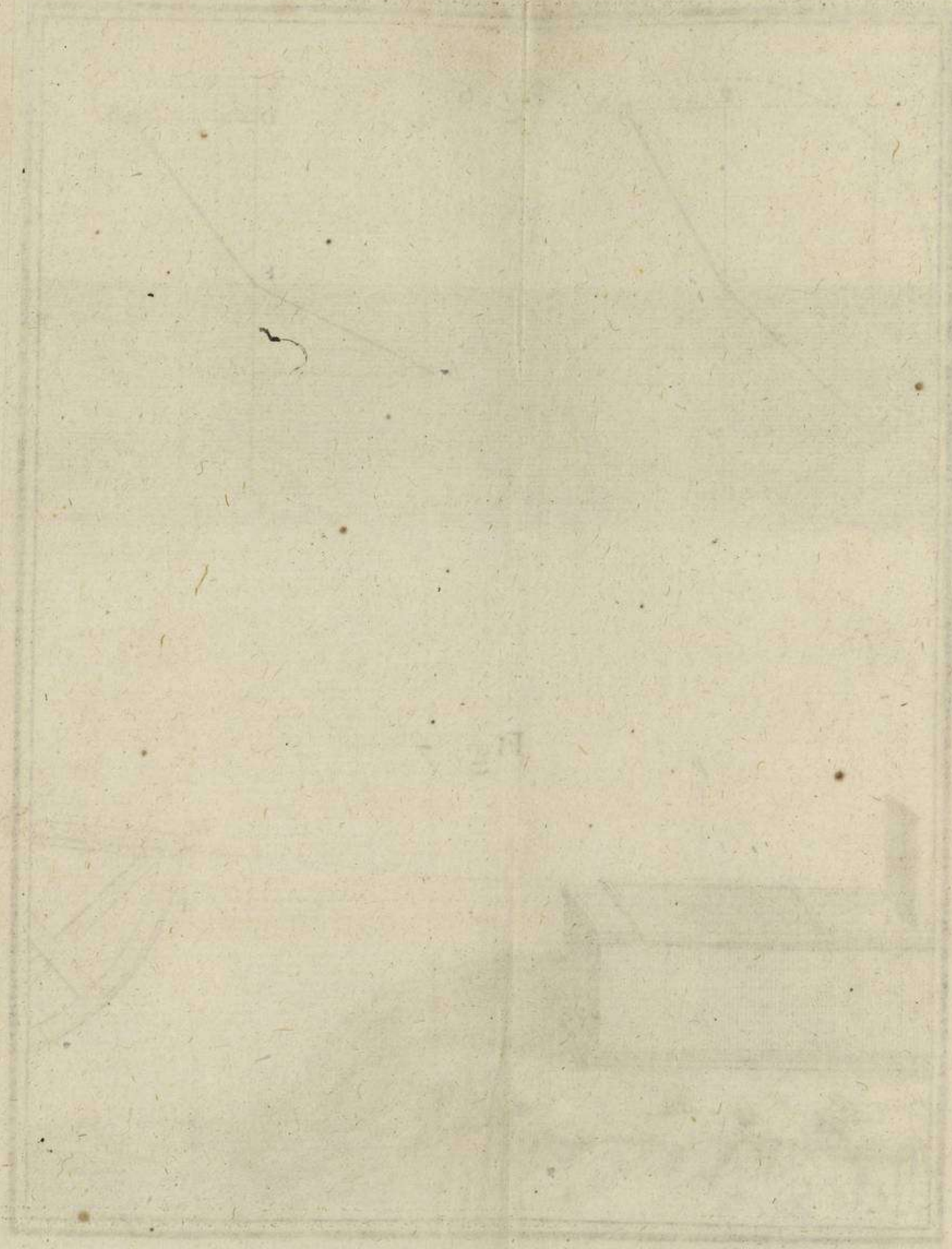


Fig. 7.



Dheulland. del. et Scup.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV.
LEÇON.

II. SECTION.

Du Mouvement réfléchi.

NOUS avons ſuppoſé dans la ſection précédente, que ce qui tendoit à changer la direction du mobile, étoit une matiére qu'il pouvoit pénétrer, & dans laquelle il avoit la liberté de continuer ſon mouvement d'une maniére 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 entr'ouvrir, pour paſſer outre. Je dis, pour paſſer outre: car comme il n'y a point de matiére parfaitement dure, & dont les parties ne cédent à une force ſuffiſante; lorſqu'un corps en choque un autre, quand bien 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,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 réfraction, 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 ſçavoir 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, en vain 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

choqué. Au premier 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 vîteſſe actuelle. Ce petit nombre de parties ainſi comprimées par l'acier, cédent 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 vîteſſe 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 premier inſtant la bille d'acier ſe trouve retardée, & ſon effort au commencement du ſecond inſtant eſt moindre qu'il n'étoit d'abord.

IV. LEÇON.

Mais comme les parties choquées pendant le premier inſtant, ont cédé en arriére, 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 vîteſſe pendant le ſe-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

cond instant que pendant le premier : 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 pû faire pendant le premier instant ; car alors la matiére choquée étoit moins condensée, & le corps choquant avoit plus de mouvement.

On voit par l'examen de ces deux premiers instans, que la bille d'acier en formant un enfoncement dans la pierre, doit diminuer de vîtesse, 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 derriére, leur résistance commune croît pour le moins en raison de ces deux causes.

La vîtesse du mobile a beau être retardée uniformément, ou non, cette diminution ne doit point empêcher qu'il ne persévère dans sa premiére 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 mou-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

voir ; & réciproquement on peut conclure qu'elle eſt réduite au repos, quand les parties de la pierre ne cédent plus : de ſorte que s'il ne ſe trouve alors quelque nouvelle cauſe pour rétablir le mouvement dans la bille, comme elle a conſumé entiérement celui qu'elle avoit reçu dans ſa premiére 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 premiére 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 connoît aucun qui le ſoit parfaitement : nous le ſuppoſerons cependant pour rendre notre théorie plus ſimple, & nous conſidérerons 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 *D E*, *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 vîteſſe égale à celle avec laquelle il avoit été déplacé. Le corps *C*, qu'il

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 dégré 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 régler la direction de ce mouvement réfléchi.

IV. LEÇON.

En expliquant la réfraction, * nous avons fait voir que quand le mobile *M* tombe perpendiculairement ſur le milieu réfringent, il ne quitte point la ligne de ſa premiére 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 fluide, & 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*, *Fig.* 8.

* *Pag.* 268. *Fig.* 3.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

est 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*.

Nous avons encore prouvé * que dans le cas de l'immersion oblique, le mobile abandonne sa premiére 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 réfringent. 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 *M V*.

* *Pag.* 275. *Fig.* 5.

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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

reſſorts qui ont été tendus par l'effort du mobile, & qui rallentiſſent ſa vîteſſe de plus en plus, juſqu'à ce qu'enfin il ait conſumé 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 par conſéquent ſuivroit la paralléle *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 premier dégré de mouvement, parce qu'elle eſt repouſſée avec autant de force qu'elle a comprimé. 2°. Elle remonte par une courbe *M P*, *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 vîteſſe qui s'accélère depuis

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 premiére courbe, celle de la réflection *P Q* eſt la continuation de la ſeconde, & de cette maniére l'angle *R M Q* devient égal à *S M T*.

L'égalité des angles d'incidence & de réflection ſe démontre d'une maniére plus géométrique, en ſuppoſant un principe que nous prouverons ci-après, en parlant du mouvement compoſé, ſçavoir, que le mobile qui parcourt la ligne *T M* ſe comporte comme s'il obéiſſoit à deux puiſſances; dont une lui auroit donné la vîteſſe 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 dégré de vîteſſe qu'il avoit en deſcendant par *T M*. Or nous avons vû 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 dégré, en un autre qui eſt oppoſé dans la même ligne.

IV. LEÇON.

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'applatiroit, & les parties enfoncées en ſe rétabliſſant, s'appuieroient ſur le plan, & repouſſeroient le mobile avec la même vîteſſe avec laquelle elles auroient

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

été comprimées, & dans un ſens contraire.

IV. LEÇON.

A la vérité, ni l'une ni l'autre de ces deux ſuppoſitions ne repréſentent la nature; car ſi l'on ne connoît pas de corps dont le reſſort ſoit parfait, on ne voit pas non plus de corps ſolides qui en ſoient entiérement privés. Ainſi toutes les fois qu'il y a réflection, l'on peut dire que le mobile & l'obſtacle y ont tous deux part, ſelon leur dégré d'élaſticité.

Il peut même arriver qu'un troiſiéme 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 paroît donc que les choſes les plus importantes à ſçavoir touchant le mouvement réfléchi, peuvent ſe

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 10.

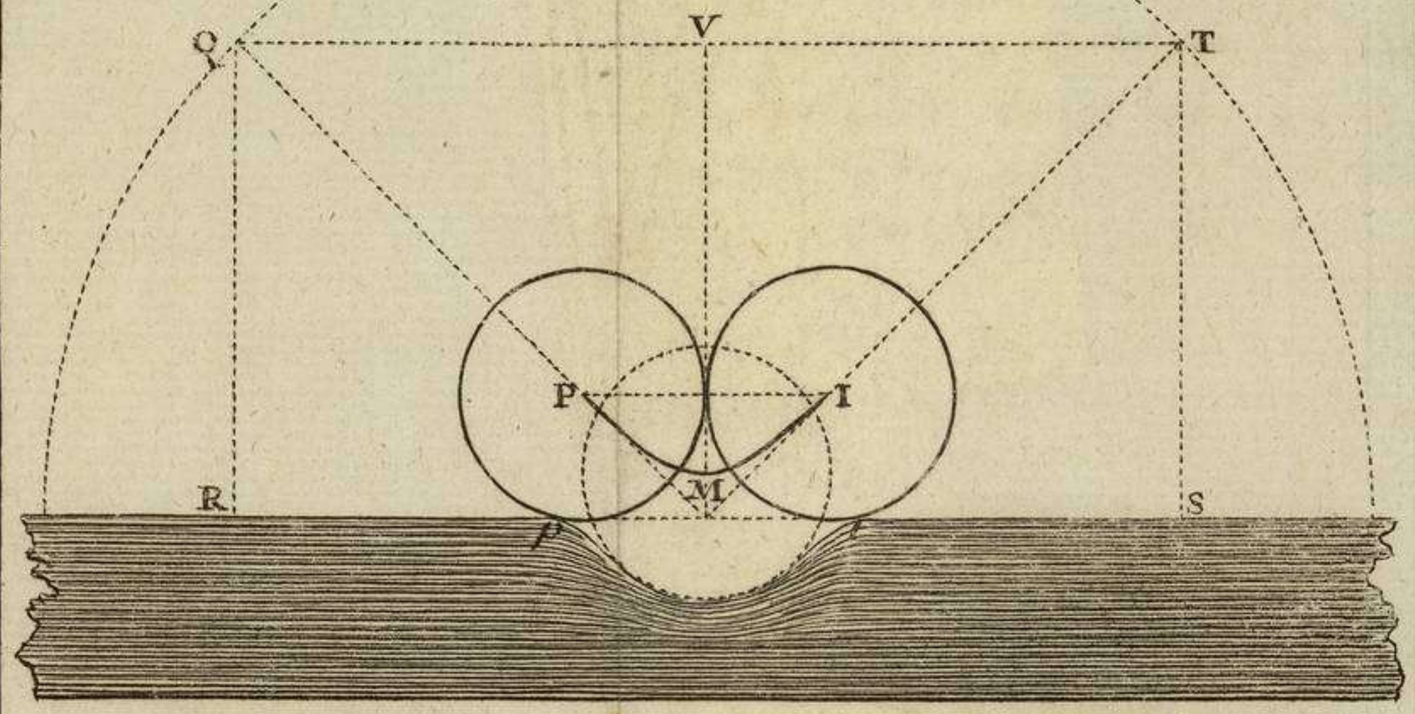


Fig. 8.

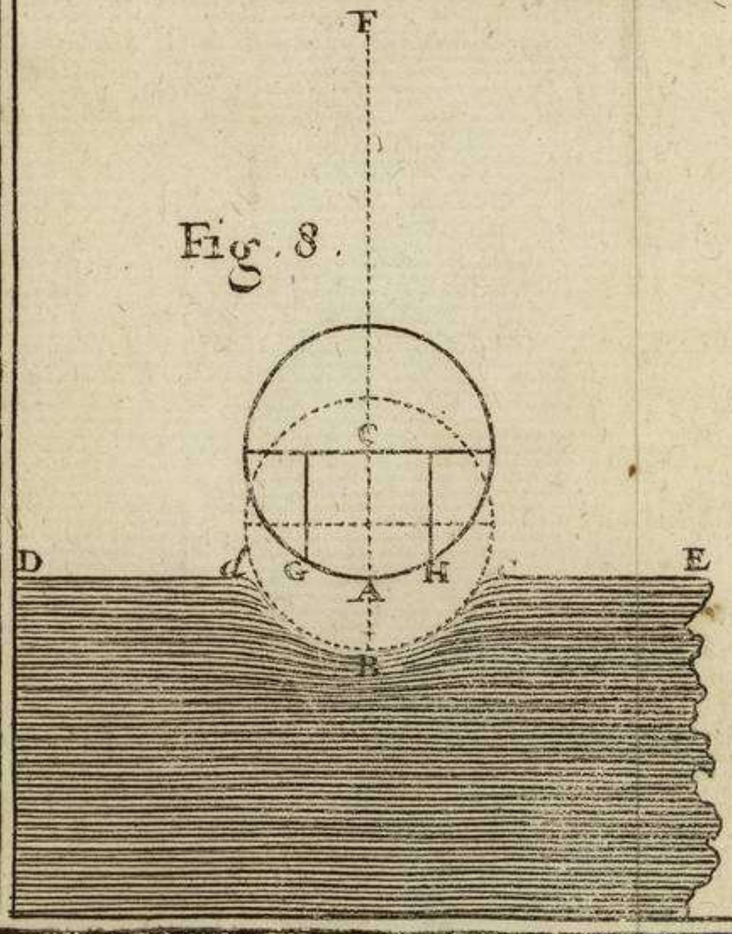
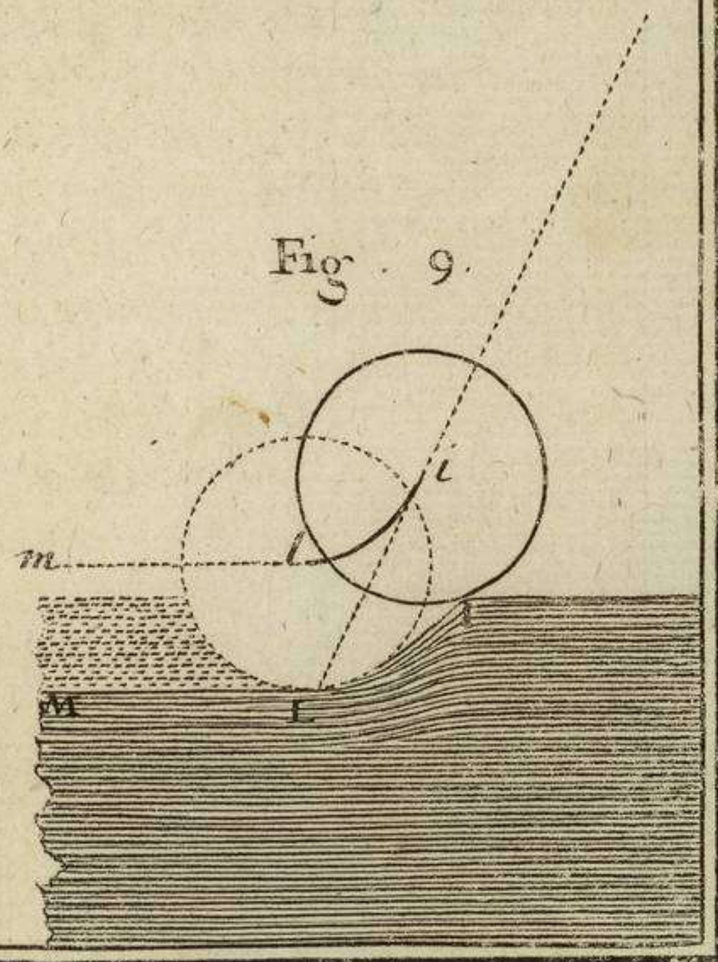


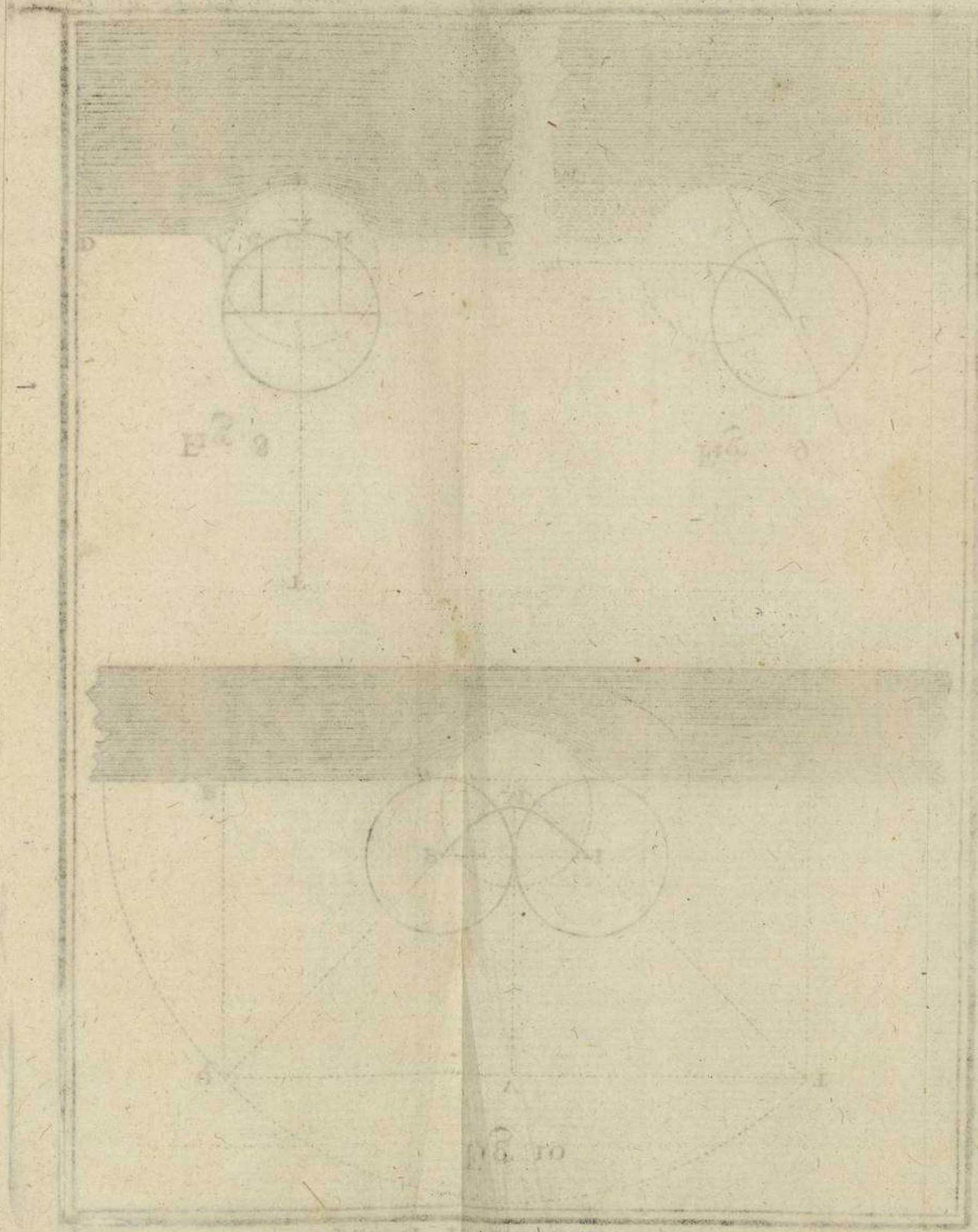
Fig. 9.



Dheulland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



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 manié-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

re que ſa baſe ſoit dans un plan horizontal; *A B* 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 dégré d'inclinaiſon que l'on veut, par le moyen d'une agraffe & 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 chûte, il ſe fait un enfoncement dans la terre molle, & la balle y perd tout ſon mouvement.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

EXPLICATIONS.

IV. LEÇON.

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 matiére 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 plûtôt, 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 *Fig.* 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 conſumer entiére-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

ment, auſſi-bien que dans le cas précédent; car la direction oblique ne change rien à ce que nous avons dit pour la chûte perpendiculaire; elle ne pourroit tout au plus qu'occaſionner une petite réfraction 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.

APPLICATIONS.

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 dégrés la vîteſſe 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 prompt qu'il puiſſe être, qui n'emploie un tems fini; ainſi quand le corps *M*, *Fig.* 13. deſcend par la ligne *D E*, 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 concevoir

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

concevoir le tems de cet enfoncement comme partagé en plusieurs instans égaux, pendant lesquels le mobile déploie sa force contre les parties qui cédent. 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 premier, puisque l'hémisphère plus enfoncé présente une plus grande surface à la terre molle qu'il faut repousser; & les parties déja comprimées s'opposent davantage à leur déplacement. On peut donc considérer les 3 espaces *D*, *F*, *E*, comme les produits de trois instans égaux, pendant lesquels le corps *M* a consumé toute sa vîtesse en parcourant la ligne *D E*.

IV. LEÇON.

Tous les obstacles qui cédent 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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?

IV. LEÇON.

C'est par une semblable raison qu'on n'est point blessé par la chûte d'un corps dur qu'on reçoit dans sa main, pourvû que la main céde 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 riviére emporte, si l'on ne prenoit la précaution de la filer peu à peu pour vaincre l'effort par dégrés.

IV. 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 diamétre.

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-

* *Pag.* 127.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

roit ſuffiſant pour rendre au mobile dans un ſens contraire, tout le mouvement qu'il avoit conſumé en ſuivant ſa premiére 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 vîteſſe avec laquelle on peut les comprimer.

APPLICATIONS.

Un corps à reſſort que l'on a comprimé, & qui a la liberté de ſe remettre, ne revient à ſon premier 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 claveſſin, dans une branche d'arbre, &c. que l'on a pliée & qu'on abandonne à elle-même. Ce mouvement qui raméne le corps élaſtique au-delà du lieu de ſon repos, vient de ce que la partie comprimée en ſe rétabliſſant reprend le même dégré de vîteſſe qu'elle a reçu au premier inſtant du choc, & dans un ſens contraire, comme nous l'avons expliqué page

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

294. Prenons pour exemple une corde de viole ou de claveſſin, *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 *G K* & *H K*, eſt plus grande que *G H*. Si elle eſt libre de ſe remettre, ſon reſſort raménera le point *K* en *I*, & alors elle aura dans la direction *I L* une vîteſſe égale à celle que lui avoit fait prendre la percuſſion pour aller en *K*. Cette vîteſſe doit avoir ſon effet; elle doit tranſporter le point *I* vers *L*, juſqu'à ce que des réſiſtances ſuffiſantes l'ayent 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 vîteſſe de la réaction ſera conſumée, & l'on voit que ſi la corde en revenant de *K* en *I*, ſe trouve avoir le même dégré de vîteſſe qu'elle avoit reçû par le

IV. LEÇON.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 dégré 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 troisiéme, & d'une infinité d'autres; mais la réaction n'étant jamais complette par les raisons que nous avons dites, la seconde vibration a moins d'étendue que la premiére, & la troisiéme moins encore que la seconde, & ces diminutions enfin laissent reprendre à la corde son premier 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 diamétre eſt de deux fois une, horizontal & vertical. *Fig.* 15. IV. LEÇON.

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 premiére & la trentiéme ſe font dans des tems ſenſiblement égaux.

* IIIe. *Leçon*; *Fig.* 9.

Il faut remarquer encore que les reſſorts tendus ſe rétabliſſent avec d'autant plus de vîteſſe, qu'il a fallu plus de force pour les tendre; ainſi quand deux lames ſeroient également élaſtiques, ſi l'une des deux eſt moins flexible que l'autre, elle fera des vi-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

brations qui auront moins d'étendue, mais qui ſeront 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 ; *Figure* 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 piéce *G*, & dont la largeur eſt égale à ſon diamétre ; & 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 maniére que ſon grand diamétre ſe trouve dans le plan de réflection.

EXPLICATIONS.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

EXPLICATIONS.

IV. LEÇON.

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 vîtesse du mobile; il est donc plus long-tems en chemin qu'il n'y devroit être, & ce retardement donne lieu au progrès d'une troisiéme 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

peu plus bas que la direction de son mouvement réfléchi.

IV. LEÇON.

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 régle 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 diamétre de la tache oblongue est représenté par la ligne *pi. Fig.* 10.

APPLICATIONS.

Le jeu de billard, & celui de la paume, sont presqu'entiérement fondés sur la régle 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 11.

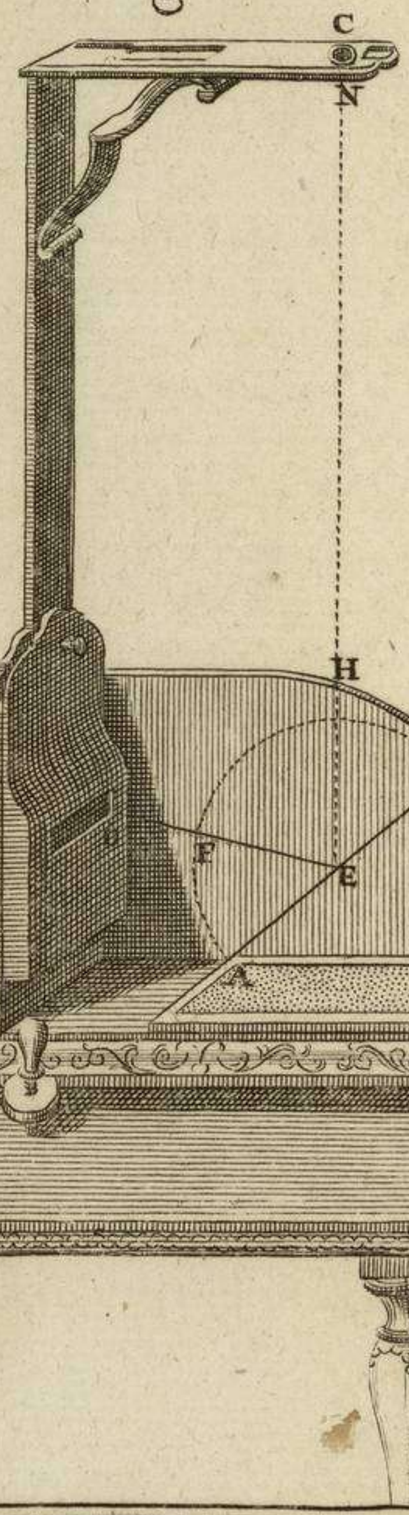


Fig. 12.

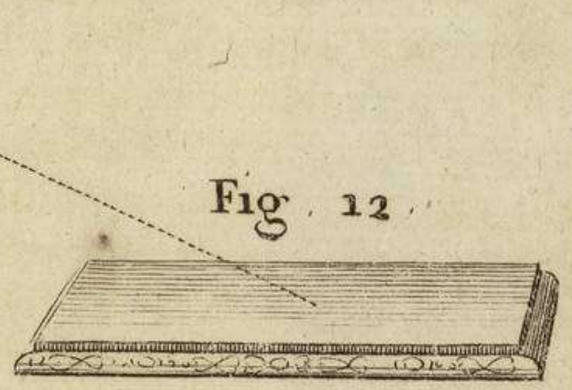
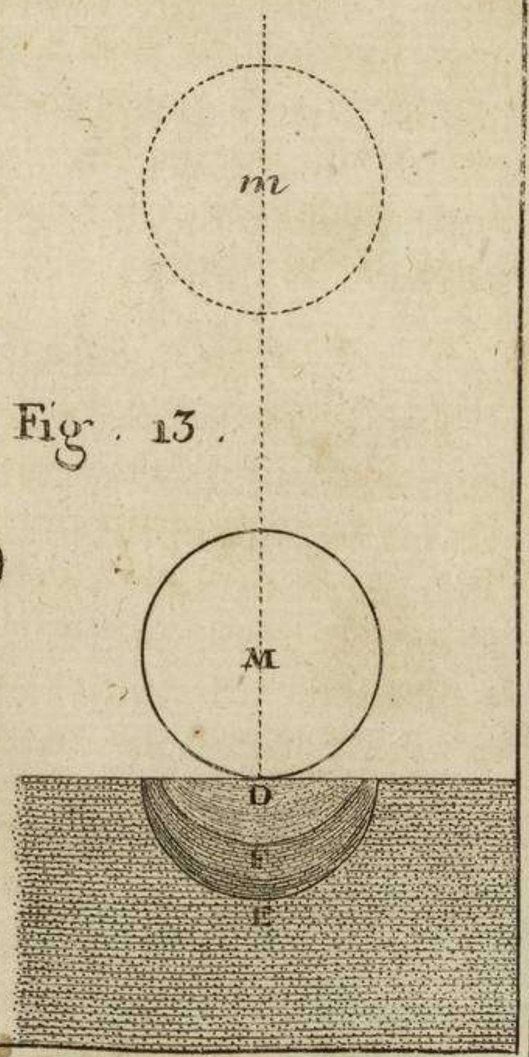
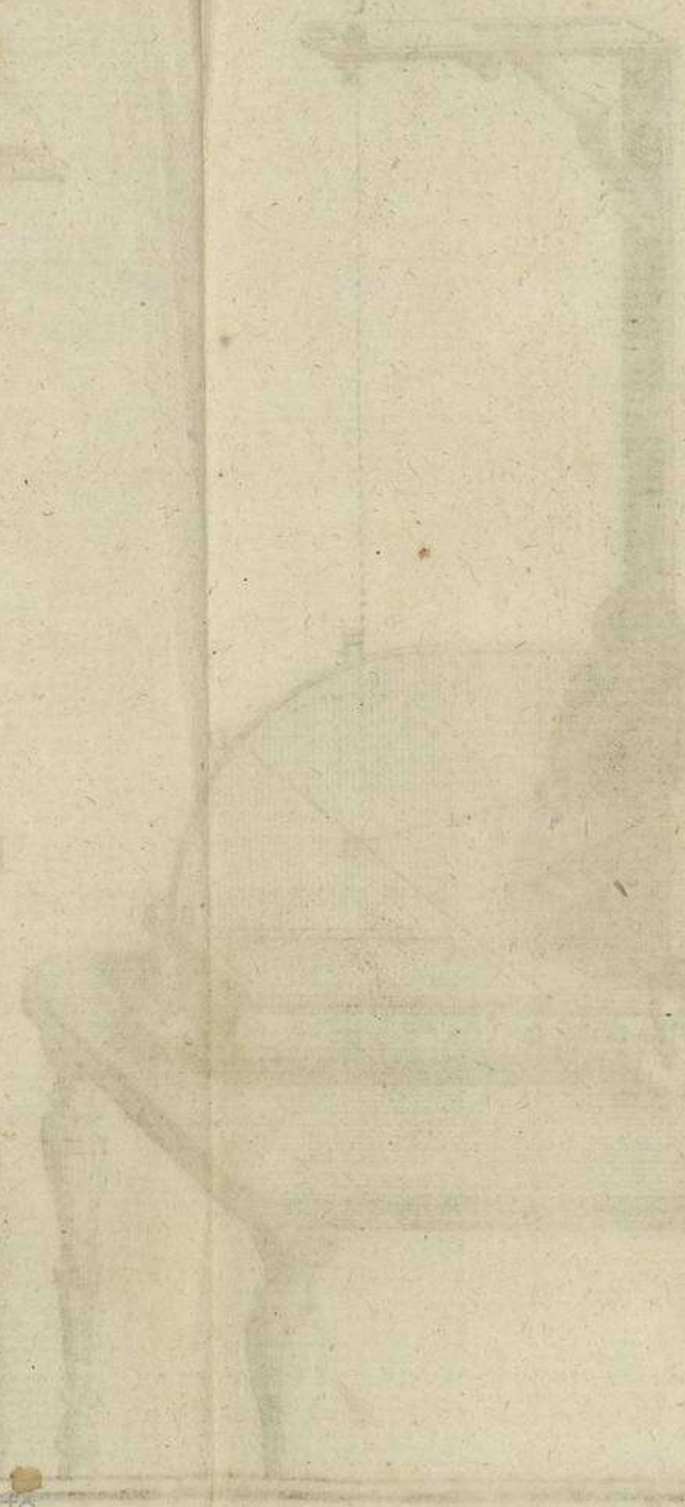


Fig. 13.



Dheulland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

le, ſous différens dégrés d'inclinaiſon, & la principale choſe conſiſte à bien eſtimer le mouvement réfléchi, par l'angle d'incidence. IV. LEÇON.

Lorſqu'un boulet de canon tiré horizontalement vient à toucher terre, il rebondit à pluſieurs repriſes, & l'on remarque ſur le terrein des traces beaucoup plus longues que profondes. C'eſt que le boulet s'enfonce & ſe reléve comme la bille de notre expérience, en ſuivant deux courbes qui ſe joignent au dernier dégré de l'enfoncement, où naît la réflection. Et comme ſa vîteſſe 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 régles que nous avons à établir dans cette ſection; cependant nous avons crû 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 vîteſſe, 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

(la vîteſſe & 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 conſidérerons premiérement 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.

IV. LEÇON.

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; de ſorte 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.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 gravités 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, *Fig.* 20. afin de diminuer autant qu'il eſt poſſible les frottemens & la réſiſtance de l'air: & comme nous aurons ſouvent beſoin de connoître le dégré de vîteſſe de ces petits globes, nous les tiendrons ſuſpendus à des

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

points fixes, autour desquels ils pourront décrire des arcs de cercles qui seront mesurés par des graduations. *Fig.* 21. Ce que nous enseignerons dans la suite touchant la pesanteur, sera connoître comment on peut par la grandeur de ces arcs régler la vîtesse des corps qui les décrivent. C'est un procédé qui a été employé avec succès par plusieurs habiles Physiciens, & sur-tout par M. 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.

IV. LEÇON.

Avant que deux corps se choquent, il y a entre eux un espace qui doit être parcouru, ou par l'un des deux entiérement, 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 vîtesse *respective* de ces deux corps; c'est-à-dire, la vîtesse avec laquelle la distance diminue, soit que l'un des deux reste en repos; soit qu'ils se meuvent tous

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

deux dans le même ſens, ou en ſens contraires, également, plus ou moins vîte l'un que l'autre : de ſorte que ſi deux corps *A*, *B*, *Fig.* 16. diſtans de 4 pieds, ſe joignent en une ſeconde, la vîteſſe reſpective eſt la même, ſoit que *B* ſeul parcoure l'eſpace entier, ſoit qu'il rencontre *A* venant à lui au deuxiéme ou au troiſiéme pied, &c. pourvû que le mouvement qui les approche l'un de l'autre, ſe paſſe dans une ſeconde. Il ne faut donc pas confondre cette vîteſſe *reſpective* avec la vîteſſe *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 vîteſſe reſpective étant donnée, il faut encore conſidérer les maſſes ; car le corps choqué oppoſe ſon inertie au corps choquant, & nous avons vû ailleurs que cette eſpéce de réſiſtance ſe meſure par la quantité de matiére contenue & liée ſous le même volume. Ainſi l'on doit s'attendre que dans le choc une grande maſſe recevra moins de vîteſſe qu'une plus petite ; & que pour faire prendre plus de mouvement à un même corps,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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. IV. LEÇON.

Quand nous avons parlé du mouvement en général, nous nous ſommes abſtenus d'examiner la nature de cette eſpéce 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 maniére la vîteſſe 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, auſquelles on pourra rapporter d'autres effets plus détaillés, comme autant de conſéquences.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

ARTICLE PREMIER.

Du Choc des Corps non Elaſtiques.

PREMIERE PROPOSITION.

Quand un corps en repos eſt choqué par un autre corps, la vîteſſe 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 vîteſſe de celui-ci ayant 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 ayant été choqué par une maſſe égale à la ſienne, la vîteſſe après le choc ſera réduite à moitié.

Il reſtera les deux tiers de la vîteſſe, ſi le corps qui choque eſt double de l'autre.

Si c'eſt le corps choqué qui eſt double en maſſe, la vîteſſe après le

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 paralléle à la ligne *A B*; que les deux fils de ſuſpenſion *C D*, *E F*, ſoutiennent dans une même ligne, & à même hauteur, les centres de deux boules de terre molle, qui péſent chacune 2 onces, & de maniére qu'étant en repos leurs ſurfaces ſe touchent en un point; que la premiére graduation de chacune des deux régles 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 troiſiéme graduation de la régle *G*, & l'autre index *M*, vis-à-vis la ſixiéme de l'autre régle *H*.

EFFETS.

La boule *F* portée en *M*, & abandonnée à ſon propre poids, va frapper l'autre boule *D*; l'une & l'autre

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

s'applatiſſent 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 phénoménes 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 dégrés 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 vîteſſe de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

6 degrés appliquée 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 applatiſſement aux deux boules, & dans le cas préſent cet applatiſſement eſt égal de part & d'autre; ces deux faits méritent d'être obſervés & expliqués.

Nous avons déja dit que rien ne ſe fait avec préciſion, & par ſaut, dans la nature; & que les effets les plus prompts, & 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 déja perdu une partie de leur vîteſſe, 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

prend une vîteſſe également retardée dans toutes ſes parties. Mais ſi les parties d'un corps ſe meuvent plus vîte les unes que les autres, leur poſition relative, ou (ce qui eſt la même choſe) la figure du corps doit être changée. L'applatiſſement de la boule *F* eſt donc un effet & une preuve de ſa vîteſſe 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 vîteſſe; les parties immédiatement expoſées au choc, ſe meuvent & plutôt & plus vîte que le centre & l'hémiſphère qui eſt au-delà; & ces déplacemens ſucceſſifs occaſionnent une introceſſion de matiére qui change la figure.

Mais ces applatiſſemens 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 matiére, les applatiſſemens doivent auſſi ſe faire également de part & d'autre.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 14.

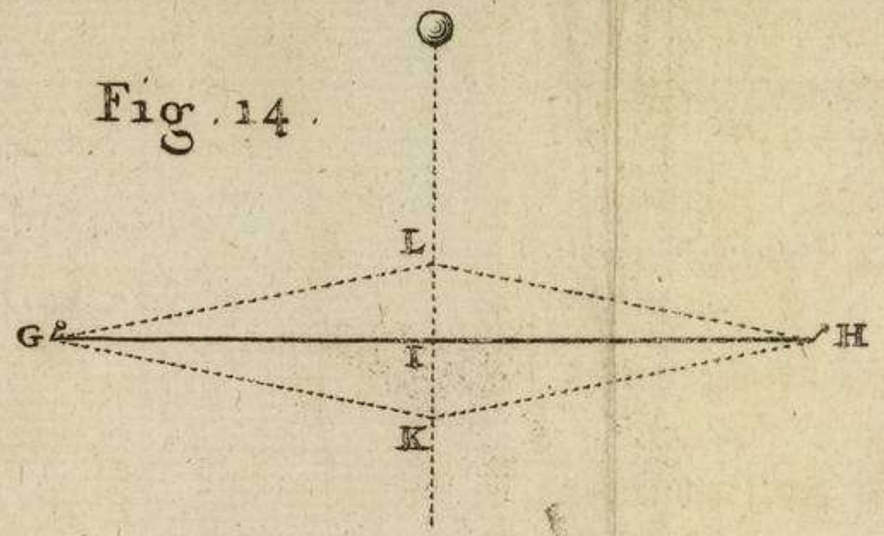


Fig. 15.

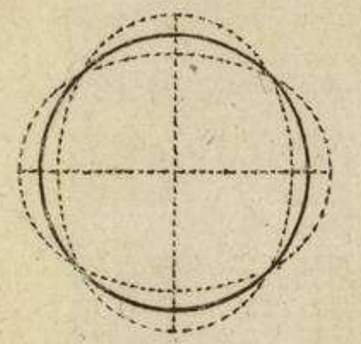


Fig. 16.

Fig. 18.

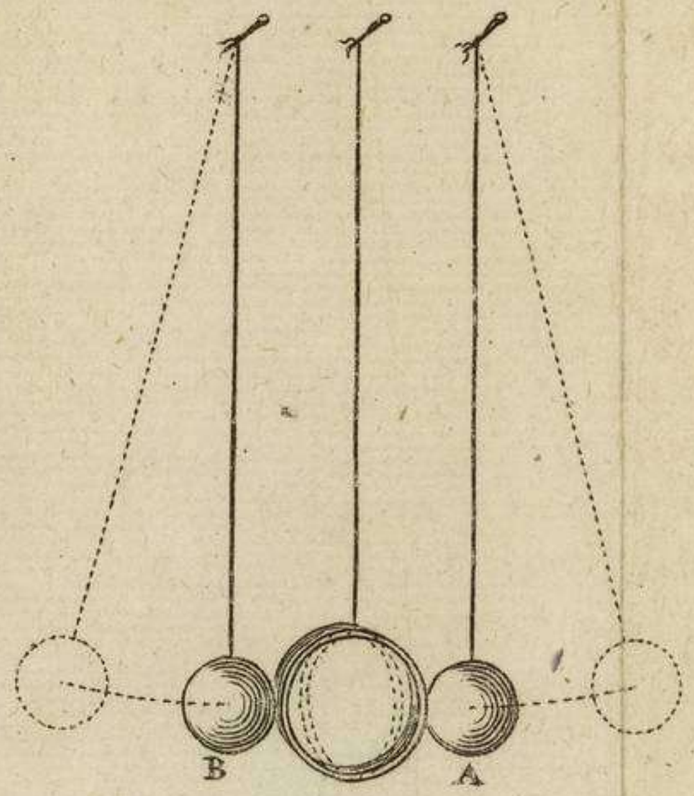
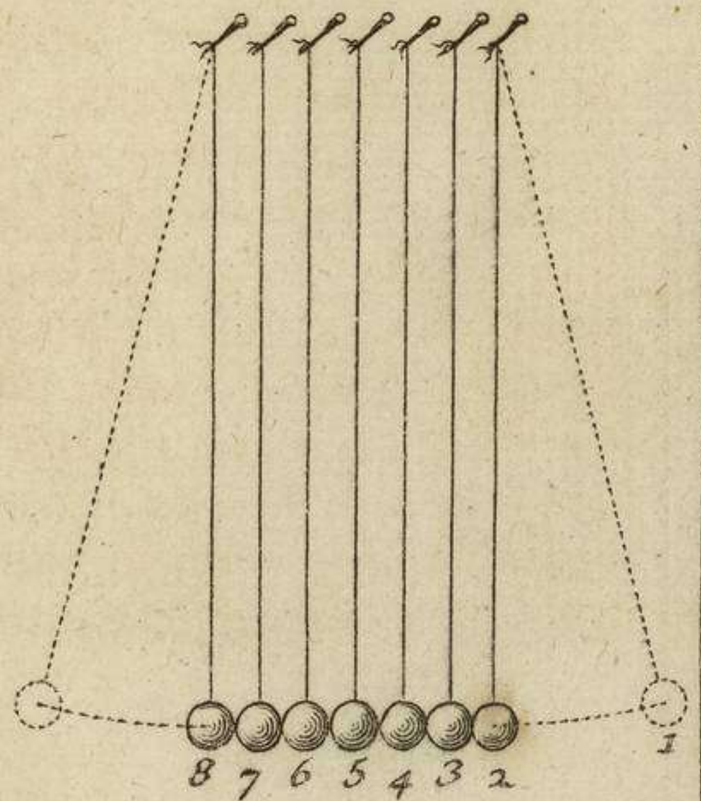


Fig. 19.



Bheullant del. et sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

II. EXPERIENCE.

IV. LEÇON.

PREPARATION.

On fait la boule *D* de 4 onces, la boule *F* de 2 onces : on laisse la premiére en repos, & l'on donne à l'autre 6 degrés de vîtesse, 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'applatissement 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 vîtesse, 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

rien ne s'étoit opposé à son passage.

IV. LEÇON.

Quant à l'applatissement, il doit être d'autant plus grand, que le corps choqué a résisté plus long-tems à son déplacement; puisque, comme nous l'avons dit, c'est cette résistance qui interrompt l'uniformité de vîtesse 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 procéde 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 vîtesse.

EFFETS.

Les deux boules unies après le choc parcourent quatre graduations; & les applatissemens sont moins forts que dans les deux cas précédens.

EXPLICATIONS.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

EXPLICATIONS.

IV. LEÇON.

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 péſe 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 par-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

ties antérieures de la boule *F*. Car on conçoit aiſément que ſi elle prenoit tout d'un coup, & dans un inſtant indiviſible, toute la vîteſſe qui lui doit être communiquée, il n'y auroit aucun applatiſſement de part ni d'autre, puiſqu'elle fuiroit devant la boule *F* dès l'inſtant du contact, avec une vîteſſe égale à celle du corps choquant, ce qui la feroit échapper à ſon action.

APPLICATIONS.

Puiſque dans le choc où l'un des deux corps eſt en repos, la vîteſſe 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 paroît avoir perdu tout ſon mouvement, quand on l'a tiré contre un rempart ou contre une groſſe tour ; car la vîteſſe qui lui reſte après le coup eſt à celle qu'il a communiquée, comme ſa maſſe eſt à cel-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

le de l'obſtacle qu'il a frappé, c'eſt-à-dire, comme une quantité infiniment petite à une quantité infiniment grande.

IV. LEÇON.

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 vîteſſe ſenſible du mobile par l'introceſſion des parties occaſionnée par le choc.

Les expériences que nous venons de rapporter, nous apprennent 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 au-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 déja perdu toute leur vîteſſe, pendant que les autres ont encore toute la leur. Il ſe fait donc un changement de figure, les piéces ſont contraintes & ſe rompent, ſi le choc eſt aſſez violent, au lieu que ſi le bateau rencontre un corps flottant qui obéiſſe à ſon impulſion, les parties expoſées au choc ne ſont point entiérement 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 matiére 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, come il l'auroit ſi l'enclume

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

plus immobile tenoit dans un parfait repos le côté du fer qui la touche, pendant que le marteau frappe ſur l'autre. IV. LEÇON.

Le jeu du mail a tant de rapport à notre premiére 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'application. Pour peu qu'on y faſſe attention, on verra bien-tôt 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 vîteſſe; pourquoi, & dans quel rapport, une partie de cette vîteſſe eſt communiquée à l'autre, &c.

II. PROPOSITION.

Quand deux corps qui ſe meuvent du même ſens avec des vîteſſes inégales, viennent à ſe heurter, ſoit que leurs maſſes ſoient égales, ou non, ils continuent de ſe mouvoir enſemble & dans leur premiére direction, avec une vîteſſe commune, moins grande que celle du corps cho-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 précéde aille moins vîte que l'autre pour être choqué, car s'ils alloient tous deux avec des vîteſſes égales, il eſt évident qu'ils ne s'approcheroient point ; & par conſéquent il n'y auroit point de choc. Quand le corps qui a le plus de vîteſſe 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 vîteſſe 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 vîteſſe 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 applatiſſement, après quoi elles continuent de ſe mouvoir enſemble du même côté, & remontent un arc de 4 graduations $\frac{1}{2}$.

EXPLICATIONS.

La boule *F* ayant 6 degrés de vîteſſe propre contre 3, s'eſt approchée de la boule *D* avec une vîteſſe 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 chûte.

Quant aux enfoncemens des parties qui ſe touchent dans le choc, ils doivent être proportionnels à la vîteſſe reſpective, qui eſt moindre que la vîteſſe abſolue ou propre de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 vîtesse 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 ayant 6 degrés de vîtesse, & 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 vîte 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 vîtesses avant le choc: & 1 & $\frac{1}{2}$ ôté de 6 & ajoûté 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 premiére, avec cette différence que

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

que la boule *D* péſe 4 onces, & la boule *F* 2 onces : les vîteſſes reſtant dans le rapport de 3 à 6.

EFFETS.

Après le choc les deux boules continuent de ſe mouvoir enſemble ; les applatiſſemens 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 premiére expérience, ſuffit pour faire entendre celle-ci, il ne s'agit que d'appliquer les mêmes raiſons en gardant les proportions. L'excès de vîteſſe 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 dégrés de vîteſſe, puiſque de 6 qui étoient dans le corps choquant, il ne s'en eſt perdu que 2, par l'action qui a rendu la vîteſſe uniforme dans les deux boules.

Les applatiſſemens ont été plus

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

grands que dans la premiére 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 conſumé un tiers de la vîteſſe du corps choquant, au lieu qu'étant ſeulement de 2 onces dans le cas précédent, elle n'en a conſumé 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 vîteſſes dans le rapport de 6 à 3.

EFFETS.

La boule *D* après le choc eſt emportée par la boule *F*, de ſorte qu'elles parcourent enſemble un arc de 5 graduations; & les applatiſſemens ſont moindres que dans les deux expériences précédentes.

EXPLICATIONS.

La boule *F* partageant ſon excès

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

de vîteſſe 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 dégrés de vîteſſe, moins un, que la réſiſtance du corps choqué a retranché, avant que de prendre un mouvement uniforme à celui du corps choquant. IV. LEÇON.

Les applatiſſemens 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 vîteſſes étant toujours en même rapport.

APPLICATIONS.

Il eſt aiſé de voir par les expériences de la ſeconde propoſition, qu'après le choc de deux corps, dont l'un va plus vîte que l'autre dans la même direction, les vîteſſes 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-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 accroiſſement de vîteſſe, en retardant celle d'un volume d'air agité, dans la direction duquel on le méne; il va moins vîte que le vent, mais ſon mouvement eſt toujours plus prompt que s'il n'alloit qu'à force de bras.

Le vol le plus rapide, la courſe la plus légére, n'empêche pas que le plomb du chaſſeur ne frappe la piéce 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 ſçait qu'un liévre, 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 vîteſſe 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 vû par les expériences de la premiére propoſition

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 éléve l'une par

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 chûte où ils demeurent en repos; & leurs applatiſſemens 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 dégrés de vîteſſe 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 applatiſſemens ſont plus grands qu'ils n'ont été dans les expériences

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

des deux premiéres propoſitions, où nous avons toujours donné 6 dégrés de vîteſſe au corps choquant ; mais il faut faire attention que dans celle-ci la vîteſſe 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 vîteſſe reſpective de *F* n'étoit autre choſe que ſa vîteſſe propre, c'eſt-à-dire, 6 ; ou moins que 6, lorſque la boule *D* fuyoit devant elle : ici les deux boules ayant chacune 6 dégrés de vîteſſe propre en allant l'une vers l'autre, la vîteſſe reſpective eſt 12 ; c'eſt-à-dire, que l'eſpace qui les ſépare avant le choc, eſt parçouru en une fois moins de tems.

IV. LEÇON.

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 vîteſſe de *F*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

EFFETS.

Les deux boules après le choc continuent de ſe mouvoir dans la direction d'*F* avec 2 dégrés de vîteſſe, ſi l'on a doublé le mouvement par la maſſe, ou avec 3, ſi c'eſt par la vîteſſe.

EXPLICATIONS.

Si les 24 dégrés de mouvement de la boule *F* lui viennent de 4 onces de maſſe & de 6 dégrés de vîteſſe: lorſqu'elle rencontre la boule *D* venant contre elle avec 12 dégrés de mouvement, produit de 2 onces par 6 de vîteſſe, elle oppoſe ſa double maſſe & la moitié de ſa vîteſſe pour l'arrêter, & cela ſuffit; car 3 de vîteſſe multipliant 4 de maſſe, égale tout le mouvement de la boule *D* qui eſt 12; il reſte donc à la boule *F* 3 dégrés de vîteſſe, 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 vîteſſe aux dépens de la ſienne, & nous

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

avons vû 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 vîtesse qui lui reste; ainsi la vîtesse commune après le choc est 2 pour deux masses, qui prises ensemble égalent 6 onces.

IV. LEÇON.

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 vîtesse commune après le choc; car 12 divisé par 6, somme de 2 & de 4 onces, donne 2 de vîtesse, 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 vîtesse propre. Car alors pour arrêter la boule *D* qu'on suppose avoir 12 dégrés de mouvement, & égale en masse, elle perdroit 6 dégrés de vîtesse; & 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 dégrés de vîtesse

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

commune à 4 onces de maſſe, ſomme des deux boules, & par conſéquent la quantité de mouvement ſeroit toujours 12, différence de 24 à 12.

APPLICATIONS.

Ces derniéres 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 premier mouvement ; mais il faut encore ajoûter toute celle qui eſt néceſſaire, pour lui en faire reprendre un autre. C'eſt pourquoi l'on fait plus d'effort pour faire rétrograder une boule qui roule ſur un plan, que pour la fixer en s'oppoſant à ſon paſſage. Mais nous avons vû en même tems, que l'effort d'un mobile qui vient contre un autre, peut croître, & par la vîteſſe, & par la maſſe. On ne doit donc pas être ſurpris que les joueurs de paume trouvent quelquefois le batoir ou la raquette trop lé-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

gere ; puiſqu'en ſuppoſant le coup frappé avec la même vîteſſe, ſon effet doit être moins grand, ſi la maſſe avec laquelle il eſt porté, eſt plus foible.

COROLLAIRE.

Il ſuit des deux premiéres 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 premiére expérience de la premiére propoſition pour exemple.

Avant le choc, tout le mouvement réſidoit dans la boule *F*, & ſa quantité étoit 12, produit de 6 dégrés de vîteſſe 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 vîteſſe commune. On peut aiſément appliquer ce calcul aux autres expériences, & l'on trouvera toujours la même choſe.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

De cette premiére conſéquence, il en naît une autre; c'eſt que ſi l'on connoît la vîteſſe commune après le choc, on peut connoître quelle eſt la ſomme des maſſes; & réciproquement la ſomme des maſſes fera connoître la vîteſſe commune. Prenons pour exemple la premiére expérience de la ſeconde propoſition.

La ſomme des mouvemens avant le choc, étoit 18, ſçavoir 12, produit de 2 onces par 6 de vîteſſe; & 6, produit de 2 onces par 3 de vîteſſe. Selon la premiére conſéquence, après le choc les deux maſſes doivent repréſenter enſemble une quantité de mouvement qui égale 18. Je ſçai que la maſſe totale eſt 4 onces; je diviſe 18, quantité du mouvement, par 4, ſomme des maſſes, & j'ai $4\frac{1}{2}$ pour la vîteſſe commune.

De même je ſçai que la vîteſſe commune eſt $4\frac{1}{2}$; je connois que la ſomme des maſſes eſt 4, en diviſant 18 par $4\frac{1}{2}$.

Enfin l'on voit par la troiſiéme propoſition, 1°. que quand les corps ſe heurtent en ſens contraires, il périt une partie du mouvement; 2°. que

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

l'on peut juger, comme dans les autres cas, par la vîteſſe commune après le choc, & par le rapport des maſſes, qu'elles ont été les vîteſſes propres avant le choc; ou bien, quel eſt le rapport des maſſes, par la comparaiſon de la vîteſſe commune, avec les vîteſſes propres.

IV. LEÇON.

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, ſçavoir une communication de mouvement du corps choquant au corps choqué, & un changement de figure ou applatiſſement 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 vîteſſe ſe tranſmet, & ſe diſtribue uniformément entre les deux maſſes: mais pendant que cette répartition ſe fait entre les deux corps, leurs figures changent, & l'applatiſ-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

ſement qui en réſulte, dépend particuliérement de la réſiſtance plus ou moins longue du corps choqué : c'eſt pourquoi, quand bien même la vîteſſe reſpective ſeroit toujours la même, la grandeur des applatiſſemens 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 vîteſſe 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 ſoigneuſement diſtinguer 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 naît de la réaction des corps applatis ou com-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

primés dans le choc, & que nous appellerons *mouvement de reſſort*, *mouvement réfléchi*, ou ſimplement *réaction*.

IV. LEÇON.

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 vîteſſe 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 vîteſſe premiere: & ſi ſon mouvement réfléchi excéde le reſtant de ſa vîteſſe premiére, il rétrograde ſuivant la valeur de cet excès.

Ces expreſſions générales s'entendront mieux, ſi nous en faiſons des applications. Suppoſons donc que les maſſes ſoient égales; en conſéquence de cette premiére 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 mou-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 vîteſſe primitive.

IV. LEÇON.

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 vîteſſe 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 arriére.

Réaliſons ces trois ſuppoſitions par autant d'expériences qui ſerviront de preuves à notre premiére 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, péſe 2 onces ;

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ces ; la boule *F* qui eſt égale, deſcend par un arc de 6 graduations.

IV. LEÇON.

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 vîteſſe égale à celle du corps choquant.

EXPLICATIONS.

La boule *F* ayant rencontré la boule *D* en repos, lui a communiqué la moitié de ſa vîteſſe, 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 vû par la premiére expérience de l'article premier. Mais à cauſe de l'élaſticité, la boule *D* comprimée ou applatie, ſe rétablit en s'appuyant contre la boule *F* ; ce qui fait que cette réaction la porte en avant, avec autant de vîteſſe qu'elle a été compri-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

mée. Or cette vîteſſe eſt la moitié de celle qui a fait rencontrer les deux boules, c'eſt-à-dire, 3 dégrés. Ainſi après le choc la boule *D* ſe meut avec 6 dégrés de vîteſſe, ſçavoir 3 qu'elle a reçus par communication, & 3 qui lui viennent de ſa réaction.

La boule *F* a gardé 3 dégrés de ſa vîteſſe 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 dégrés de vîteſſe, 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 mou-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

vement communiqué en raiſon des maſſes indépendamment du reſſort ; & voir enſuite ce que la réaction ajoûte à ce premier effet, ou ce qu'elle en diminue.

IV. LEÇON.

Si les boules n'étoient point élaſtiques, *F* de 4 onces rencontrant *D* de 2 onces en repos, ne perdroit que 2 dégrés de vîteſſe des 6 qu'elle a, & les deux maſſes s'en iroient du même côté avec un mouvement commun, dont la vîteſſe ſeroit 4, comme nous l'avons vû 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 dégrés de vîteſſe 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 derniére maſſe eſt de 4 onces, double de l'autre, & que la

* *I. Prèp. III. Exp.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

réaction qui peut faire avancer deux onces de 4 eſpaces, n'en peut faire rétrograder 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 dégrés de vîteſſe, la boule *D* en repos qui péſe 4 onces.

EFFETS.

Après le choc, la boule *D* parcourt 4 graduations dans la direction de la boule *F*, & celle-ci retourne en arriére l'eſpace de deux graduations.

EXPLICATIONS.

La réſiſtance de la boule *D* contre la boule *F*, a réduit la vîteſſe premiére de 6 à deux, en vertu de ſa double maſſe; mais les deux dégrés de vîteſſe qu'elle a reçus par communication, ont occaſionné une réaction de même valeur; ce qui fait qu'elle par-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

court 4 graduations en avant. La même réaction agiſſant ſur *F*, qui ne péſe que 2 onces, a dû produire un effet double, c'eſt-à-dire, qu'en vertu de ſon reſſort, elle parcourroit 4 graduations en arriére; mais elle a gardé 2 dégrés de ſa premiére vîteſſe: cet effet ſe réduit donc à moitié, elle n'en parcourt que 2.

APPLICATIONS.

On a pu remarquer par les réſultats des trois expériences que nous venons de rapporter en preuves de notre premiere 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 dégrés de vîteſſe; on a vû 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 arriére; mais que ce dernier effet diminue comme la maſſe augmente. Car,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

par exemple, lorſqu'en vertu de cette force la boule *D* de 2 onces recevoit 4 dégrés de vîteſſe en avant, la boule *F* de 4 onces n'en recevoit que 2 en arriére.

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, Orfévres, 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,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

transmettroient leur mouvement à une plus grande profondeur, & causeroient plus de dommage. IV. LEÇON.

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 troisiéme matiére 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

les deux corps *A* & *B*: ils seroient tous les deux repoussés en sens contraires, & à des distances qui seroient en raison réciproque des poids.

Ces effets, qui sont des conséquences de notre premiere 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 vîtesse 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 vîtesse incomparablement plus grande.

Une autre raison contribue encore à augmenter la vîtesse de la balle, c'est une certaine longueur au canon qui donne le tems à la poudre de s'allumer

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

lumer, & de déployer toute ſon action; s'il eſt trop court, le plomb eſt déja ſorti avant que l'exploſion ſoit entiérement 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 excéde, au lieu de procurer à la balle une plus grande vîteſſe, on lui fait perdre au contraire, par un frottement inutile, une partie de celle qu'elle auroit, ſi le canon avoit une meilleure proportion.

IV. LEÇON.

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'éléve, 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 céde pas auſſi vîte qu'il eſt frap-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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 ajoûte toujours à ſa vîteſſe; 2°. parce que le poids ou la réſiſtance de ce mobile diminue à chaque inſtant, par la diſſipation des parties qui brûlent.

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 premiére expérience, qui paroît 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 différent cependant entre eux, en ce que la boule *F* de notre premiére expérience n'a qu'un mouvement ſimple & direct, au lieu

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

que la bille qu'on lui compare en a deux : car non-seulement son centre est porté en ligne droite, mais en même tems elle roule sur le plan, & toutes les parties de sa surface décrivent des cercles paralléles 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 ; de sorte que dans l'instant du choc, si le plan s'évanoüissoit, & qu'elle fût soutenue par ses pôles, 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 vîtesses propres qui soient égales ou inégales, après le choc ils se séparent, & leur vîtesse respective est la même qu'avant le choc.

Car si ces deux corps étoient sans

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

ressort, ou ils s'arrêteroient réciproquement, ou l'un des deux emporteroit l'autre, comme on l'a vû par les expériences du premier article. S'ils se séparent, c'est donc uniquement en vertu de leur réaction; mais nous avons vû aussi que cette réaction est égale à la compression, qui est comme la vîtesse 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 vîtesses propres sont égales.

EFFETS.

Après le choc, les deux boules se séparent, & remontent chacune de son côté un arc de 6 graduations; ainsi les vîtesses propres sont de 6 degrés, & la vîtesse respective de 12, comme avant le choc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

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, ou (ce qui est la même chose) à leur vîtesse 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 masse, & à la boule *F* 2 onces, & les faire tomber l'une contre l'autre; la premiére 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 vîtesses propres, quoique la vîtesse respective soit encore 12.

EFFETS.

Les deux boules après s'être heurtées, retournent à l'endroit d'où elles

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

ſont parties avant le choc, ce qui fait voir que la vîteſſe 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 vîteſſe, donnent 16 pour la quantité du mouvement, ce qui eſt égal à 8 degrés de vîteſſe, multipliés par 2 onces de maſſe. Mais ces deux boules ſont élaſtiques, & leur compreſſion eſt l'effet d'une vîteſſe reſpective de 12 degrés; la réaction eſt donc une pareille vîteſſe appliquée 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 au 8e dégré, 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.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

APPLICATIONS. IV. LEÇON.

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 promptitude admirable. Si l'on ſuſpend, par exemple, 7 ou 8 boules d'ivoire, de maniére qu'elles ayent leurs centres dans une même ligne, comme le repréſente la *Fig.* 19, & que l'on faſſe tomber la premiére par un arc de cercle contre la ſeconde, la huitiéme ſe ſéparera des autres avec une vîteſſe 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 troiſiéme, les deux derniéres ſe ſépareront des autres qui demeureront toutes en repos.

De même auſſi, que l'on faſſe tomber la huitiéme contre la ſeptiéme d'une part, & de l'autre la premiére contre la ſeconde; ces deux boules choquantes, remonteront après le choc par les mêmes arcs qu'elles auront parcourus en deſcendant, com-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

me ſi leur percuſſion avoit été immédiate.

IV. LEÇON.

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 rapprochée du centre, mais encore celle qui lui eſt diamétralement oppoſée. Ces deux parties ſe rétabliſſent auſſitôt, & avec des vîteſſes égales à celle avec laquelle s'eſt faite leur compreſſion. On conçoit donc que la ſeconde boule frappée par la premiére, ſe ſépare d'abord un peu de la troiſiéme, & qu'ayant pris, tant par communication que par réaction, une vîteſſe égale à celle du corps qui l'a heurtée, comme nous l'avons expliqué dans la premiére expérience de la premiére propoſition; elle fait ſur la boule ſuivante ce que la premiére a fait ſur elle. La même choſe ſe fait de la troiſiéme à la quatriéme, & ainſi de ſuite juſqu'à la derniére, qui n'étant retenue par rien, obéit à l'impulſion qu'elle reçoit, & décrit un arc qui exprime une vîteſſe ſemblable

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

à celle du premier corps choquant.

IV. LEÇON.

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 phénoménes ſur l'explication deſquels les Phyſiciens ſont encore partagés. Nous nous contentons pour le préſent d'établir ces principes d'expériences, que nous rappellerons, & dont nous ferons uſage à meſure que l'ordre des matiéres le permettra.

COROLLAIRE.

On a pû remarquer par les expériences que nous venons de rapporter, que quand les corps à reſſort ſe choquent de maniére 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 premiére expérience, tout le mouvement réſide dans la boule *F*, & ſa quantité eſt 12, ſçavoir 6 de vîteſſe multiplié par 2 de maſſe; & après

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

le choc pareille quantité ſe retrouve dans la boule *D* qui ſe meut ſeule.

Mais ſi l'un des deux retourne en arriére, la quantité du mouvement ſe trouve plus grande après qu'avant le choc, comme il paroît par le réſultat de la troiſiéme expérience; car avant que la boule *F* rencontre la boule *D* en repos, ſa quantité de mouvement eſt 12: ſçavoir 6 de vîteſſe multipliée par 2 onces. Et après la percuſſion, la ſomme des mouvemens eſt 20; ſçavoir dans la boule *D*, 16, produit de 4 onces par 4 degrés de vîteſſe, & dans la boule *F*, 4, produit de 2 onces par 2 de vîteſſe.

Non-ſeulement la ſomme des mouvemens eſt plus grande après le choc; mais celui du corps choqué excéde 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 rétrograde après le choc; c'eſt ce

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

qu'on appercevra d'abord, ſi l'on fait attention que la quantité du mouvement dans la boule *F* qui retourne en arriére, eſt 4, différence de 16 à 12. IV. LEÇON.

Ainſi les maſſes étant connues, ſi l'on ſçait la vîteſſe de celle qui rétrograde après le choc, on peut ſçavoir la quantité du mouvement de l'autre, & quelle a été la ſomme du mouvement primitif.

Nous ne devons pas quitter cette matiére ſans avertir, qu'on ne doit point eſtimer l'impulſion des fluides, ſelon les régles que nous avons établies touchant le choc des corps ſolides; ceux-ci ayant 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 vîteſſe, & par conſéquent ne contribue point à l'effort; c'eſt pourquoi l'eau & le vent ne communiquent pas tout d'un coup leur vîteſſe actuelle à un mobile: ce n'eſt qu'après un certain tems, que celui-ci reçoit tout le mouvement qui

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

IV. LEÇON.

peut lui être transmis : c'est une chose dont il est aisé de se convaincre, en observant les aîles d'un moulin à vent, ou la roue d'un moulin à l'eau, quand elles commencent à se mouvoir.

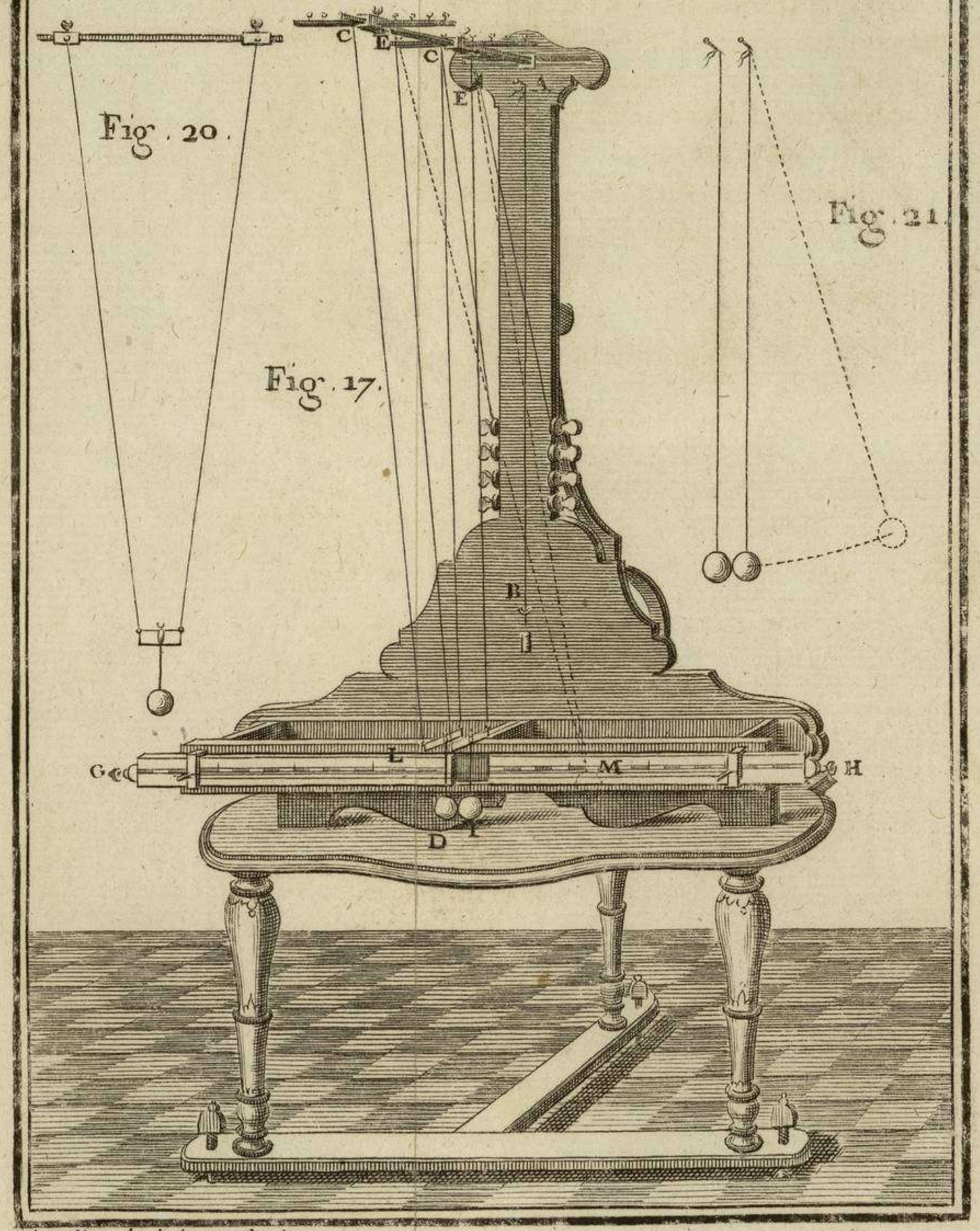
Fin du premier Volume.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Fig. 20.

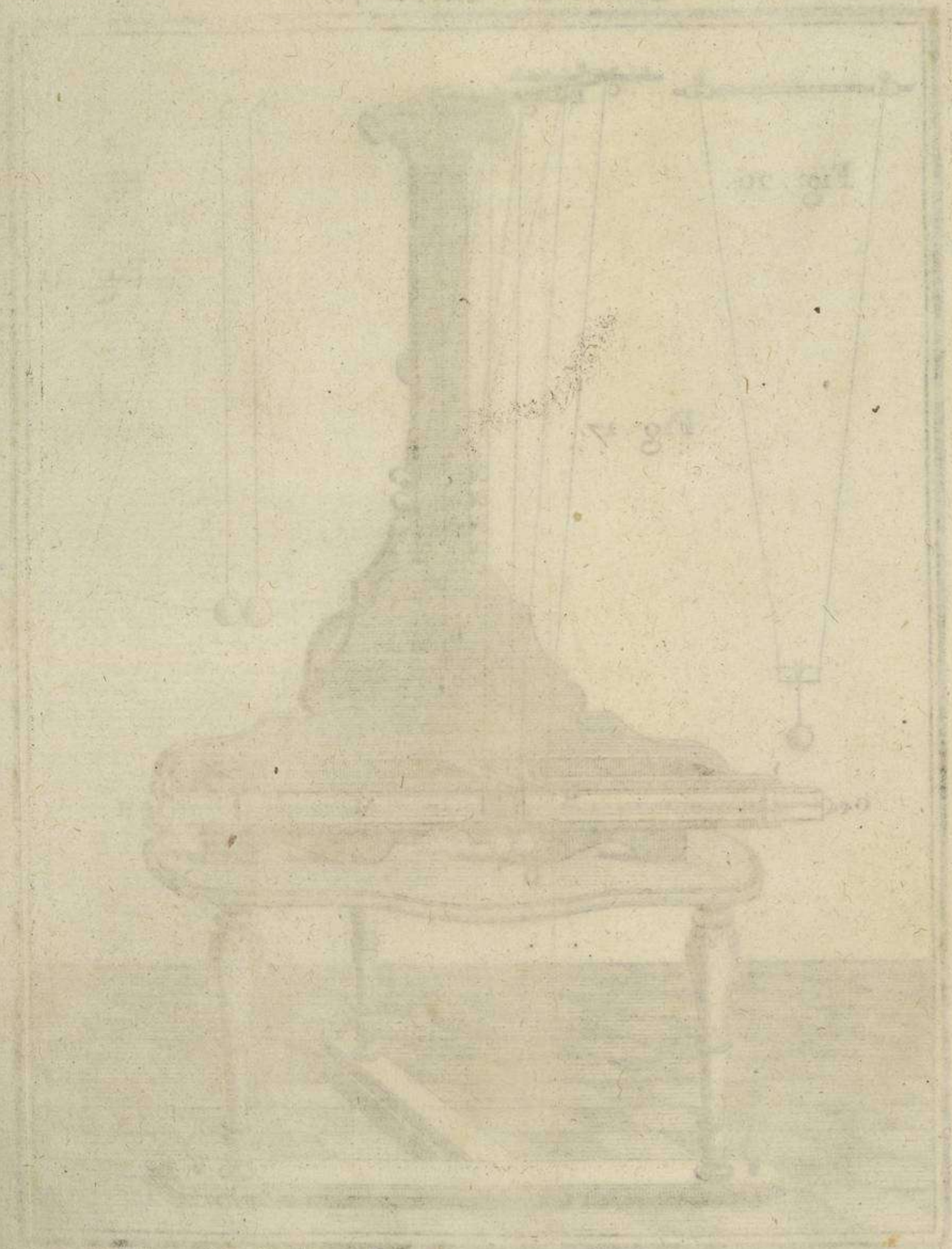
Fig. 17.

Fig. 21.



Dheulland del. et Sculp.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte



Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

TABLE
DES MATIERES
Contenues dans le premier Volume.

Preface. Page v.
Discours ſur les diſpoſitions & ſur les qualités qu'il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la Phyſique expérimentale. xlv.
Explications de quelques termes de Géométrie employés dans cet Ouvrage. lxxxj.

PREMIERE LEÇON.

Preliminaire. *Page* 1.
PREMIERE SECTION. De l'étendue & de la diviſibilité des Corps. 5.
Premiere Experience, qui prouve que la Matiére 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.*
SEC. SECT. De la figure des Corps. 45.
I. Exp. qui prouve que les plus petits

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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 différent en figures, autant & plus que les plus grands Animaux. 56.
TROIS. SECT. De la ſolidité des Corps. 65.
I. Exp. Que les matiéres 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 SECT. De la Poroſité. 81.
I. Exp. qui prouve la poroſité du Bois. 83.
II. Exp. qui fait voir la poroſité de la peau des Animaux. 90.
III. Exp. par laquelle on fait voir que la coque des œufs eſt poreuſe. 95.
IV. Exp. qui prouve la poroſité du papier, & de pluſieurs autres Matiéres, par les encres de ſympathie. 101.
Que la quantité & la figure des pores n'eſt pas la même en toute matiére. Preuves tirées de la Gravûre à l'eau forte, de la teinture des Marbres & des Vernis. 107. *& ſuiv.*
SECONDE SECT. De la compreſſibilité & de l'élaſticité des Corps. 115.

Ministèrio de Educación, Cultura y Deporte

I. Exp. qui prouve que l'eau n'eſt pas ſenſiblement compreſſible. 120.
II. Exp. qui prouve la même choſe. 121.
III. Exp. par laquelle on prouve que les Corps ſolides les plus durs ſont ſenſiblement compreſſibles. 127.
De l'élaſticité ou reſſort des Corps.
Remarques ſur les applications qu'on a faites des Corps à reſſort aux Montres, aux Pendules, aux armes à feu, aux Voitures, aux Sons, &c. 131. *& ſuiv.*
Comment les Métaux acquierent du reſſort; les effets de la trempe ſur l'Acier. 138. *& ſuiv.*
Digreſſion ſur les Sens en général. 145. Et en particulier du Toucher. 152. Du Goût. 158. Et de l'Odorat. 165.

III. LEÇON.

De la mobilité des Corps.

Du Mouvement, de ſes propriétés & de ſes loix.
PREM. SECT. 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 SECT. Du Mouvement en général, & de ſes propriétés. 190.
Diſtinction des Forces vives & des Forces mortes. 198.
TROISIE'ME SECT. Des Loix du Mouvement ſimple. 206.
Premiere Loi du Mouvement ſimple. 207.
Art. I. De la réſiſtance des Milieux. 211.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

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.
Troiſiéme Loi du Mouvement ſimple. 261.
PREMIERE SECT. Du changement de direction occaſionné par la rencontre d'une matiére fluide. 262.
I. Exp. pour prouver que l'obliquité d'incidence eſt une condition néceſſaire pour la réfraction. 266.
II. Exp. pour prouver qu'il y a réfraction, lorſque

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

lorſque les milieux ſont différens, & que 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 réfraction ſe change en reflection. 282.
SEC. SECT. Du Mouvement réflechi. 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.
TROIS. SECT. 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 vîteſſe 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. 227.
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 vîteſſes inégales, viennent à ſe heurter, ſoit que leurs maſſes ſoient égales ou non, ils continuent de ſe mouvoir enſemble, & dans

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

leur première direction, avec une vîteſſe 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 vîteſſes qui ſont en raiſon réciproque des maſſes. 336.
III. Exp. dans laquelle l'un des deux Corps ayant une fois moins de maſſe que l'autre, a deux fois autant de vîteſſe 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 vîteſſes 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 la direction du Corps qui l'a frappé, & avec une vîteſſe 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

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

reſſort agit en ſens contraire, perd en tout, ou en partie, ce qu'il avoit gardé de ſa vîteſſe premiére : & ſi ſon mouvement reflé-chi excéde le reſtant de ſa vîteſſe premiere, il rétrograde 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 égalemement élaſtiques, celui qui eſt choqué ayant une fois moins de maſſe que l'autre. 354.
III. Exp. avec des Corps également élaſtiques, celui qui choque ayant 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 vîteſſes propres qui ſoient égales ou inégales ; après le choc ils ſe ſéparent, & leur vîteſſe reſpective eſt la même qu'avant le choc. 363.
I. Exp. avec des boules d'ivoire de même poids, & qui ont des vîteſſes égales. 364.
II. Exp. avec des boules d'ivoire, dont les vîteſſes & les maſſes ſont inégales. 365.
Corollaires, ou conſéquences des Propoſitions précédentes. 369.

Fin de la Table des Matiéres.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

LEÇONS
DE
PHYSIQ

TOM. I

11063

11063

Ministerio de Educación